

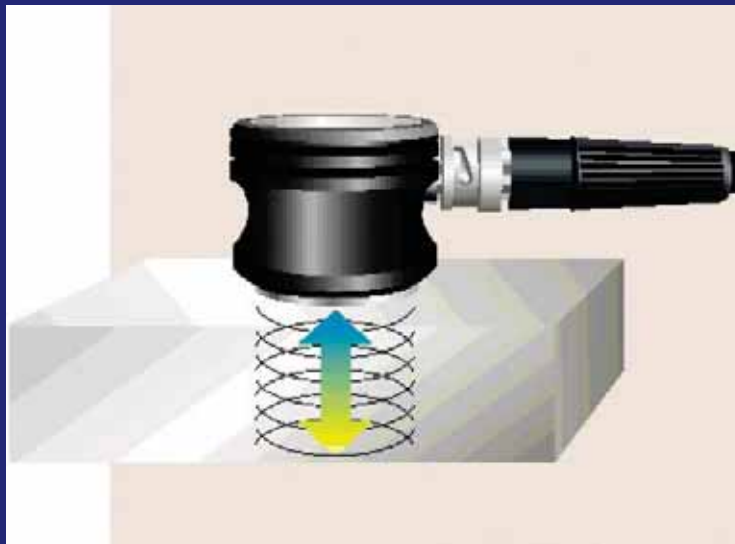
P. Antonaci, P. Bocca, D. Masera

Department of Structural Engineering and Geotechnics, Politecnico di Torino

Corso Duca degli Abruzzi 24 - 10129 Torino, Italy

Eng. Davide MASERA, PhD

ANALISI LINEARI DEL DANNEGGIAMENTO DEI MATERIALI CON L'UTILIZZO DI TECNICHE ULTRASONICHE



Giornata Seminariale progetto
RE-FRESCOS

Politecnico di Torino – 1 Luglio 2010

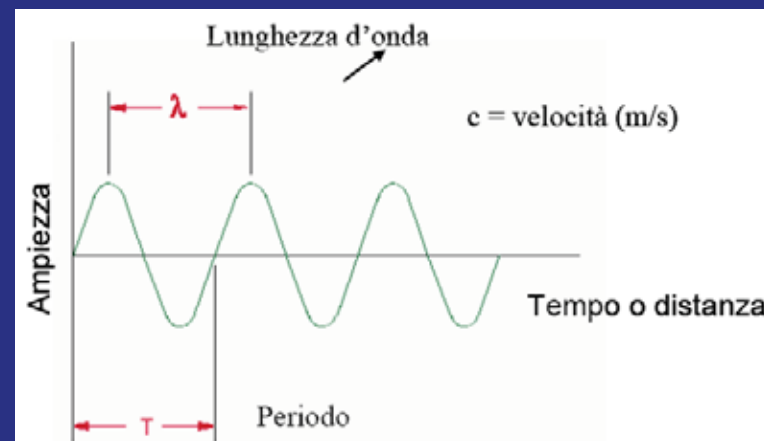
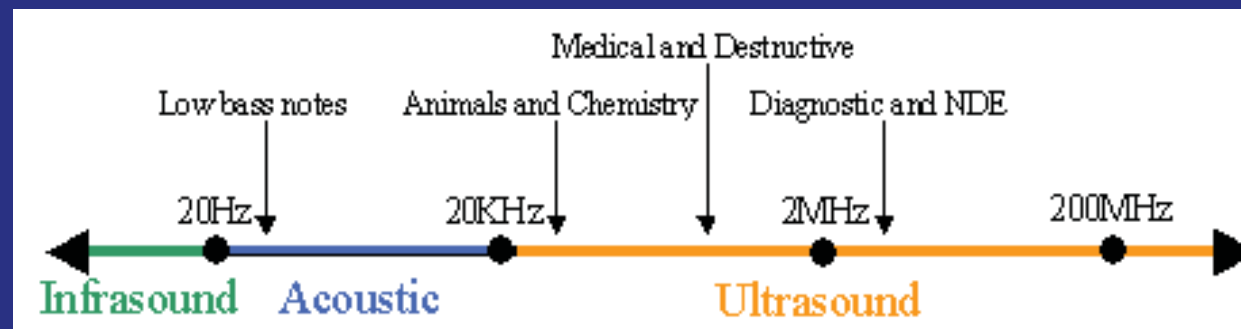
OUTLINE



1. INTRODUZIONE
2. PRINCIPALI APPLICAZIONI
3. TECNICHE DI ISPEZIONE
4. CONCLUSIONI

INTRODUZIONE: LE ONDE ULTRASONICHE

Gli ultrasuoni sono delle onde meccaniche sonore. A differenza dei fenomeni acustici propriamente detti le frequenze che caratterizzano gli ultrasuoni sono superiori a quelle mediamente udibili da un orecchio umano. La frequenza convenzionalmente utilizzata per discriminare onde soniche da onde ultrasoniche è fissata in 20 kHz. Lo stesso termine ultrasuono chiaramente indica ciò che è al di là (ultra) del suono, identificando con suono solo il fenomeno fisico udibile.



INTRODUZIONE: LE ONDE ULTRASONICHE

Le prove ultrasoniche si basano sulla misura e sull'analisi delle caratteristiche di propagazione delle onde ultrasoniche

PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

Come per le onde soniche se il mezzo è omogeneo ed isotropo si hanno due tipi di onde:

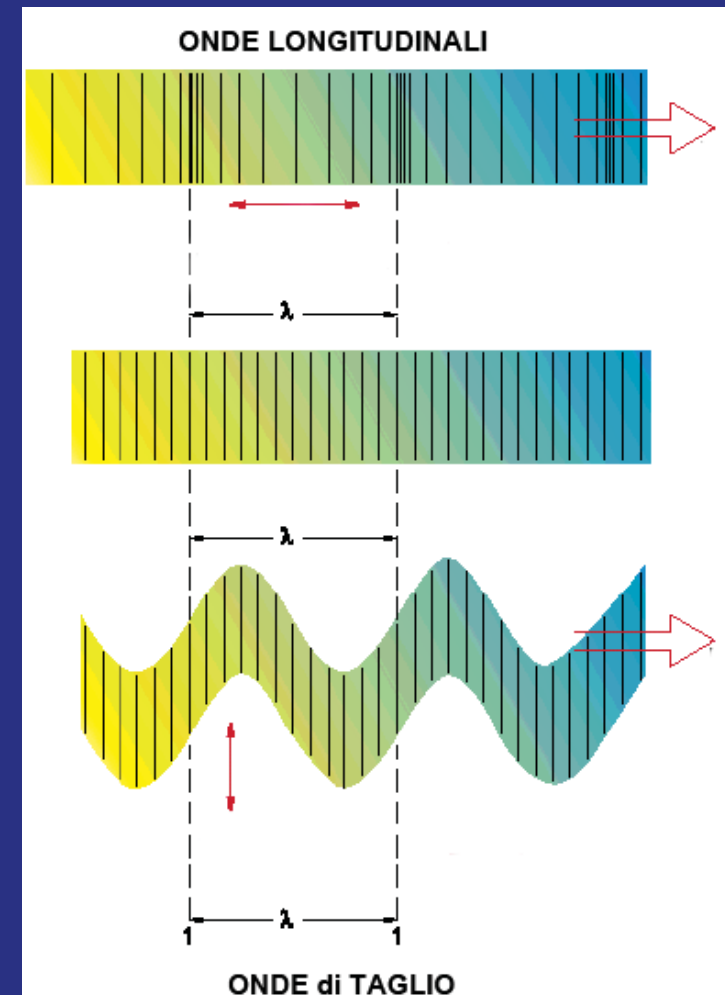
- *di compressione*
- *di taglio*

dotate di capacità di propagazione su lunghe distanze.

Al contrario delle onde soniche non si propagano nei gas dai quali sono riflesse e rifratte entrambe però possono essere trasmesse, anche per lunghe distanze, attraverso i liquidi e i solidi.

È questa la proprietà che viene sfruttata per individuare discontinuità o per misurare lo spessore di strati.

Infatti in presenza di una cavità, l'onda viene quasi completamente riflessa.



Le principali applicazioni delle prove ultrasoniche per calcestruzzi e acciai sono:

- *il grado di omogeneità;*
- *la presenza di vuoti, lesioni o discontinuità delle strutture;*
- *il valore del modulo elastico;*
- *la resistenza dei calcestruzzi (metodo combinato ultrasuoni - sclerometro) con una precisione di $\pm 15\%$.*

TECNICHE DI ISPEZIONE: IL METODO DELLE VELOCITA'

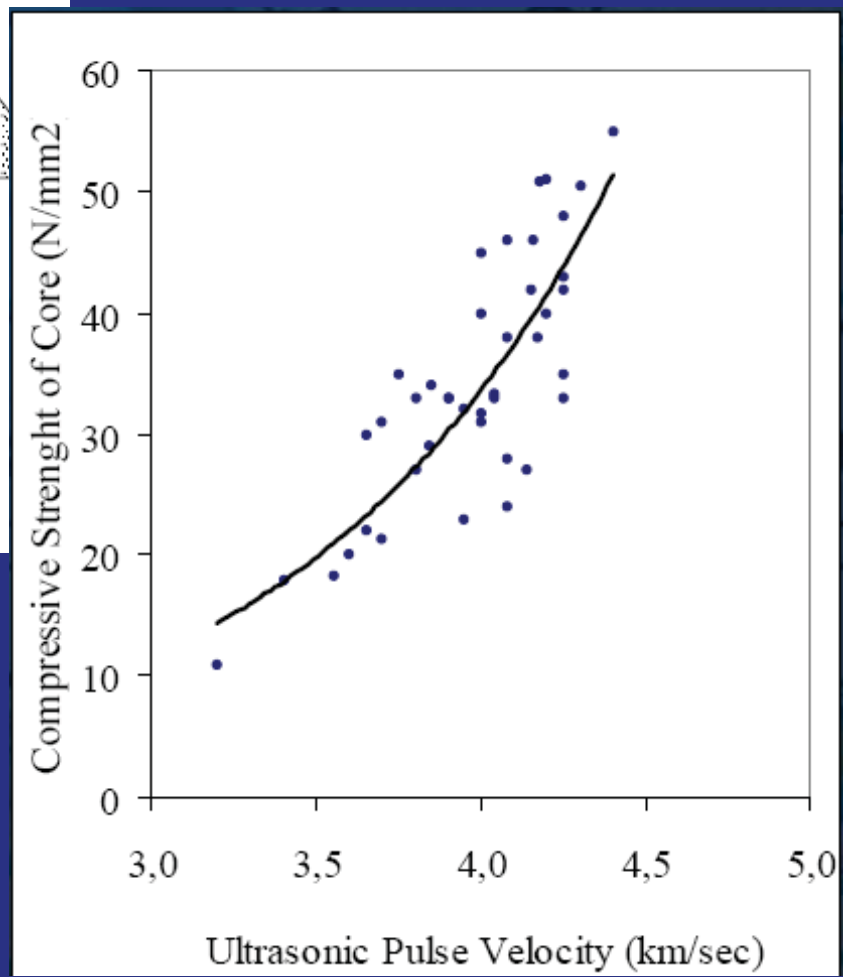
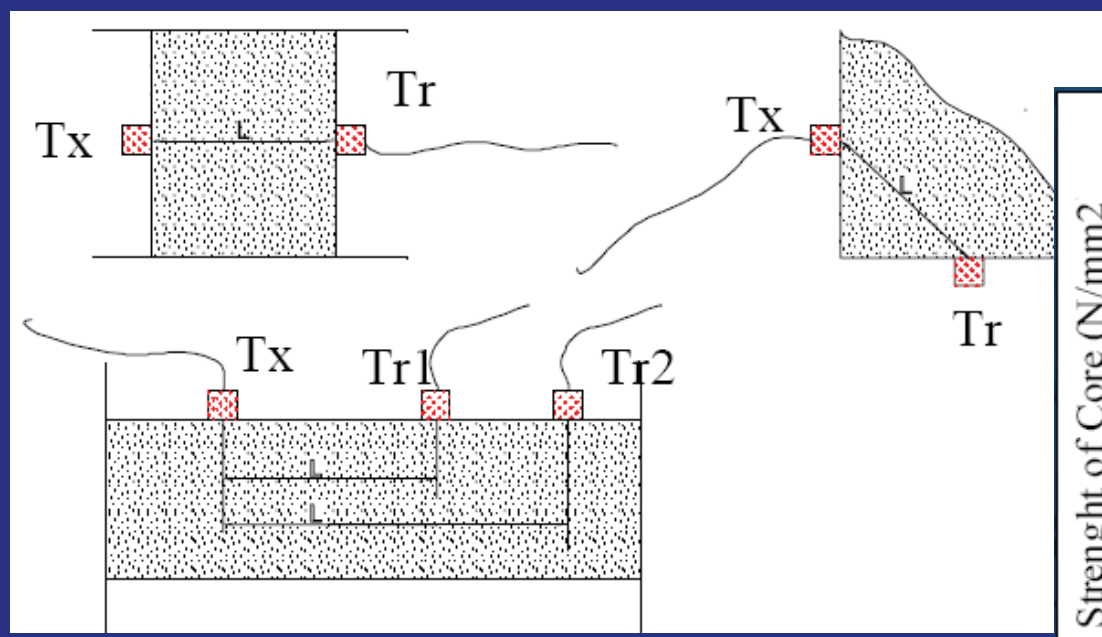
Le prove ultrasoniche permettono la stima della resistenza meccanica del materiale.

Infatti la resistenza meccanica di un materiale è correlata al valore del modulo di Young del materiale che a sua volta è correlato alla velocità di propagazione delle onde ultrasoniche.

Il valore della velocità delle onde viene calcolato misurando il tempo T che le onde emesse dalla sonda emittente impiegano ad arrivare a quella ricevente e lo spessore L del calcestruzzo interposto fra le due sonde.

TECNICHE DI ISPEZIONE: IL METODO DELLE VELOCITA'

A seconda della disposizione delle sonde si hanno le seguenti misure ultrasoniche:

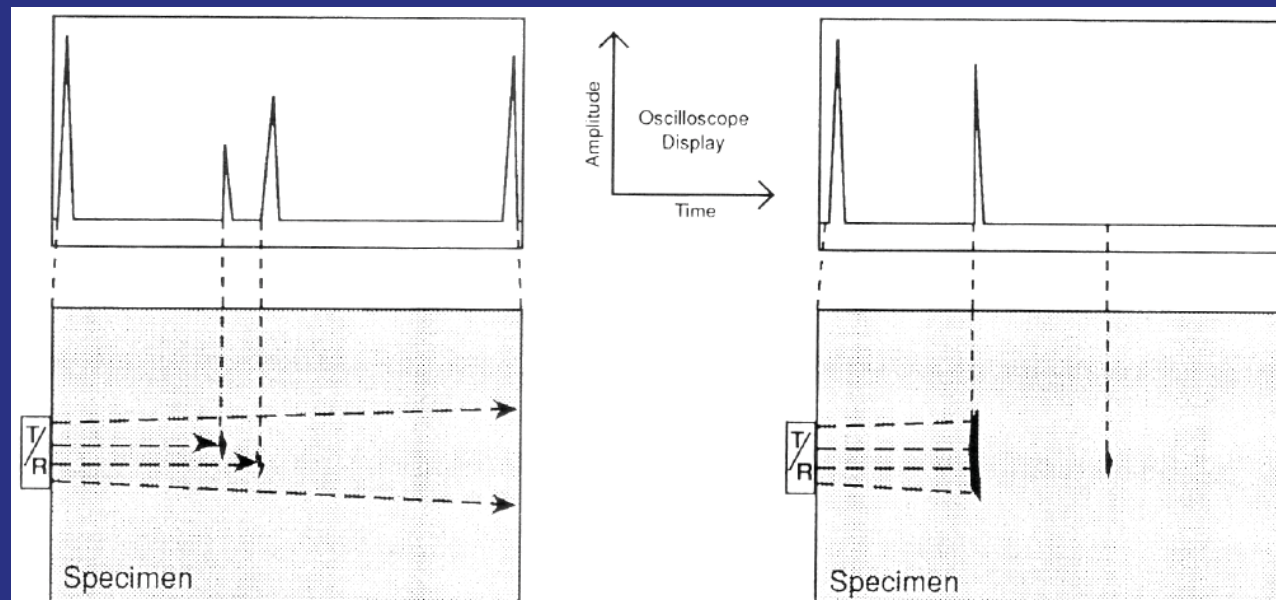
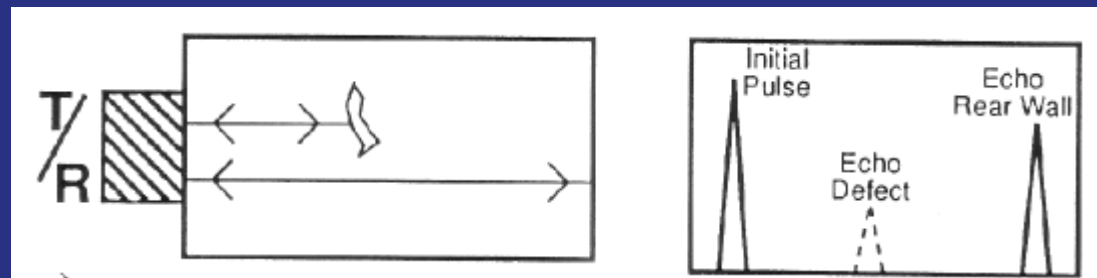


• UNI EN 12504-4: Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 4: Determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici

TECNICHE DI ISPEZIONE: PULSE-ECHO

Tecniche "pulse-echo" (o "eco-impulso", "in riflessione")

Le onde ultrasoniche investono il pezzo da testate, penetrano in esso e vengono riflesse e rifratte dalle superfici che delimitano il componente stesso. Sono proprio le riflessioni interne (eco) che vengono esaminate e forniscono informazioni sulla presenza di eventuali difetti nel pezzo.



TECNICHE DI ISPEZIONE: METODO SONREB

3

Per ridurre gli errori commessi con le prove ultrasoniche e sclerometriche è stato sviluppato il metodo combinato SONREB (SONic + REBound = ultrasuoni + sclerometro).

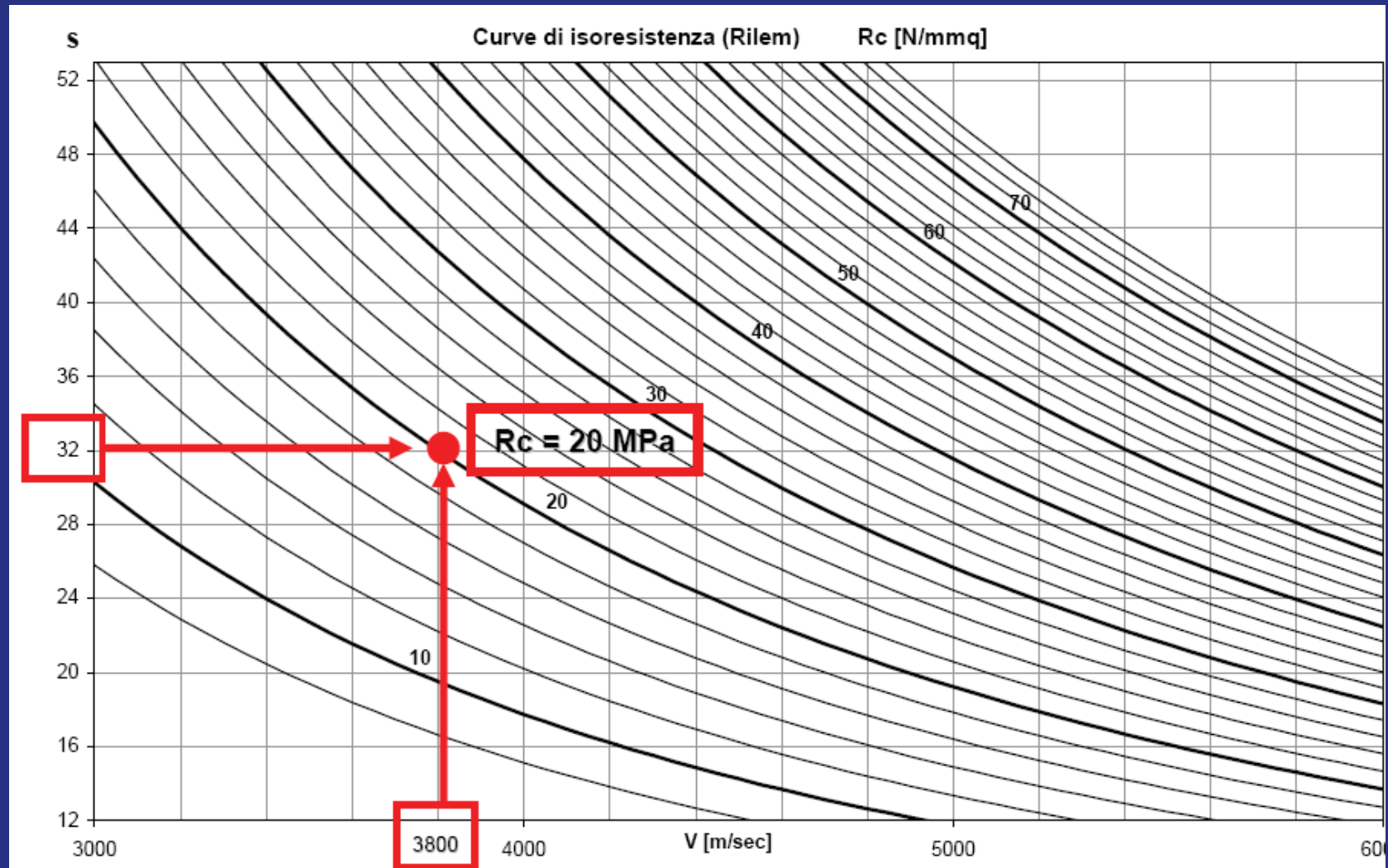
Si è infatti notato che il contenuto di umidità fa sottostimare l'indice sclerometrico e sovrastimare la velocità ultrasonica, e che, all'aumentare dell'età del calcestruzzo, l'indice del sclerometrico aumenta mentre la velocità ultrasonica diminuisce.

L'uso combinato delle due prove consente quindi di compensare in parte gli errori commessi usando singolarmente le due metodologie. L'applicazione del metodo Sonreb richiede la valutazione dei valori locali della velocità ultrasonica V e dell'indice di rimbalzo e S , a partire dai quali è possibile ottenere la resistenza del calcestruzzo R_c mediante espressioni del tipo:

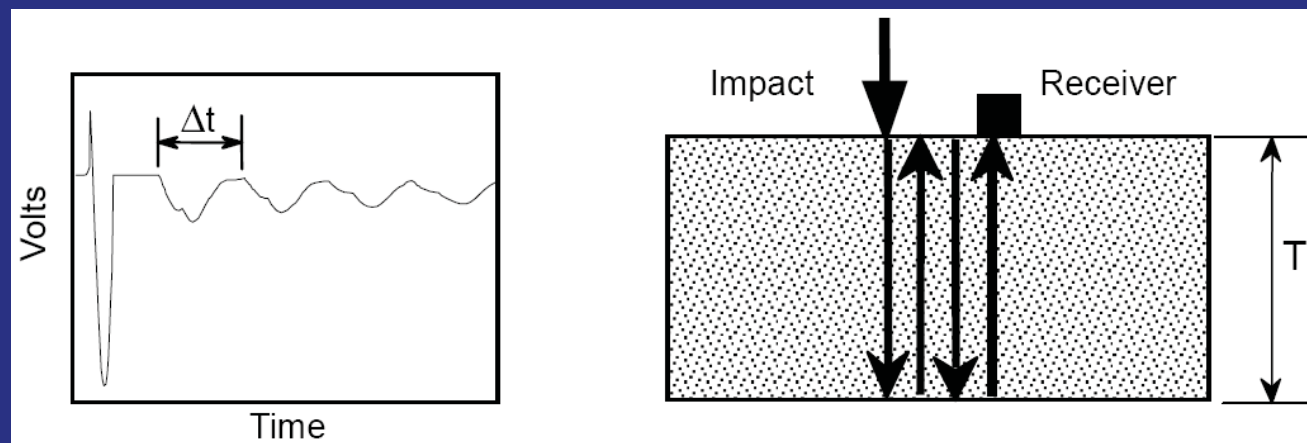
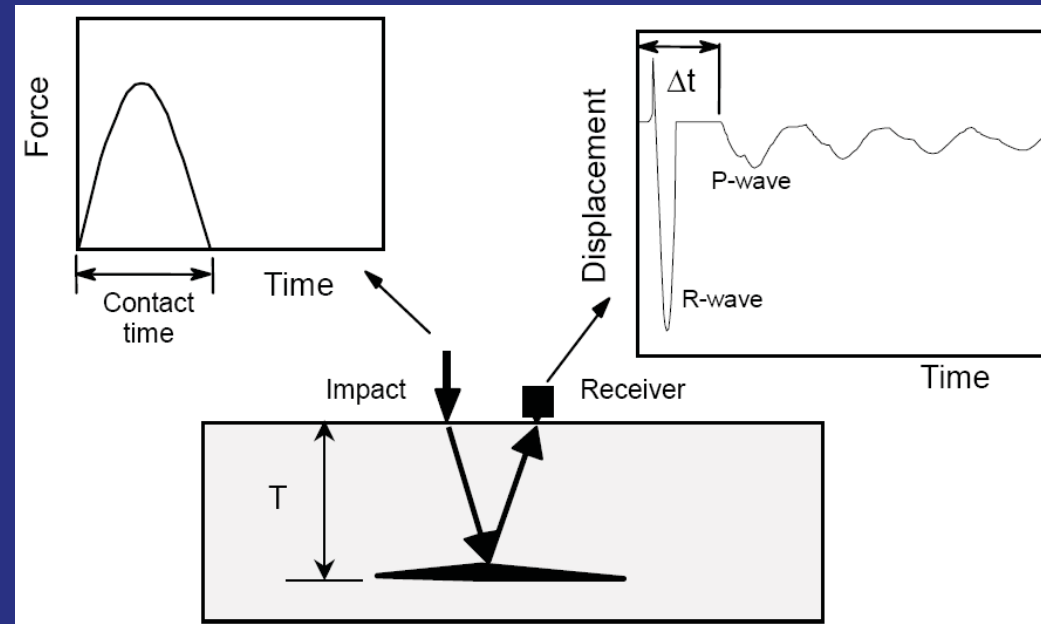
$$R_c = a \times S_b \times V_c$$

TECNICHE DI ISPEZIONE: METODO SONREB

3.



METODI DI ISPEZIONE: IMPACT-ECHO



$$\Delta t = \frac{2T}{C_{pp}}$$

$$f = \frac{1}{\Delta t} = \frac{C_{pp}}{2T} \quad C_p = \sqrt{\frac{E(1-\nu)}{\rho(1+\nu)(1-2\nu)}}$$

- 1. Il metodo ultrasonico rappresenta nell'ambito delle prove non distruttive uno dei metodi maggiormente utilizzati e maggiormente affidabili nella lettura e nell'interpretazione dei risultati. Esiste inoltre una normativa nazionale/internazionale che prende in considerazione alcune delle metodologie presentate.**
- 2. Si sono presentate le principali tecniche ultrasoniche maggiormente usate per la caratterizzazione dei materiali: risultano essere semplici e di immediato impiego.**
- 3. I metodi presentati risultano essere di tipo lineare: possono essere usati come primo approccio per la conoscenza del materiale, per la sua caratterizzazione affinando poi così le conoscenze con i metodi non-lineari.**