

L.U.P.
Libera Università Partenopea
Dipartimento di DISTRUZIONI
(già Istituto di Costruzioni)

La Scienza delle DISTRUZIONI: fondamenti e formulazioni teoriche iniziali (*)

RAFFAELE ARAGONA (**)

Sommario: Dopo una premessa nella quale vengono delineate le origini, le motivazioni e la necessità della specifica disciplina, se ne tracciano gli ambiti e le finalità affrontandone lo studio attraverso una iniziale formulazione teorica ed avvalendosi, tra l'altro, di considerazioni legate alla dissipazione dell'energia. Particolare attenzione è infine prestata alla non ricca bibliografia sul tema, la quale enumera testi ancora privi di un sistematico approccio al problema, ma comunque forieri di interessanti suggerimenti ed anticipazioni.

Résumé: Après avoir exposé les origines, les raisons d'être ainsi que l'utilité pratique de cette discipline, on tracera ses champs d'application et ses finalités à travers une étude théorique et quelques considérations liées à l'énergie dissipée. Une attention particulière sera réservée à la maigre bibliographie existante sur ce sujet comprenant quelques textes dépourvu de toute approche systématique au problème, mais où l'on pourra glaner de suggestives anticipations.

Sumario: Después de una introducción en la que se esbozan el origen, el interés y la necesidad de la materia específica, se delinearán los ámbitos y las finalidades de la misma, se plantea su estudio a través de una formulación teórica inicial y aprovechando, entre otras, consideraciones relacionadas con la disipación de la energía. Por último, se pone una especial atención en la, por lo demás, no demasiado rica bibliografía sobre el tema, en la que se enumeran textos aún sin un enfoque sistemático del problema, pero, en cualquier caso, precursores de interesantes sugerencias y anticipaciones.

Abstract: Following preliminary remarks delineating the origins, the motivation and the needs for this specific discipline, the essay outlines the discipline's scope and purpose, approaching the analysis through an initial theoretical formulation, and making use, amongst others, of remarks on the dissipation of energy. Finally, special consideration is given to the scarce bibliography related to this topic, which enumerates texts not yet following a systematic approach to this issue, however heralding interesting suggestions and intuitions.

Zusammenfassung: Nach einer Einleitung, in der man den Fachursprung, ihre Begründung und Notwendigkeit beschreibt, werden seine Bereiche und Finalitäten erklärt. Die Erforschung wird anfangs durch einer theoretischen Fassung und mit der Hilfe von Bemerkungen unternommen, die mit Energieverlust verbunden sind. Besondere Aufmerksamkeit wird schließlich der nicht reichen Literatur über das Thema zugewandt; sie zählt Werke auf, die noch keinen systematischen Annäherungsversuch haben, aber verkünden trotzdem interessante Anregungen und Voraussichten.

(*) Di una prima stesura di questo studio (1999) è riferito in *Forse Queneau. Enciclopedia delle scienze anomale* (pagg. 38, 117, 118) di Paolo Albani e Paolo della Bella (Zanichelli, Bologna, 1999). Il convegno *Capring 2001* fu poi una buona occasione perché l'originale ricerca raggiungesse finalmente anche il folto pubblico isolano.

(**) Docente di Tecnica delle Costruzioni nella Facoltà di Architettura dell'Università "Federico II" di Napoli, R.A. ha da qualche tempo abbandonato gli studi sulla stabilità delle strutture alte e delle costruzioni antisismiche per dedicarsi ai problemi fondamentali della S.d.D., i cui primi risultati sono contenuti nella sua relazione dal titolo *Per una distruzione del costruito*, contributo italiano al Convegno Internazionale della *Facultad de Ciencias Inútiles* de Barcelona, Vilallonga del Camp (Tarragona), 21-23 marzo 1998.

Premessa non essenziale

L'ordinaria attività costruttiva non potrà avere un futuro promettente e qualificato senza gli studi, le sperimentazioni e i risultati emergenti dalla "Scienza delle Distruzioni". La disciplina, che ha visto i suoi timidi e incerti esordi sul finire della prima metà dello scorso secolo, a parte alcuni timidi accenni ancora precedenti (Catone, II sec. a.C.; Joseph Crabtree, 1779), va sempre più evolvendosi e sta ormai raggiungendo livelli decisamente consistenti.

Per poter utilizzare qualsiasi oggetto è indispensabile pensarne preventivamente l'eliminazione. Guai a ritenere o a far sì che esso sia indistruttibile: l'angoscia che ne deriverebbe (specie quando si consideri la brevità del nostro vivere) sarebbe enorme e non ne consentirebbe un libero uso. Il riuso, poi, è assolutamente da escludere.

Presa quindi coscienza della ineluttabile, e quanto mai opportuna, temporalità delle cose, deve procedersi alla loro distruzione: è necessario, perciò, caratterizzare e distinguere modalità e caratteristiche dell'opera di eliminazione, le ipotesi, i procedimenti, i metodi.

Anche da queste esigenze nasce la "Scienza delle Distruzioni".

Distruzioni per l'uso

Quanto segue non ha l'ambizione di fornire una trattazione esaustiva della S.d.D., obiettivo del resto impraticabile, quando solo si consideri la novità della materia e la limitata letteratura esistente, sia per quanto attiene la ricerca teorica che quella sperimentale. In questa sede vengono soltanto esposti i fondamenti della disciplina, insieme con una sommaria indicazione dei percorsi utili per individuarne gli ambiti e le finalità, nonché una sorta d'istruzione (o distruzione) per l'uso e l'analisi di alcuni suoi aspetti.

Lo studio verrà condotto attraverso una iniziale formulazione teorica, la definizione delle equazioni di equilibrio l'enunciazione dei principi fondamentali e dei criteri di insicurezza; successivamente, verranno esposti i risultati di alcune interessanti, seppur non esaustive, prove sperimentali.

(1) La disciplina, propedeutica alla "Tecnica delle Distruzioni", comprende vari ambiti di riferimento: la cosiddetta "Scienza della Decostruzione", ad esempio, la quale ha per oggetto lo smontaggio di strutture eseguite con elementi prefabbricati (il riferimento alle opere architettoniche direttamente ispiratisi all'*Art Déco* è soltanto omonimico), con i settori di applicazione più svariati (uno di essi, oggetto di numerosi studi, specialmente in Francia e negli Stati Uniti, è quello della decomposizione dei *puzzles*).

Il caso delle costruzioni

Una prima sufficiente esemplificazione si riferisce al caso delle costruzioni: civili e non.

Risulta essenziale considerare preventivamente le condizioni di equilibrio delle strutture all'atto della loro rovina; altrettanto essenziale, allo scopo di poter prevedere un procedimento distruttivo a catena, è l'analisi delle condizioni di instabilità degli organismi strutturali vicini.

Durante la vita di un edificio sarà inoltre e in ogni caso opportuno l'esame continuato di eventuali sopravvenuti dissesti, evitando qualsiasi intervento di consolidamento, certamente di ostacolo alla futura fase distruttiva, già di per sé onerosa. Per la sua completa distruzione, quando essa non avvenga naturalmente e nel caso di costruzioni a unico ordine (Onsait, 1954), è ordinariamente previsto che si proceda dall'alto verso il basso, eliminando successivamente strutture verticali e orizzontali fino a raggiungere le fondamenta. Il procedimento, certamente valido in termini di sicurezza, comporta la necessità di un immediato sgombero di macerie dopo ciascuna fase, in mancanza del quale l'accesso al "cantiere" sarebbe continuamente ostacolato. Il procedimento inverso, pure a volte seguito, consente invece una più rapida conclusione dei lavori, giacché l'obiettivo viene limitato ai piani bassi, eliminati i quali, nella maggior parte dei casi, è automatico e immediato il crollo delle strutture superiori.

Come messo in rilievo da alcuni ricercatori (Di Montalbino B., 1991; Fodari O. & Nobel O., 1977; Hiro Shima & Naga Saki, 1945), non è facile procedere a un'analisi sistematica delle condizioni e dei risultati di tali operazioni in termini di tempo e in termini economici, risultando tale valutazione da molteplici fattori.

Nei casi per i quali non sia possibile una rapida distruzione, il procedimento di rottura a fatica permette di

ottenere risultati soddisfacenti. Esso consiste in una ripetuta azione in danno dell'elemento in esame e comporta una giusta attenzione verso i tempi necessari.

Il tempo di distruzione, espresso in minuti secondi, è ricavabile attraverso la formula (5)

(2) È evidente l'aspetto ossimorico della "costruzione distrutta".

(3) All'opera dell'uomo, fortunatamente, viene incontro la natura con eventi di vario tipo (fortunali, terremoti, frane ecc.) ed anche la natura umana con eventi consequenziali alla difficile convivenza ovvero frutto della disattenzione o di azioni dolose (bombardamenti, esplosioni, incendi ecc.)

(4) Un'esperienza significativa è quella verificatasi alla periferia di Napoli in epoca recente e relativa al laborioso abbattimento di un edificio in c.a. costruito con il procedimento "a tunnel". Il sistema costruttivo a suo tempo utilizzato non tenne assolutamente conto delle future esigenze distruttive dell'Amministrazione locale.

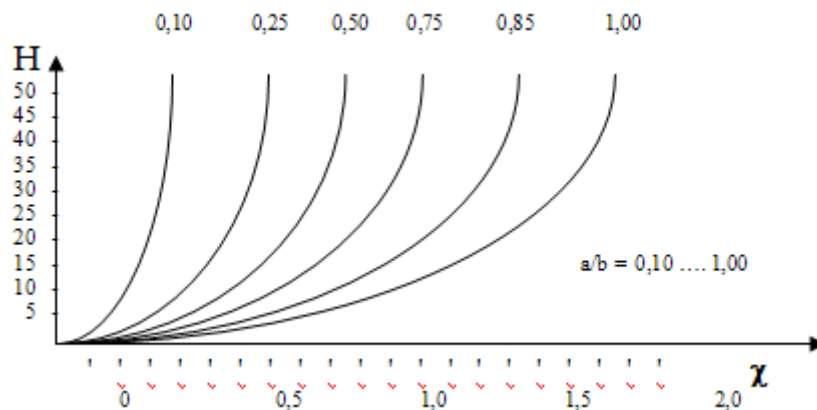
(5) Quella riportata è una formulazione inizialmente proposta e successivamente sperimentata da Otto Kroll (cfr., 1966) nella sua relazione all'VIII Symposium di Coventry su "Tempi e modalità delle distruzioni".

$$t = \chi \frac{E p m}{D f} \quad (1)$$

avendo indicato con

- f la frequenza delle azioni sollecitanti (n/min),
- E il modulo di elasticità del materiale (kg/cm²),
- p il suo fattore di plasticizzazione,
- χ un coefficiente dipendente dalla geometria del sistema,
- m il numero dei vincoli inizialmente superflui del sistema.

ove χ è ricavabile dal diagramma che segue in funzione dell'altezza H della struttura e della sua geometria:



Nella (1), inoltre, D rappresenta l'energia di deformazione assunta dal sistema e risulta facilmente ricavabile dall'espressione del lavoro specifico di deformazione

$$L = \frac{dL}{dV} = \frac{1}{2} \sum \sigma_i \varepsilon_i \quad (2)$$

ove σ_i è la tensione ed ε_i rappresenta il coefficiente di deformazione specifica valutate entrambe nella direzione i .

Per quanto concerne le fondazioni, per esperienza non ancora consolidata, risulta quanto mai vantaggiosa la creazione di cunicoli al loro intradosso, i quali limitando la superficie di appoggio esaltano i valori delle tensioni di contatto fino a quelli di crisi.

È evidente la particolarità di tali elementi strutturali per i quali i tempi di distruzione dipendono sostanzialmente da tre fattori: la profondità, la

(6) Il fattore χ non è facilmente definibile a priori; per esso risulta più conveniente attenersi ai risultati di prove sperimentali. Per una sua valutazione approssimata può riuscire utile l'abaco su riportato, nel quale sull'asse delle ascisse è rappresentato il valore di χ , sulle ordinate l'altezza della costruzione (espressa in metri); l'abaco comprende varie curve in dipendenza della geometria dell'impalcato generico ragguagliata ad una superficie rettangolare di lati a e b (le curve si riferiscono al rapporto a/b con $a < b$).

dimensione in volume, le caratteristiche del terreno (Delle Cave G., 1948; Baracca M., 1999).

Appare allora sufficientemente delineato il compito della S.d.D.: studiare i motivi e i modi caratterizzanti la distruzione del costruito determinando le condizioni cui devono soddisfare gli elementi dell'organismo per il verificarsi di un meccanismo di collasso.

In primo luogo i singoli elementi devono poter deformarsi, rompersi e deteriorarsi; i materiali che li costituiscono, cioè, non devono essere eccessivamente affidabili ed è perciò consigliabile l'uso di materiali non di prima qualità e comunque dotati di buone caratteristiche di fragilità. È altresì preferibile che risulti precario lo stato di equilibrio, non solo dell'intero organismo, quanto dei singoli elementi che lo compongono.

Le condizioni di squilibrio

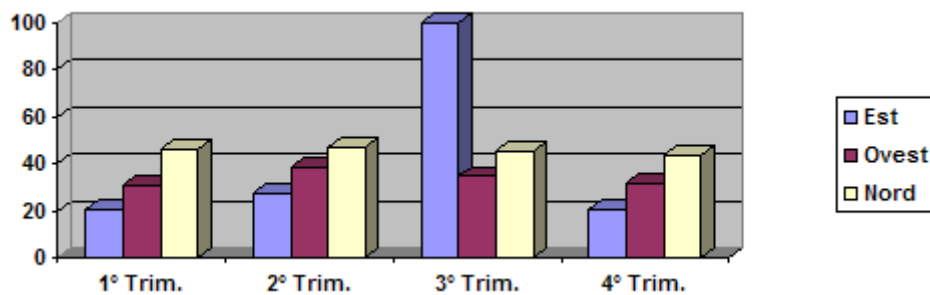
Il problema essenziale della S. d. D. è la verifica della instabilità di una struttura concepita, invece, per assolvere ad una determinata funzione e far fronte alle possibili sollecitazioni che possano capitare durante il corso della sua vita. Il problema sarebbe di soluzione molto complessa, se dovesse procedersi per via sintetica: soltanto, infatti, una soluzione sperimentale, mediante un adeguato modello strutturale, potrebbe offrire una risposta soddisfacente. Sarebbe necessario un notevole lavoro di riduzione dell'organismo reale all'elemento da sperimentare e la simulazione di tutti i possibili agenti esterni; senza contare, infine, la complessa analisi dei risultati ottenuti sul modello, la loro sintesi e la successiva rapportazione al sistema effettivo.

Esperimenti effettuati presso il Dipartimento di S.d.D. della Johns Hopkins University di Baltimore (Spelman, 1999) su modelli di 4 edifici variamente articolati hanno mostrato, com'era prevedibile, una differente risposta ad azioni distruttive in dipendenza della forma in pianta ed in conseguenza di azioni distruttive ripetute, della medesima durata, ma diversamente orientate: E-O, O-E e N-S.

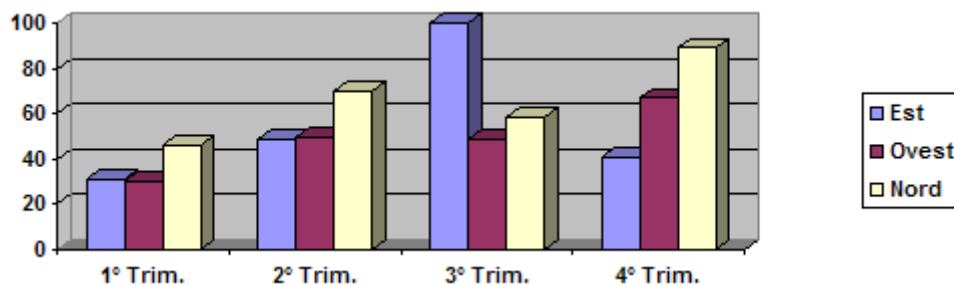
L'istogramma che segue (fig. 1) riporta sull'asse delle ordinate i risultati ottenuti in termini di percentuale di distruzione (l'azione S-O non è stata presa in considerazione in quanto i 4 edifici risultavano in tutto simmetrici rispetto all'asse E-O).

(7) Un notevole contributo in questa direzione è stato fornito negli ultimi decenni da alcune case costruttrici ("Lego", "Meccano" ecc.) con esperienze significative nel campo del montaggio e dello smontaggio di elementi prefabbricati.

(8) A questo proposito sono da citare numerosi episodi di modelli realizzati durante i corsi universitari di progettazione e riproducenti opere di autori contemporanei; essi vengono poi distrutti dai docenti per il solo piacere di vedere distrutte le opere di colleghi più valenti o almeno di maggior fama. Tali esperienze rimangono però sempre prive di qualsiasi supporto scientifico e quindi di nessuna utilità dal punto di vista sperimentale.



L'esperimento è stato ripetuto su altri 4 modelli di edifici e la risposta alle azioni distruttive è risultata diversa (fig. 2); i risultati tutti restano ancora non facilmente definibili attraverso una formulazione analitica nonostante i molti tentativi ancora in corso.



È dunque naturale che si preferisca cercare di ricondurre il problema a una sua schematizzazione, la quale, per essere esauriente, deve riguardare sia la struttura che le azioni su essa agenti. Di qui la necessità e l'opportunità di far riferimento a sistemi in qualche modo dominabili; il loro funzionamento dovrà essere facilmente riconducibile a schemi più o meno elementari e controllabili attraverso ordinari criteri di insicurezza.

In questa direzione e con tali obiettivi andranno indirizzati studi e ricerche per un maggior approfondimento dei problemi della S.d.D.

Riflessioni conclusive

Pur nella limitatezza di quanto qui esposto, è possibile offrire poche considerazioni essenziali.

È indubbio che, nella progettazione di qualsivoglia opera, diventerà essenziale l'indicazione della sua durata, parametro, del resto, già presente nella normativa tecnica di altri Paesi. Ciò, oltre ad assicurare una sua più facile "eliminazione", assicurerà un risparmio in termini economici: uso di materiali meno pregiati, inutilità di esatte verifiche, di corrette direzioni e di accurati controlli dei lavori; alla figura del "colludatore in corso d'opera" subentrerà quella del "distruttore finale".

Bibliografia fondamentale

- BAIGES AL, *The uselessness of the bulding on the deserth*, Calçotada, Tarragona, 1998.
- BARACCA MIRELLA, *Una nuova fondazione*, La Bella Stampa, Napoli, 1999.
- BASSO LINO, *Le sette vele*, Nuovedizioni di A. Fragola, Napoli, 1998.
- BONGHUST O., *Demolizione di una rotonda sul mare*, Mazza & Piveso, Locorotondo, 1968.
- BRUN ELLA, ERULI E., *Unni e altri popoli estinti*, Del Ronco, Firenze, 1994.
- CAMPAGNARDES ROGER, *Le jouet cassé*, Échecs, Boulogne, 1998.
- CASTELLI E., CASES V., *Entrate di palazzi diruti*, Massi, Castelrotto, 1965.
- CATONE M.P. (detto "il Censore"), *Carthago delenda est*, "Senatus acta", Roma, II sec. a.C.
- COLONNA L., *Instabilità di pilastri snelli*, Pilar, Barcelona, 1965.
- CRABTREE JOSEPH, *La distruzione di Pompei*, Albani & Bossi, Firenze, 1779.
- DEL CASTELLO G., *The castle instantly destroyed*, Comunicazione mai fatta al "V Symposium of the destruction", Civitavecchia, 1994.
- DEL PARTO H., *La rottura delle acque*, Bagnarol, Colonia, 1990.
- DELLA PIETRA L., *Erezione e distruzione di obelischi in pietra*, Roma, 1933.
- DELLE CAVE G., *La rottura dei materiali lapidei*, Fattacol, Cuneo, 1948.
- DI MONTALBINO B., *Attenzione al potenziale! Limitazioni e cautele nelle operazioni distruttive con esplosivo*, Bum Bum, Firenze, 1991.
- DI PIETRO A., *Prove distruttive per il collaudo di fortezze in pietra*, Fierro, Pietrarsa, 1995.
- FABBRI E., MURATORI S., *I fondamenti del decostruttivismo: puzzles e scatole di montaggio*, Martelli Inc., Udine, 1958.
- FIERRO A., *Struggimenti*, de Core, Napoli, 1998.
- FODARI O., NOBEL E., *L'uso della dinamite nelle operazioni distruttive*, Gela, Ti.Na., 1997.
- FODARI O., *Unzerstörbarkeit auf Tette in Rame*, Skienarikova Wonderbra, Innsbruck, 1997.
- FORTE E., STABILE L., *Instabilità dell'equilibrio*, Lambda, Città di Castello, 1993.
- FORTE FRANCO, *La caduta del muro di Berlino*, James, Bonn, 1992.
- GABELL SCILLA, CARIDD I., *Il ponte sullo stretto: problemi di distruttività*, Do-Dod, Hamburg, 1991.
- GRANCHI G., *Crabtree the Engineer*, Relazione ancora mai tenuta alla "Joseph Crabtree Foundation", London.
- GRECO JAN, *Castelli di carta*, Carbone, Macerata, 1948.
- GUINNES A., HOLDEN W., *The bridge on the Kway river*, Leandavid, London, 1957.
- HIER V. OLINO, *L'écroulement de l'Hôtel de ville*, Lamaire, Bruxelles, 2008.
- HIRO SHIMA & NAGA SAKI, *La distruzione rapida*, Atomic, Fortezza, 1945.
- HUMBERT O. e Co., *Incendi di biblioteche*, Tea, Alessandria, s.d.
- KROLL OTTO, *Otto crolli in successione*, relazione all'VIII Symposium su "Tempi e modalità delle distruzioni", Coventry, 1966.
- IMBERT I. GAL, *La decostruction des textes*, Copi & Ur, Paris-Venice, 2008.
- MACERI E., *Nervi a pezzi*, La Lanterna, Genova, 1988.
- MAINASI M., (a cura di) *Calcoli di distruzione e distruzione di calcoli*, Atti del I Congresso Provinciale di Bioingegneria, Milano, 1998.
- MANIERI E., FORTIN I., *Maschi in crisi*, Soldi, Nervi 1992.
- MASSONE T., *Calcolo a rottura*, Di Cocci, Pietrabbondante, 1966.
- MASTRO E., FABBRICATORE F., *Il costruito privo di fundamenta*, Torre in Pietra, s.d.

MAUR O., *Cocci torinesi di casa Sassi*, Rivoli, Paris, 1998.
MERLIN L., *La distruzione di Troia*, Casini, Bologna, 1957.
Ministero della Pubblica Istruzione, *Distruzioni in zona sismica*, Circolare n° 17 del 29.02.48.
MOMMI DARIO, *L'analisi del testo: il decostruzionismo*, La Quarta, Bari, 1982.
OPEL PIER OTTONE, *Rottamazioni*, L'Appia Antica, Aprilia, 1996.
PALAZZO B., *Castelli di sabbia*, Ed. Arena, Verona, 1994.
RAFONE OSCAR, *The beetle black destroyed*, The Scarab, Belfort, 1978.
SCARPA RUTH, *Lo sfascio del quartiere*, Arnesi, Lago Lesina, 1948.
SGARRUPATO BEN, *The earthquake of San Francisco*, Saintclair, Saint Louis, 1968.
ONSAIT JULIE, *La distruzione du Labyrinthe*, N.A., Mantova, 1954.
SPELMAN FLORENCE, *Experimental destruction*, Johns Hopkins University, Department of building, Baltimore, 1999.
TORRE E., ALFIERE V., *L'embêtement ou la rupture de boites*, Le roy et la reine, Neufchâteau, 1968.

Notizie sul Dipartimento di Distruzioni della L.U.P.

Nell'estate del primo anno del nuovo millennio un gruppo di ingegneri strutturisti napoletani e romani, in occasione dell'incontro *Capring 2001*, assistettero alla nascita del D.d.D. il quale trasse origine dagli studi intrapresi già da qualche tempo da Raffaele Aragona che ne è il fondatore.

Il Dipartimento si formò sulle ceneri dell'Istituto di Costruzioni di quell'Ateneo, allorché si incominciarono a scorgere i primi segni della caduta dell'intera sua impalcatura; ciò sia a causa delle novità introdotte e sancite proprio in quell'anno dalla cosiddetta "Carta di Bologna" (novità che già si annunciavano di per sé negative), sia in conseguenza del naturale cambio di interesse degli studiosi del ramo, ormai non più tanto dediti allo studio della stabilità delle strutture quanto al loro provocato collasso. Non pochi, infatti, furono gli studi che, già nei decenni precedenti, anticiparono la nascita del Dipartimento.

Né deve ritenersi un caso che, tra le caratterizzazioni di un'opera di ingegneria, sia ormai presente la previsione della sua durata; ciò, non soltanto presso le moderne civiltà orientali, ma anche laddove l'elemento "costo di distruzione" incomincia a entrare nei tratti qualificativi del costruire.

Tutto ciò sta sensibilmente informando gli studi e le ricerche sempre più rivolte verso l'analisi e le tecniche di distruzione che indirettamente comprendono anche metodologie e sistemi atti a rendere le costruzioni meno stabili o, almeno, più facilmente e più economicamente distruttabili.

L'occasione per la nascita e lo sviluppo del D.d.D. si deve anche alla politica distruttiva perseguita da Lino Basso (cfr. in Bibliografia) avente – tra gli altri obiettivi – quello dell'eliminazione di alcuni edifici nel napoletano, le cosiddette "vele", ancorché architettonicamente di pregevole fattura; si era agli ultimi anni dello scorso secolo e già erano evidenti gli inizi della decadenza di ogni idea di rinnovamento costruttivo e del decantato "Rinascimento napoletano" ormai irrimediabilmente oggetto di disincanto.