

ESEMPI DI ARCHITETTURA

Direttore

Olimpia Niglio

Kyoto University, Japan

Comitato scientifico

Taisuke Kuroda

Kanto Gakuin University, Yokohama, Japan

Rubén Hernández Molina

Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia

Alberto Parducci

Università degli Studi di Perugia

Enzo Siviero

Università Iuav di Venezia, Venezia

Alberto Sposito

Università degli Studi di Palermo

Comitato di redazione

Sara Cacciola

Università degli Studi eCampus

Giuseppe De Giovanni

Università degli Studi di Palermo

Marzia Marandola

Università degli Studi di Roma “Tor Vergata”

Alessio Pipinato

Università degli Studi di Padova

Bruno Pelucca

Università degli Studi di Firenze

Chiara Visentin

Università degli Studi di Pisa

ESEMPI DI ARCHITETTURA

La collana editoriale Esempi di Architettura nasce per divulgare pubblicazioni scientifiche edite dal mondo universitario e dai centri di ricerca, che focalizzino l'attenzione sulla lettura critica dei progetti. Si vuole così creare un luogo per un dibattito culturale su argomenti interdisciplinari con la finalità di approfondire tematiche attinenti a differenti ambiti di studio che vadano dalla storia, al restauro, alla progettazione architettonica e strutturale, all'analisi tecnologica, al paesaggio e alla città.

Le finalità scientifiche e culturali del progetto EDA trovano le ragioni nel pensiero di Werner Heisenberg Premio Nobel per la Fisica nel 1932.

... È probabilmente vero, in linea di massima, che nella storia del pensiero umano gli sviluppi più fruttuosi si verificano spesso nei punti d'interferenza tra diverse linee di pensiero. Queste linee possono avere le loro radici in parti assolutamente diverse della cultura umana, in diversi tempi ed in ambienti culturali diversi o di diverse tradizioni religiose; perciò, se esse veramente si incontrano, cioè, se vengono a trovarsi in rapporti sufficientemente stretti da dare origine ad un'effettiva interazione, si può allora sperare che possano seguire nuovi ed interessanti sviluppi.

Ringraziamenti

Questo libro è l'esito di una ricerca sulla possibilità di curvare i ricomposti lapidei. La base di questo volume è quindi la tesi dottorale in Ingegneria dei Materiali che ho discusso presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università degli studi Federico II° di Napoli di cui sono stata dottoranda nel triennio 2000–2003. Ringrazio il mio Coordinatore Prof. Domenico Acierno per i preziosi consigli che ha voluto darmi e il Prof. Luigi Nicolais che con autorevolezza mi ha sostenuto nel tentare la difficile strada di unione tra ingegneria dei materiali e progetto tecnologico in architettura e design.

SIMONA OTTIERI, Napoli, Maggio 2013

Simona Ottieri

Curvare la pietra

Progetto tecnologia e design
di un nuovo materiale



Copyright © MMXIII
ARACNE editrice S.r.l.

www.aracneeditrice.it
info@aracneeditrice.it

via Raffaele Garofalo, 133/A-B
00173 Roma
(06) 93781065

ISBN 978-88-548-6158-9

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,
di riproduzione e di adattamento anche parziale,
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: luglio 2013

Obiettivi del libro

L'obiettivo del volume consiste nella definizione di un processo innovativo per la produzione di ricomposti lapidei, al fine di ottenere manufatti di forme complesse, con spessori variabili anche molto elevati e con una buona finitura superficiale. Per il pieno raggiungimento dell'obiettivo è necessario che le caratteristiche sia fisico-meccaniche che estetico-percettive siano non troppo diverse da quelle relative ai ricomposti lapidei prodotti con il metodo *bretton* (compattazione per vibrocompressione sotto vuoto). Obiettivo secondario è la possibilità di termoformare (deformazione post-produzione).

Principi della ricerca

La ricerca tende a favorire una integrazione pluridisciplinare tra il settore dell'ingegneria dei materiali e la progettazione di componenti per l'edilizia ed il design, al fine di migliorare la qualità prestazionale del materiale promuovendone l'innovazione sia tecnologica che del processo progettuale.

Il confronto tra diverse competenze specifiche genera un'interfaccia che favorisce una vera innovazione sia nel campo della ricerca di nuove potenzialità della materia in relazione a nuovi prodotti e nuovi usi, sia nella verifica tra potenzialità dei materiali ed esigenze applicative.

INDICE

| | |
|---|-----|
| PREMESSA | II |
| 1. <i>Prolusione sui temi di studio</i> | II |
| 2. <i>Definizione del campo della ricerca</i> | 19 |
| 3. <i>Stato dell'arte</i> | 25 |
| 4. <i>Obiettivi e risultati attesi</i> | 41 |
| 5. <i>Articolazione e metodologia della ricerca</i> | 45 |
| 6. <i>Esempi di possibili realizzazioni</i> | 49 |
| | |
| PARTE SPERIMENTALE | 57 |
| 7. <i>Materiali</i> | 59 |
| 8. <i>Apparecchiature</i> | 63 |
| 9. <i>Trattamento stampe</i> | 68 |
| 10. <i>Preparazione della matrice</i> | 69 |
| 11. <i>Preparazione del composito</i> | 72 |
| 12. <i>Caratterizzazione</i> | 75 |
| | |
| RISULTATI E DISCUSSIONE | 81 |
| | |
| CONCLUSIONI | 109 |
| | |
| BIBLIOGRAFIA | 113 |

PREMESSA

1. Prolusione sui temi di studio

Un architetto si occupa di solito di questioni che poco hanno a che vedere con l'innovazione tecnologica. Non è un caso, infatti, che anche durante il 900, secolo in cui il progresso scientifico e tecnologico ha accompagnato una innumerevole serie di invenzioni che hanno profondamente rivoluzionato la condizione esistenziale dell'uomo, nel campo specifico dell'architettura le vere innovazioni hanno esclusivamente riguardato l'acciaio e l'uso del cemento armato, affidando la trasformazione della crosta terrestre a immagini innovative ma sostanzialmente riconducibili all'antico sistema trilitico che ha accompagnato per millenni la costruzione.

Infatti, l'ingegnere e il produttore ottocenteschi si confrontavano con materiali ontologicamente solidi, inerziali, pesanti come la materia di cui erano frutto. A questo corpo con i suoi spessori e le sue possibilità espressive corrispondeva una sorta di pesantezza dei processi produttivi.

Nonostante la fenomenologia di ponti arditi, di grattacieli spettacolari, la portata delle invenzioni si è fermata a quella fase eroica dei grandi aggetti (foto 1-2), delle superfici plastiche della modellabilità, restando indietro rispetto alla trasformazione che ha profondamente rivoluzionato i campi della medicina e della chirurgia, delle comunicazioni, dei trasporti.

Tra l'immagine della cappella di Ronchamp di Le Corbusier (foto 3-4) degli anni '50 ed il museo Guggenheim di Bilbao di Frank Owen Gehry (foto 5) del 2000 non esiste una forte differenza concettuale né tanto meno formale.

L'affermarsi di sistemi complessi connessi alla integrazione tra materia umana e



Foto 1- Lille, Centro Commerciale di Euralille, J. Nouvel, 1992-95



Foto 2 - Lisbona, Alvaro Siza



Foto 3- Cappella di Ronchamp, Le Corbusier

Oggi invece <<il sistema materiali>> offre, in termini di flessibilità tecnologica e di apertura di alternative, tali possibilità che per certi versi la materia appare più <<libera e mobile>> delle idee. (Manzini, 1989)

materia artificiale nelle bio tecnologie, l'incremento negli ultimi 15 anni delle reti informatiche e della telefonia hanno una portata che da sola annulla virtualmente la crescita della città e del territorio che, negli ultimi 100 anni, oltre le applicazioni di cemento e ferro non si è spinta al di là di una prefabbricazione spesso rozza e sostenuta da pochissima attenzione alle caratteristiche dei materiali impiegati.

Non è un caso che, ad esempio, il settore della prefabbricazione edilizia, da cui ci si aspettavano risultati innovativi, a partire dal secondo dopo guerra abbia prodotto sistemi costruttivi carenti dal punto di vista del funzionamento climatico, della durabilità e soprattutto dell'aspetto estetico. Questa discrasia tra ricerca applicata ai materiali e la arretratezza degli studi sui materiali consueti da costruzione, può avere varie motivazioni.

In primo luogo le condizioni dell'abitare non sono mai state modificate in modo sostanziale. Si vive sempre in ambienti che hanno caratteristiche spesso immutate rispetto alla tradizione secolare del costruire. In secondo luogo l'innovazione, specialmente negli ultimi 10 anni, si è concentrata sulla pelle dell'architettura in un processo di spettacolarizzazione mediatica (foto 6-7) che è l'unico vero motore di rinnovamento per il costruire.

Infatti, l'affermarsi di una idea di perfezione e bellezza, che nel campo del design quasi maniacalmente il mercato impone ad ogni oggetto, dal contenitore usa e getta al più durevole manufatto, sembra divenire un carattere distintivo che anche l'architettura deve assumere.

Il famoso aforisma *form follows function*, uno dei cavalli di battaglia dell'architettura



Foto 4 - Cappella di Ronchamp, Le Corbusier



Foto 5- Bilbao, Museo Guggenheim, F. O. Gehry



Foto 6- Roma, Centro Congressi, M. Fuksas



Foto 7- R. Venturi

ra del razionalismo – che doveva dare una casa economica a tutti – sembra oggi trasformarsi in *form follows market* e pertanto, la bellezza, che era una sostanziale conseguenza di un esatto processo di impostazione antropo–sociologico, diviene oggi il primo carattere richiesto all’oggetto architettonico e alla città.

L’architettura spettacolo è di gran moda tra piazze, metropolitane ed edifici pubblici.

Negli ultimi 10 anni le capitali d’Europa e dell’occidente ricco si trasformano veloci seguendo il criterio del cambio di pelle, in una cultura dell’immagine superficiale non in senso dispregiativo ma proprio connessa all’idea di superficie.

Ma da dove viene tutto questo?

C’è un versante che dal futurismo al metabolismo, dal radicale alle utopie tecnologiche di Richard Buckminster Fuller (foto 8) ha prodotto visioni che hanno condizionato la ricerca di una immagine futura per la città e del modo di abitarla.

Mentre negli altri campi la distanza tra fantascienza e scienza si è spesso ridotta attraverso la realizzazione delle visioni più ardite, nel campo dell’architettura questo processo si è realizzato solo a livello superficiale, più che sostanziale.

Ad esempio i magnifici disegni di Fuller (foto 8), che immaginava di coprire Manhattan con una gigantesca bolla, hanno avuto una fallimentare realizzazione a Londra nel *Millennium Dome* di Rogers (foto 9) dove la trasparenza e la leggerezza, pensate per ottenere un microclima perfetto, e l’ottimizzazione dell’uso della luce naturale si sono rivelate irraggiungibili chimere.

A quali espressioni materiche hanno condotto le immagini del monumento con-

RAZIONALISMO

Corrente a-temporale della ricerca architettonica che molti fanno risalire alla seconda metà del 700 e alla ricerca degli architetti della rivoluzione francese Boullée, Ledoux, etc. e che continua lungo lo sviluppo del primo 900 in tutta l’Europa attraverso le ricerche della Bauhaus e della nuova oggettività tedesca. I temi principali del razionalismo sono l’aderenza dello spazio architettonico al suo programma funzionale, l’assenza di decorazioni ed ornamenti, la predominanza di volumi e stereometrie desunti dalla geometria elementare.

FUTURISMO

Movimento sorto in Italia all’inizio del 900 sulla scorta del lavoro ideologico e letterario di Filippo Tommaso Marinetti. I principi si basano sul rifiuto del passato e sulla raffigurazione dinamica del progresso. Dall’ambito letterario i temi del futurismo toccano scultura, pittura e architettura, in particolare i disegni di Antonio Sant’Elia e di Mario Chiattone e di Virgilio Marchi raffigurano una città verticale tesa da sbalzi, piattaforme, ascensori e infrastrutture.

METABOLISMO

Movimento architettonico che raffigura la città del futuro attraverso un paragone con il funzionamento del corpo umano.

RADICALE

Movimento architettonico e artistico fondato sulla drammatizzazione paradossale della realtà attraverso un disegno utopistico. Esempio principe dell’architettura radicale è la visione del monumento continuo di Superstudio, una struttura gigantesca che avrebbe fasciato l’intero perimetro terrestre.

tinuo di Superstudio o le *Walking cities* di Archigram (foto 10)? Con ogni probabilità si ritrovano nelle architetture macchiniste del primo Renzo Piano (foto 11) o nell'uso disinvolto di materiali alternativi sapientemente usati da Rem Koolhaas (foto 12) o ancora nelle opacità serigrafate di Herzog & de Meuron (foto 13) o nell'uso spettacolare della luce nell'opera di Toyo Ito (foto 14).

Tra utopia e realtà questi ultimi anni hanno cercato un percorso comune che, però, ha trovato esempi solo elitari e poco diffusi.

La finalità di questa tesi è, invece, dimostrare che è possibile modellare materiali sostanzialmente immo­dellabili come quelli lapidei conferendo loro la possibilità di dare vita a nuovi assetti formali.

La creatività è oggi fortemente condizionata dalla possibilità che la tecnologia offre di disporre di nuovi materiali in grado di soddisfare le richieste da parte dei progettisti in termini di caratteristiche meccaniche sempre più elevate, di una tenuta nel tempo in condizioni sempre più gravose e, a volte, di caratteristiche funzionali esaltate sul piano quantitativo.

Si tratta di considerare che l'insieme delle proprietà, da cui dipende l'applicabilità strutturale o funzionale del materiale stesso in funzione degli impieghi specifici cui è destinato, sono da definire in fase di progetto.

In questo contesto si è fatta strada la tendenza allo sviluppo di materiali sempre più nuovi ed avanzati.

Tra questi, i compositi occupano un posto di particolare rilievo in virtù sia delle forti caratteristiche innovative possedute, che della possibilità di progettare il materiale



Foto 9- Londra, Millennium Dome, R. Rogers

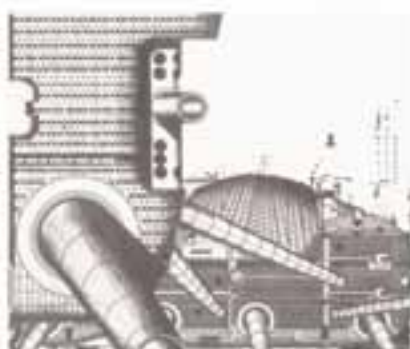


Foto 10- Walking city, Archigram



Foto 11- Parigi, Centre Pompidou, R. Piano, R. Rogers, 1971

in base alle specifiche funzionali e strutturali del manufatto da realizzare.

In effetti, la tecnologia è partita da materiali organici naturali disomogenei ed anisotropi quali il legno, l'osso, la pelle; uno dei più antichi materiali da costruzione, l'impasto di paglia ed argilla, è un composito la cui idea di fondo è esattamente quella dei compositi avanzati, sfruttare la resistenza a tensione delle fibre, lasciando ad una matrice di qualità meccanica inferiore il compito di tenerle nella forma voluta.

Gli uomini hanno avuto a che fare con materiali compositi lungo l'intero arco della storia della tecnologia: per secoli l'artigiano ha misurato la sua abilità sulla capacità di operare con pezzi di materiale di cui, caso per caso, occorreva riconoscere la struttura, assecondarla o sfruttarne le peculiarità.

Dall'epoca preindustriale ad oggi, hanno continuato ad esistere materiali con le caratteristiche dei materiali compositi: sono stati via via introdotti materiali come il cemento armato, l'amianto-cemento ed il fibro-cemento, in sostituzione del precedente.

D'altra parte, gestire la complessità del materiale significa anche "pensare complesso", staccarsi dai modelli di riferimento più semplici ed elaborarne di nuovi.

L'evoluzione dei materiali comporta una nuova forma di interazione tra discipline tecniche complementari in grado di fornire gli strumenti necessari all'applicazione dei compositi in tutti i campi della produzione industriale.

A partire dalla interazione dei saperi propri degli architetti e degli ingegneri è possibile, ottenere risultati che tengano insieme il *know-how* tecnologico e le infinite possibilità espressive.



Foto 12- Parigi, Villa dall'Ava, Rem Koolhaas, 1992



Foto 13- Basilea, Centro di controllo ferroviario, J. Herzog & P. Demeuron, 1995



Foto 14- Yokohama, Torre dei Venti, T. Ito

L'input creativo nasce dalla capacità del progettista di prefigurare, con una buona dose di visionarietà, una serie di scenari, mentre l'output si materializza nella capacità reciproca di scambiare i saperi alla base della fase ideativa con quelli fondanti le possibilità di realizzazione.

La vera sfida, soprattutto nell'ambito della ricerca scientifica applicata ai materiali, è riuscire ad emulare gli aspetti positivi di quella interazione dei saperi che, in maniera consolidata, è in essere all'interno delle grandi aziende produttrici dove il settore design e la produzione lavorano in sinergia con l'obiettivo di dare corpo e forma alle idee e quindi all'innovazione. Per tali ragioni l'esperienza svolta nel corso del dottorato di ricerca ha avuto come fondamento l'aspirazione di coniugare il bagaglio culturale proprio di un architetto progettista con le conoscenze peculiari degli ingegneri dei materiali, con l'obiettivo di verificare le reali possibilità di concretizzare una suggestione progettuale.

Infine, è auspicabile che, oltre al trasferimento dei saperi propri dei vari campi della ricerca, si attui un vero e proprio trasferimento tecnologico: questo meccanismo trova una possibilità di realizzazione solo e unicamente nella comunicazione sistematizzata di conoscenze che generalmente rimangono relegate nelle realtà che le hanno prodotte. Pertanto si ritiene che siano fondamentali strumenti di comunicazione come i convegni internazionali, la creazione di database elaborati per essere fruiti da studiosi di più discipline oltre che una maggiore e più agevole diffusione di quelli esistenti.

2. Definizione del campo della ricerca

La ricerca oggetto della tesi di dottorato si occupa di materiali compositi¹ a matrice polimerica con cariche lapidee, commercialmente definiti ricomposti di marmo. Tale definizione è consequenziale al processo produttivo che prevede una prima fase di selezione di pietre naturali che, attraverso appositi impianti di frantumazione, vengono ridotte in diverse granulometrie che variano da grandezze dell'ordine del centimetro fino a quella del micron, in seguito miscelate in funzione del prodotto che si vuole ottenere e tenute insieme da una resina che funge da legante.

La distribuzione granulometrica rappresenta un aspetto fondamentale del processo progettuale in quanto in questa fase si stabilisce il rapporto quantitativo tra carica inerte e matrice polimerica². Dal progetto di questo rapporto e dalla scelta del polimero dipendono le *performance* materiche del prodotto finito.

La varietà di pietre esistenti unitamente alle diverse possibilità di assemblaggio consentono di progettare pattern e cromie in grado tanto di emulare la natura, tanto di raggiungere espressioni materiche profondamente innovative.

La base di partenza scientifica è rappresenta-

1. Per compositi si intendono i materiali costituiti da più di una fase. In questo caso si tratta di una fase organica costituita da una matrice polimerica ed una fase inorganica costituita dalla carica minerale. La matrice funge da legante delle cariche per dargli forma. Inoltre contribuisce a definire le proprietà complessive del materiale e permette che questo sia lavorato secondo tecnologie diverse rispetto alla pietra naturale.

2. Dalla distribuzione granulometrica dipende il grado di vuoto tra le cariche minerali che viene occupato dalla fase polimerica.



Foto 15



Foto 16

ta dall'analisi critica dei ricomposti di pietra realizzati con il metodo *Bretonstone*³. Pur essendo, attualmente, tra i più diffusi sistemi di produzione, tale processo limita il campo delle applicazioni in quanto consente di realizzare esclusivamente semilavorati in forma di lastre o blocchi.

A partire da questo prodotto la sperimentazione è stata orientata alla definizione di un nuovo processo produttivo consequenziale alla decisione di rendere possibile la messa in forma di manufatti con forme complesse e spessori variabili, termoformabili, caratterizzati da una buona finitura superficiale e capaci di rispondere alle esigenze dei progettisti e del mercato.

Progettare un nuovo processo produttivo è stata la premessa fondamentale della ricerca scaturita dalla consapevolezza dei limiti del sistema sopraccitato nella conformazione di materiali dotati di un più ampia e variegata applicazione nel settore dell'edilizia e del disegno industriale. Il fine ultimo è quello di soddisfare un bisogno presente in questi settori.

Nell'indagine sui nuovi usi possibili dei materiali artificiali consolidati, infatti, si è rilevata una tendenza, da parte dei designer, a sperimentare l'impiego dei marmi ricomposti per la configurazione di oggetti d'arredo e di componentistica.

Si è riscontrato che tali materiali sono impiegati soprattutto per realizzare piani di appoggio per cucine e bagni (top), lavabi, pavimentazioni. È importante sottolineare che la DuPont ha, di recente, commissionato a



Foto 17



Foto 18



Foto 19

3. Maggiori approfondimenti sul metodo *Bretonstone* sono riportati nel paragrafo *Stato dell'arte: riferimenti e casi di studio*.

noti *designer* progetti per sperimentare elementi di arredo per incrementare la produzione di altri e nuovi oggetti.

Nella certezza che realizzare pietre sintetiche che emulano per caratteristiche e campi di applicazione i materiali naturali sia appropriato in pochi e definiti campi specifici, la ricerca vuole affrontare la produzione di una pietra sintetica che si costituisca come un vero e proprio nuovo materiale con una propria e nuova peculiarità. Si considera un equivoco concettuale che i materiali di sintesi, prodotti con sofisticate sperimentazioni in laboratorio, continuino ad essere impiegati alla stregua di quelli naturali.

Al fine di concretizzare tali principi teorici si è reso necessario individuare una matrice termoplastica⁴, che consentisse la termoformatura⁵, e di limitare al mi-

4. I polimeri termoplastici se riscaldati possono rammollire e fondere per poi riacquistare caratteristiche solide senza subire nessun tipo di modificazione chimica o fisica. Ciò è verificato per un numero indefinito di volte. Tale comportamento si deve al fatto che lunghe catene lineari sono legate con deboli legami secondari i quali possono facilmente rompersi e riformarsi. Per questo motivo si differenziano dai polimeri termoindurenti che, invece, sono caratterizzati dalla presenza di forti legami trasversali (legami covalenti) fra le varie macromolecole che, una volta rotti non possono ricostituirsi. Si tratta di una modificazione permanente di natura chimica.

5. Termoformatura: Insieme di processi produttivi che permettono di ottenere manufatti mediante la deformazione e/o lo stiro di semilavorati in materiale termoplastico, resi temporaneamente deformabili per riscaldamento (L. Turci, 2003).

Considerare come plus valore l' artificialità della materia

Il passaggio dal materiale che si presenta come entità data a monte del progetto a quello che si configura come entità da definire contestualmente al progetto stesso, implica per il progettista e per il produttore una forma di dematerializzazione nel rapporto con la materia: al materiale solido e dato da cui partire e con cui confrontarsi si sostituisce un più fluido ed evanescente sistema di saperi e di possibilità tecniche, che solo a valle del progetto e dell'attività di produzione si <<materializzerà>> nel materiale fisicamente esistente e integrato in un determinato prodotto.

(Ezio Manzini, Artefatti. Verso una nuova ecologia dell'ambiente artificiale, Domus Academy, Milano 1989)

Considerare i ricomposti di marmo come materia e non come materiale

Materiale: (...) l'espressione << materie prime >> appare per quello che realmente è: una dizione che tende ad uscire dai limiti definitivi impostole da una tradizione, per cui essa come argilla si opponeva al mattone e per cui ad essa si associava in genere un che di << naturale >> non ancora trasformato dall'opera dell'uomo.

(AAVV, Enciclopedia per concetti, Einaudi)

nimo la variazione delle caratteristiche intrinseche del materiale preso come base di partenza per la sperimentazione, comprese quelle estetiche percettive.

La ricerca, infatti, si riferisce alla classe di marmi ricomposti altamente caricati (fino al 93 % di *filler*) e intende indagare il campo delle possibili trasformazioni.

Il percorso di ricerca si è costruito a partire dall'analisi sullo stato dell'arte assegnando particolare valenza allo studio critico effettuato sui brevetti internazionali concernenti le pietre ricomposte con matrice polimerica.

Di fondamentale importanza per il raggiungimento dell'obiettivo della ricerca è stato il lavoro di sperimentazione in laboratorio assumendo come principio metodologico di impiegare i risultati parziali come strumento di avanzamento della ricerca.