



Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino

Appunti universitari

Tesi di laurea

Cartoleria e cancelleria

Stampa file e fotocopie

Print on demand

Rilegature

NUMERO : 121

DATA : 01/07/2011

A P P U N T I

STUDENTE : Piccione

MATERIA : Cantieri 2 appunti
Prof. Caposio

Il presente lavoro nasce dall'impegno dell'autore ed è distribuito in accordo con il Centro Appunti.

Tutti i diritti sono riservati. È vietata qualsiasi riproduzione, copia totale o parziale, dei contenuti inseriti nel presente volume, ivi inclusa la memorizzazione, rielaborazione, diffusione o distribuzione dei contenuti stessi mediante qualunque supporto magnetico o cartaceo, piattaforma tecnologica o rete telematica, senza previa autorizzazione scritta dell'autore.

**ATTENZIONE: QUESTI APPUNTI SONO FATTI DA STUDENTIE NON SONO STATI VISIONATI DAL DOCENTE.
IL NOME DEL PROFESSORE, SERVE SOLO PER IDENTIFICARE IL CORSO.**

Cantieri 2

Progettare e studiare l'elemento nella fase di cantierizzazione: a volte le sollecitazioni sono più gravose che nella fase di esercizio.

Simulazione dinamica → progetto che permette di capire quando e come si avranno dei rischi in fase esecutiva.

1. PREMESSA

Problematiche del processo costruttivo nei cantieri → produzione e controllo materiali.

Un produttore deve garantire la qualità del prodotto di base per assicurare la continuità. Bisogna che sia garantita anche la qualità del prodotto finito (resistenza meccanica e lavorabilità).

- modelli di mix-design
- modelli di controllo qualità
- standard normativo

2. PROGRAMMA

- ① UNITÀ QUADRO NORMATIVO
- ② UNITÀ PRODUZIONE E CANTIERE PER OPERE
IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO
- ③ " " " " "
" " " BITUMINOSO
- ④ SICUREZZA NEI CANTIERI
- ⑤ COLLAUDI → obbligo verifiche del calcolo

Bisogna dimensionare l'opera nelle peggiori
condizioni possibili

Il collaudatore, nominato in corso d'opera, ha
l'obbligo di verificare la stabilità dell'opera
e i materiali (- prove) → collaudo statico

Bisogna quindi fare verifiche di carattere tecnico -
amministrativo (anche degli impianti, ecc.)

LEGGE 626

Tematica di gestione del fatto costruttivo nell'ambiente di lavoro

LEGGE 494

Recepisce la direttiva CEE: regolamentazione dei cantieri temporanei e mobili. Tratta anche il fatto costruttivo

DPR 222 (31/1/2003)

Definisce i contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieri temporanei o mobili

Il coordinatore per la progettazione deve redigere il piano di sicurezza e coordinamento PSC

Per le varie fasi bisogna rilevare i rischi esecutivi e progettare la sicurezza per contenere il più possibile i danni.

LEGGE 123

Delega al governo per il riassetto e la riforma della normativa in materia



D.LGS 81 : TESTO UNICO SULLA SALUTE E SICUREZZA SUL LAVORO (9/1/2008)

Fornisce le regole strumentali per fare un progetto di sicurezza, ma non è esaustivo

ITER LEGISLATIVO

D.M. 9/1/1996

Concazione delle tensioni ammissibili.

Alternativo sino al 30/6/2009

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (D.M. 14/9/2005)

Entra in vigore nel 23/11/05 ed è sperimentale per 18 mesi; viene prorogato fino al 31/12/07.

NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

(D.M. 14/1/2008)

Entra in vigore nel 5/3/08 ed è prorogato fino al 30/6/09.

Riclassificazione del territorio nazionale in base ai livelli sismici

Decreto milleproroghe (D.M. 27/12/09)

Proroga la coerenza delle nuove norme tecniche fino al 30/6/2010

Istruzioni per l'applicazione del D.M. 14/1/08:
circolare 2/2/09

Commissione ambiente della camera 8/4/09,

in conseguenza dei fatti dell'Abruzzo, abroga la proroga fino al 30/6/10 spostandola al 1/7/09

DM. 4/5/1990

Aggiornamento norme tecniche per progettazione, esecuzione e collaudo di ponti stradali

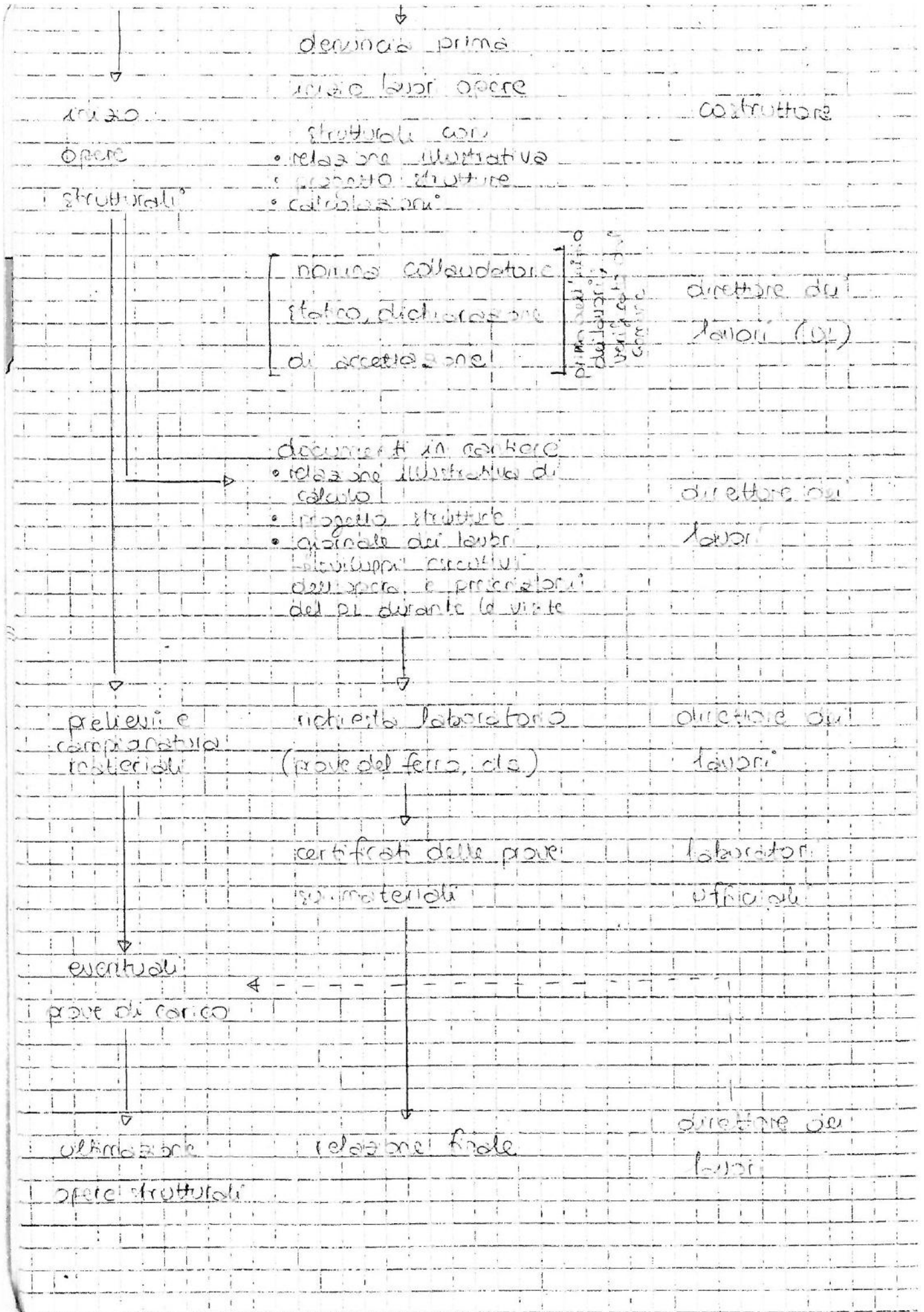
QUADRO NORMATIVO VIGENTE

D.P.R. 6/6/2001 n. 380

Testo unico disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia. In particolare procedura di denuncia e verifica materiali, prescrizioni per zone sismiche, ecc sono trattati nella parte II

ORDINANZA CONSIGLIO MINISTRI 20/3/2003 n. 3274

Classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche → delegati alla regione



Il vaglio più complesso è quello finanziario:
controllo del processo del flusso di cassa

quadro economico
di spesa

costo di costruzione = costo opera + sicurezza

+

somme a disposizione (es. IVA)

+

costi progetto, collaudo, somme per gli espropri...

Meccanismo di revisione del prezzo: il prezzo fisso può essere revisionato in base alla sua variabilità (ripianamento oneri).

Bandito pubblico → prezzo chiuso.

Se il tasso di inflazione supera il 2%,

l'impresa ha diritto alla revisione del prezzo

fino al 2%.

Il finanziatore si deve occupare non solo della fase esecutiva ma anche di quella manutentiva.

Analista di progetto: prepara il progetto finanziario.

Progettista architettonico - impianti: si occupa del contesto del progetto → specifiche geometriche, caratteristiche e dimensionamento impianti.

Progettista opere strutturali: si occupa anche del mix-design.

Progettista costruttivo: in genere fa parte dell'impresa. Il progetto costruttivo è un adattamento dell'esecutivo. Ha tolleranza costruttiva.

Gli attestati di conformità vengono rilasciati da organismi riconosciuti

ALLEGATO A

Caratteristiche:

- resistenza meccanica e stabilità
- sicurezza in caso di incendio
- igiene, salute e ambiente
- sicurezza di utilizzo
- protezione contro il rumore
- risparmio energetico e isolamento termico

1. Identificazione e qualificazione

Nel Capitolato c'è la descrizione del materiale e dei componenti

2. Certificazione

Documento di attestazione di conformità

3. Accettazione del direttore dei lavori

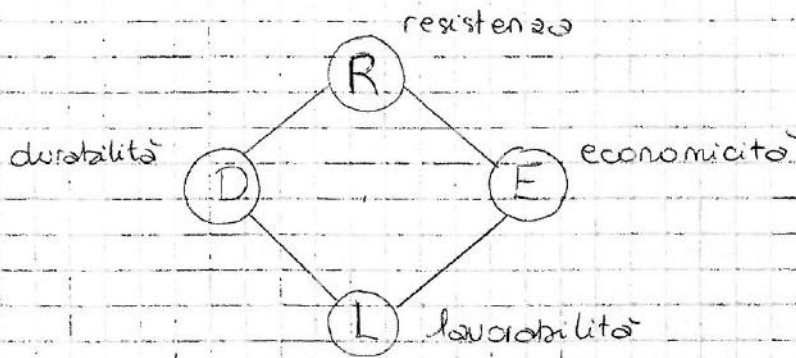
Controlli di accettazione mediante prove

Controllo all'origine:

La durabilità è legata anche alla qualità intrinseca del materiale.

Se si controlla sistematicamente ogni materiale all'origine per vedere com'è costituito, poi si dovranno fare meno controlli in seguito quando li si assemblano.

CARATTERISTICHE PRIMARIE



Non si possono ottimizzare tutti e quattro gli aspetti, bisogna privilegiarli in base alle funzioni obiettivo.

Il primo obiettivo è la resistenza caratteristica, che è fondamentale ai fini dello scopo progettuale.

La durabilità è un parametro che determina il fatto manutentivo. Bisogna valutare il meccanismo di degrado.

I fenomeni principali che avvengono qui all'inizio all'interno del cis:

- carbonatazione
- attacco chimico dei cloruri → controllo del materiale di base (es. accettazione aggregati)

controllo qualità materiale

+

protezione materiale

Controlli di qualità del conglomerato

- DM 5-2-1996 allegato 2
 - 3 fasi per sviluppare la qualità del prodotto
 - ① Studio preliminare di qualificazione
 - ② Controllo di accettazione
 - ③ Prove complementari
- DM 14-1-2008 Nuove norme tecniche per le costruzioni
 - ① Valutazione preliminare della resistenza
 - ② Controllo di produzione e accettazione
 - ③ Prove complementari

La prima cosa di cui si occupa il DL è l'accettazione materiali, che si articola in due passaggi:

- controllo marcatura CE → individua solo le principali caratteristiche prestazionali
- ulteriori verifiche

1. Progettazione preliminare componenti
2. Caratteristiche di accettazione degli aggregati
3. " " " " dei cementi
4. " " " " degli additivi
5. Mix design

Bisogna avere un controllo di tipo sistemico:
tramite prelievo da campionatura, il materiale
deve essere conforme ai requisiti di progetto

UNI 8520/2 (Ottobre 1966)

Divisione in classi per impieghi in cls
di specifiche resistenze

- categoria A per $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$
- categoria B per $15 \leq R_{ck} < 30 \text{ N/mm}^2$
- categoria C per $R_{ck} < 15 \text{ N/mm}^2$

C'è immediata correlazione fra aggregato
e relativo impiego in una specifica classe
di resistenza del cls

Non dice nulla per valori alti di R
(ad es cls 45-50): in tal caso bisogna
fiscalizzare ulteriori prove nella lex specialis.

UNI 8520/2 (Maggio 1994)

Divisione in classi in relazione alle classi
di esposizione: non c'è diretta correla-
zione con la classe di resistenza
meccanica

Il riferimento è alle classi nazionali

umido nei pori entrano acqua e CO_2 .

La CO_2 si combina con la calce libera:

avviene la carbonatazione. Si abbassa il

pH, svanisce la passivazione e l'acciaio

inizia a corrodersi.

(XD)

I cloruri sono presenti nelle acque

usate per confezionare il cls, nel cemento

e a volte negli aggregati, oppure nei

sali disgelanti.

Il cloruro determina reazioni elettrochi-

miche (differenze di potenziale) per cui

si ha una corrosione puntuale. Si ha

un rapido decadimento della sezione:

dove si è in zona tesa si ha rottura

fragile. \rightarrow molto pericoloso (zone resiste)

Nel 1996 si correla la vecchia normativa

nazionale con quella europea in merito

di classi di esposizione e si correla il

tutto con le classi di resistenza meccanica

del cls.

Molte volte la classe di esposizione richiede

resistenza più elevata rispetto a quella

derivata dai calcoli strutturali.

$>$ resistenza \rightarrow $>$ densità \rightarrow $<$ aggressione

Correlazione densità - resistenza meccanica

documentabile:

- riducendo il numero dei vuoti: granulometria ottimale.
- aumentando la massa volumica.

La ghiaia ha una buona granulometria, ma meno massa volumica (più vuoti all'interno dei grani stessi) → bassa resistenza meccanica; è ottima per i cls con resistenza modesta (fino a 45 MPa).

Per cls ad alte prestazioni è meglio usare pietrischi.

Classi granulometriche separate e distinte per ogni aggregato.

Si tende ad avere sabbie monogranulari.

La sabbia di mare non va usata perché contiene cloruri.

Modulo dei vagli = \lg maglia in micrometri $\times 10 + 1$ → modo per rappresentare graficamente la granulometria.

Modulo di finesso = Σ trattenuto totale

EQUIVALENTE IN SABBIA (ES)

Prova per non avere sabbie contenenti argilla
 $ES \geq 80$.

Se $ES < 80$ si usa il bludi meblens per valutare la natura del frissimo.

MINERALI NOCIVI - ESAME PETROGRAFICO

L'aggregato è costituito da minerali che possono essere inerti o reattivi.

Gesso e anidrite regolano il tempo di presa del cemento; per questo la loro quantità deve essere controllata.

Silice reattiva: instabilità ammasso

Miche, scisti: materiali lamellari che possono creare superfici preferenziali di scorrimento.

CONTENUTO DI SOLFATI

2 solfati creano instabilità volumetrica

$$SO_3 \leq 0,20\%$$

CONTENUTO CLORURI SOLUBILI IN ACQUA

RESISTENZA A' CICLI DI GELO E DISGELO

Prova Los Angeles.

D.M. 13 SETTEMBRE 1993

Recepisce la normativa europea riguardo i cementi Portland

n° 595

Leganti idraulici:

- A) Cementi normali e ad alta resistenza
- B) Cementi alluminosi
- C) Cementi per sbarramenti di ritenuta → getti massivi, problema del calore di idratazione
- D) Agglomerati cementizi
- E) Calci idrauliche

Legante = materiale finissimo proveniente dalla macinazione del clinker (calce + allumina + ossido ferrico), che si ottiene dalla cottura ad es. di marne.

Le caratteristiche di legante si manifestano con la reazione con l'acqua. Più il grano è piccolo più la reazione è rapida.

1^a fase: presa → è la fase più delicata, in cui inizia a svilupparsi la resistenza meccanica: non bisogna sottoporre il materiale a sollecitazioni.

2^a fase: indurimento

A) CEMENTI NORMALI E AD ALTA RESISTENZA

21) Cemento Portland: macinazione clinker + gesso o anidrite

22) Cemento pozzolanico: macinazione clinker e pozzolana + gesso o anidrite

23) Cemento d'altoforno: macinazione clinker - loppo basico + gesso o anidrite

B) CEMENTO ALLUMINOSO

Macinazione di clinker costituito da alluminati idraulici di calcio

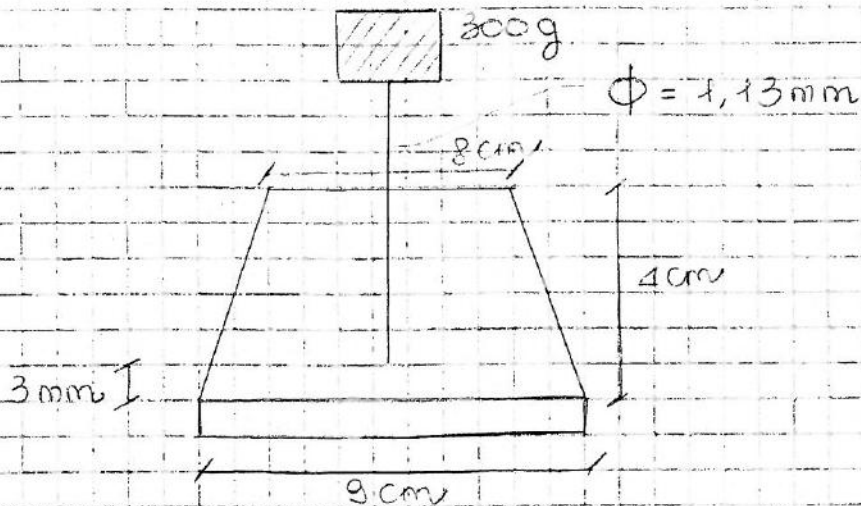
C) CEMENTI PER SBARRAMENTI DI RITENUTA

Cementi normali con valori minimi di resistenza a compressione

Fornitura in sacco da 25 kg con cartellino

- qualità legante
- stabilimento produttore
- quantità acqua

1) Tempo di presa (Ago di Vicat)



Tempo di inizio presa \rightarrow l'ago si ferma a 3mm dal fondo

Fine della presa \rightarrow l'ago si ferma a 0,5 mm

Per cementi normali, ad alta resistenza e per sbarramenti di ritenuta:

- inizio presa 45'
- fine presa < 12 h

Per cemento alluminoso:

- inizio presa 30'
- fine presa < 10 h

3) Macinazione (setacciatura a umido)

Limiti di grandezza del grano di cemento:

$$20 \mu\text{m} - 100 \mu\text{m}$$

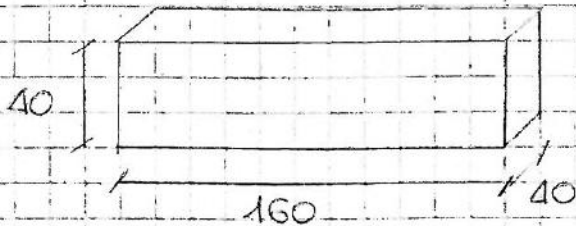
Più il grano è fine, più è reattivo

7 8 Flessione / Compressione

Tali prove si effettuano su malta normale

450 g cemento 1
 225 g H₂O 0,5
 1350 g sabbia normale 3

Prova 160 x 40 x 40



Si sollecitano con un $P(\text{kg}) = 5 \pm 1 \text{ kg/sec}$
 $\rightarrow G_f, G_c$

Così si determinano i valori di resistenza, che devono raggiungere certi standard in relazione ai giorni considerati

malta normale = 2 7 c (28) gg $\rightarrow 32,5 \text{ N/mm}^2$

= alta resistenza = 2 3, 7 (28) gg $\rightarrow 42,5 \text{ N/mm}^2$

= e rapido indurimento =

= 2 24 h, 3, (28), (90) gg \rightarrow solo per sbramenti di ritenute
 \downarrow $52,5 \text{ N/mm}^2$ $\quad \quad \quad 35,0 \text{ N/mm}^2$

Sono indicati i requisiti meccanici e fisici \rightarrow resistenza a compressione, tempo di presa, espansione.

CLASSI DI RESISTENZA

32,5

32,5 R

42,5

42,5 R

52,5

52,5 R

scadenze \rightarrow

2 gg

4 gg \rightarrow

28 gg

solo per il 32,5 per cu, non c'è il 2 gg

ADDITIVI

Gli additivi sono materiali che aggiunti alla miscela ne esaltano una prestazione di interesse.

- ritardanti
- acceleranti
- fluidificanti
- aeranti
- aeranti - fluidificanti
- idrorepellenti
- pigmentanti

modificativi
mix-design

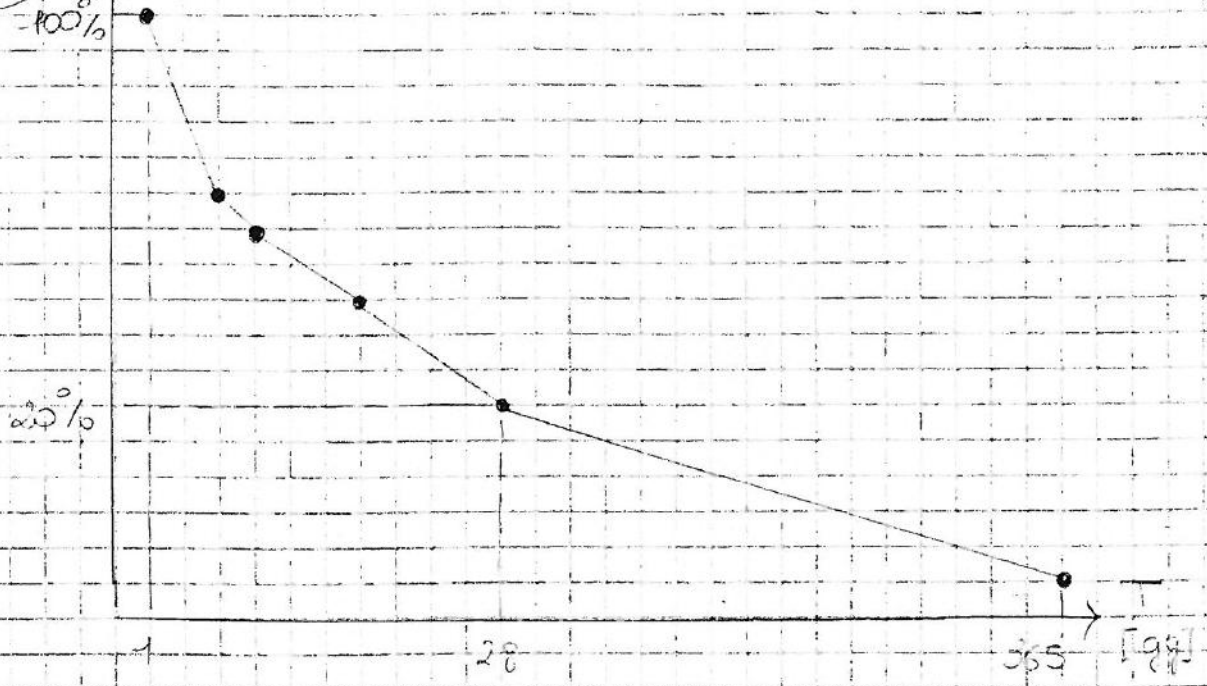
- miglioramento aspetto superficiale
- protezione caratteristiche superficiali - interne

superficiali

es. Cloruro di calcio

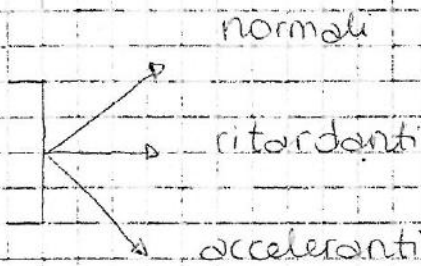
ΔR_e
= 100%

incremento di resistenza meccanica



FLUIDIFICANTI

- generici
- super-fluidificanti



Due finalità

- 1) Riduzione quantità di acqua → stesso lavoro, lavorabilità, maggiore resistenza
- 2) Per quantità di acqua → maggiore lavorabilità, stesso resistenza

- Protezione caratteristiche superficiali / interne
 - stagionanti \rightarrow anti evaporanti $> R_B$

Dosaggi e impieghi

• RITARDANTI

Per getti con elevati tempi di trasporto.

Dosaggi in percentuale sul quantitativo di cemento

• ACCELERANTI DI PRESA

disprezzato

Per getti in gallerie (gunita rivestimento);
per getti per opere idrauliche pronto inter-
vento.

Dosaggi in percentuale sul quantitativo di cemento

Silicato di sodio

rapido
%

istantaneo
%

• ACCELERANTI DI INDIRIMENTO

Impieghi in:

- antigelo

Dosaggi: max 2% (k)

dosaggio cemento

f_b con $< H_2O \rightarrow > R_B$

MIX-DESIGN = fornire all'impresa i quantitativi di materiali

Caratteristiche primarie: resistenza, economicità, lavorabilità, durabilità

Curva granulometrica ideale (distribuzione granulometrica ottimale) = materiale con massima densità (per avere resistenza meccanica ottimale)

permette di ridurre il quantitativo di cemento (economicità) \rightarrow pochi vuoti intergranulari

W. B. Fuller

$$P_i = 100 \sqrt{\frac{d}{D}} \quad \text{percentuale passante}$$

d = diametro setacci

D = diametro max aggregato

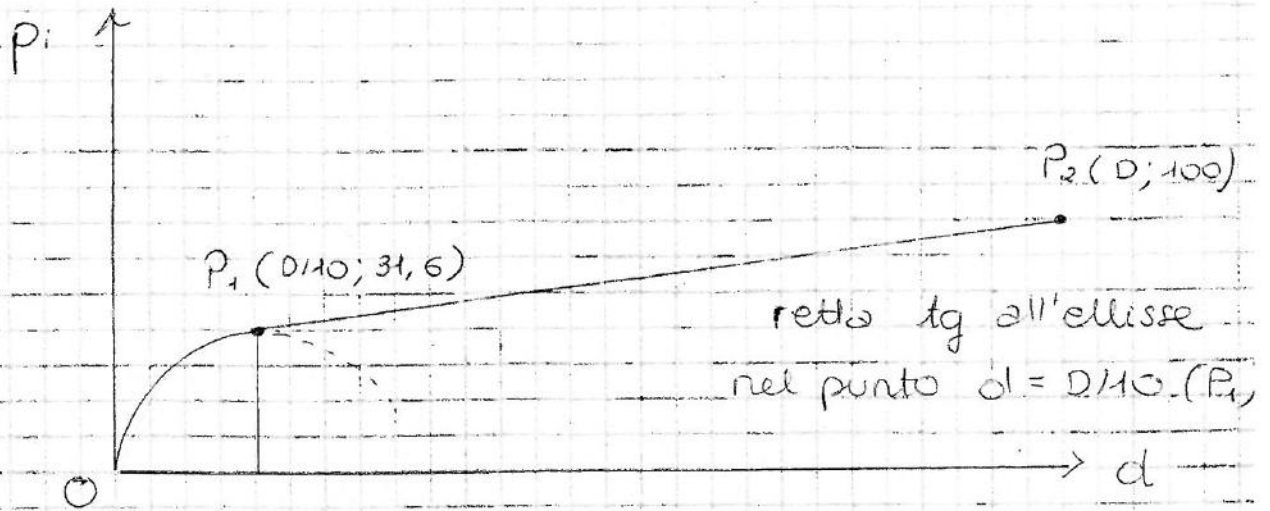
Come si valuta D ?

Bisogna che non sia troppo grande per avere omogeneità dell'elemento.

S = dimensione minima struttura

t = traferro

a = copriferro



Bisogna però studiare la curva in relazione al materiale

Bolomey

$$p_{ic} = [B + (100 - B) \sqrt{\frac{d}{D}}]$$

parametro variabile B

(B) funzione del materiale e della consistenza desiderata	}	5 - 12	ghiaie	{	5 = 8 U 8 = 10 P 10 = 12 F
	}	6 - 14	pietrischi	{	5 = 10 U 10 = 12 P 12 = 14 F

U = 2 cm ± 2

P = 7 cm ± 2

F = 13 cm ± 3

umido

plastico

fluida

} lavorabilità
della miscela

Si decidono R_{ck} e la lavorabilità da ottenere; parametro C variabile → si decide un valore all'inizio, si fanno i conti e si controlla se il risultato è soddisfacente, altrimenti si fissa un altro valore, eccetera (processo iterativo)

QUANTITATIVO DI ACQUA

$$A_{TOT} = A_p + A_b = A_u + A_s \quad (\text{l/m}^3)$$

A_p → acqua di presa, necessario a far avvenire la reazione

A_b → acqua di bagnatura, olio o lubrificare deve essere proporzionale alla superficie specifica dell'aggregato.

A_u → acqua di umidità, che si forma all'interno dell'aggregato

A_s → acqua di saturazione, che si infila nei vuoti permeabili dell'aggregato, è trascurabile

di tipo A.

- volume $> 1500 \text{ m}^3$

Si fa un prelievo ogni 100 m^3 o comunque almeno uno al giorno e ogni 1500 m^3 al massimo si fa il controllo di tipo B

$$R_1 \leq R_2 \leq R_3 \leq \dots \leq R_{(1,4S+n)}$$

$$R_m \geq R_{ck} + 1,4 S R_{ck} \leq R_m - 1,4 S$$

$$R_1 \geq R_{ck} - 3,5$$

S/R_m coefficiente di variazione

$S/R_m > 0,15 \rightarrow$ controlli molto accurati

$S/R_m > 0,30 \rightarrow$ cls non accettabile

Quando l'esito è positivo si procede al collaudo statico che può essere fatto mediante prova di carico o in corso d'opera o quando è terminato.

Se l'esito è negativo il DL ha l'obbligo di fare ulteriori prove complementari e in caso anche queste siano negative:

- dequalificazione opera per danno di minore entità
- lavori di consolidamento per danno recuperabile
- demolizione opera per danno irreversibile

Classificazione conglomerati bituminosi:

- c. bituminosi aperti stoccabili → usati soprattutto d'inverno quando non si possono stendere a caldo per la forte variazione termica
- c. bituminosi semiaperti per strati di base
- c. " semichiusi " " di collegamenti
- c. " chiusi per manti di usura
- pietrischi bituminati
- malte bituminose per manti di usura particolari

Classificazione leganti bituminosi:

- bitume → miscela di idrocarburi con consistenza plastica a temp. ordinarie. A T. elevate si liquefa aumentando di volume: deve rimanere nel conglomerato poiché lo scheletro liscio ha funzione di assorbirlo (curva granulometrica con vuoti)
- asfalto → bitume asfaltico associato a materiale minerale inerte
- catrame → prodotto bituminoso viscoso o liquido
- pece → solido ottenuto da distillazione frazionata di catrami; impermeabile

Prove per le caratteristiche fisiche

- Penetrazione (PEN) → consistenza del materiale a $T = 25^{\circ}\text{C}$ con l'ago di Vicot
- Punto di rammolimento (PR) → transizione da semi-solido a liquido
- Punto di rottura freass (PRF) → T più bassa che provoca la fessurazione
- Duttilità → allungamento massimo senza rottura a 25°C
- Viscosità → per bitumi liquidi BK
- Adesione → prova complementare

(BN) Bitume Normale → non soddisfa in genere PR e PRF → si fanno aggiunte di filler, materiale frassino di tipo basico che indurisce il bitume conferendogli PR più elevato. PRF rimane invariato
→ si consiglia di usare un bitume molle che resiste bene a T basse e poi aggiungere il filler per aumentare PR.

Aumento di T :

- aumento volume
 - = volatilità
 - = penetrazione
 - = duttilità
 - diminuzione viscosità
 - = massa volumica
 - variazione proprietà leganti
- } del bitume

Un buon modo per migliorare α è quello di usare bitumi ossidati (BO) mediante ossidazione del materiale

Nomogramma con indice di penetrazione che serve a capire qual è il bitume da usare.

② CURVA GRANULOMETRICA

A differenza del conglomerato cementizio non viene ricercata la massima densità
→ curve più chiuse (sopra la max densità)
o più aperte (sotto la max densità)
rispetto alla curva ideale.

Non si usa l'aggregato tondeggianti ma il pietrisco che dà più aderenza e permeabilità.

Per il calcolo della percentuale in passante della curva si usa sempre la curva del tuller ma il diametro max dell'aggregato non deve essere $> \frac{1}{2}$ o $\frac{2}{3}$ dello spessore franto dello strato.

- 12 sabbia fine
- 135 fuor

④ PROVA DI STABILITÀ MARSHALL

Prova a compressione per determinare la forza di rottura (stabilità) e la deformazione diametrica (scorrimento)

⑤ OTTIMIZZAZIONE DELLA PROGETTAZIONE

Ottimizzazione quantità di bitume \rightarrow eccesso o difetto di bitume può provocare perdita di materiale o bassa resistenza e bassa quantità legante

- sui grafici in fine della massa volumica dell'impasto, della stabilità Marshall dei vuoti residui, dei vuoti riempiti con bitume trovare valori diversi di % di bitume
- fare la media delle percentuali per trovare la % di bitume ottimizzata
- entrare nel grafico dello scorrimento Marshall con la % ottimizzata
- rientrare in tutti gli altri grafici con il nuovo valore di % di bitume e trovare i valori ottimizzati dei parametri