

## Il geologo al lavoro : le opere pubbliche stradali.

Una delle caratteristiche del mondo occidentale moderno é la velocità; velocità negli scambi, nelle transazioni economiche e soprattutto negli spostamenti delle persone.

Per capire se una nazione é ricca e moderna basta osservare la quantità e la qualità delle sue strade. Fin dall'antichità la costruzione delle infrastrutture era dominio esclusivo di chi governava ed era uno dei modi per potere rappresentare il potere e la grandezza di quella civiltà.

Basta citare le piramidi d'Egitto per avere un esempio concreto di opera pubblica realizzata da un'intera "casta" con uno scopo sociale ed in questo caso anche religioso.

Dobbiamo aspettare l'impero romano per vedere nascere il concetto di velocità. Le strade romane furono il vero motore dell'espansione dell'impero; delle linee dove le legioni ma soprattutto i carri con le merci dovevano percorrere rapidamente le distanze loro imposte per arrivare a destinazione nel minor tempo possibile.

Nasce così l'idea di opera pubblica, o se vogliamo di "Pubblica utilità", cioè opera destinata ad un numero indeterminato di persone (basti pensare al numero di utilizzatori delle nostre autostrade soprattutto in estate).

Oggi giorno la progettazione e la realizzazione di una strada segue quasi la stessa idea ma con una variabile in più: "il numero di utenti da soddisfare" , un'autostrada non viene costruita per collegare due villaggi di poche anime.

Il primo passo, quando un ente decide la realizzazione di una strada, é dato dalla progettazione preliminare, segue poi la progettazione definitiva ed infine la realizzazione dell'opera.

Nelle fasi di progettazione vengono studiati sia gli impatti economici che tecnici in modo da avere un quadro completo sulla realizzazione.

Varie professioni sono chiamate a dare il proprio contributo lungo tutta la fase di progettazione, tra cui il geologo. Egli analizza gli impatti ambientali, strutturali e idrogeologici, in modo da ridurre i rischi.

Una volta deciso il tracciato e trovati i finanziamenti necessari alla realizzazione dell'opera, il cantiere può iniziare.

I primi operatori ad arrivare sul sito sono i topografi e i geologi delle ditte che hanno vinto la gara d'appalto; il topografo traccia sul terreno l'asse autostradale e lo materializza con dei picchetti, uno ogni 50 metri; una volta materializzato l'asse, segue la larghezza del tracciato con un'altra serie di picchetti.

Finita questa prima fase, la parola passa al geologo – geotecnico; una serie di sondaggi vengono eseguiti lungo tutto il tratto con il prelievo di una certa massa di sedimento da analizzare.

Bisogna fare, a questo punto, una precisazione; il rilevamento geologico impone una nomenclatura molto complessa, i sedimenti sono definiti tramite l'identificazione mineralogica, paleontologica e sedimentaria ed ogni strato deve essere datato secondo la scala stratigrafica ( per esempio: calcare oolitico del plio-pleistocene, fliș argilloso del trias, calcarenite foraminifera del messiniano...). Questo tipo di nomenclatura non viene utilizzata in geotecnica; con il tempo, gli addetti ai lavori hanno imposto una suddivisione dei sedimenti semplificata, meno complessa, dove le caratteristiche utili si riassumono con una semplice sigla.

Una volta raccolti, i sedimenti vengono trasportati nel laboratorio per essere sottoposti ad una serie di analisi volte a determinare le caratteristiche geotecniche.

I sedimenti vengono quindi suddivisi in 6 categorie principali, secondo il risultato dell'analisi granulometrica e della loro natura mineralogica:

di tipo **A** (i limi ed i sedimenti argillosi) dove il passante\* a 80 micron rappresenta più dell'80% della massa totale

di tipo **B** (i sedimenti sabbiosi), dove la frazione che si trova tra il passante a 5mm ed il rimanente\* a 80 micron rappresenta più del 50% della massa totale ed il passante a 80 micron é inferiore a 35%.

di tipo **C** (i conglomerati), dove il passante 5 mm rappresenta meno del 15% della massa totale ed il rimanente a 50 mm rappresenta più del 50%.

di tipo **D** (sedimenti insensibili all'acqua) dove il passante a 80 micron é quasi inesistente.

di tipo **R** (le rocce dure e compatte), sedimenti che necessitano dell'esplosivo per essere estratti.

di tipo **F** i sedimenti organici e sottoprodotti industriali.

Ogni categoria viene a sua volta suddivisa in sottoclassi in modo da avere una classificazione abbastanza ampia per potere riutilizzare i sedimenti nelle varie fasi della realizzazione.

**\*Passante:** frazione che cade da un setaccio / **Rimanente:** frazione che rimane sul setaccio.

**\*\*** 1% di calce viva  $\approx 6 \text{ kg/m}^2$  per uno strato di 35 cm.

Le sottoclassi vengono identificate con i numeri e vanno da **1 a 4** per il tipo **A**, da **1 a 2** per il tipo **C** da **1 a 3** per il tipo **D**; da **1 a 6** per il tipo **B** ed il tipo **R**, il tipo **F** non ha sottoclassi.

Oltre all'analisi granulometrica la seconda variabile importante è l'umidità naturale; per calcolarla basta prendere una piccola massa del sedimento appena estratto dal terreno, pesarlo, ed infine metterlo in una stufa ventilata per 24. La differenza di peso eseguita sul sedimento prima e dopo essiccazione ci dà l'umidità naturale del sedimento, ed è espresso in percentuale.

I terreni di tipo **A** sono dei sedimenti plastici molto sensibili all'umidità, la sottoclasse viene appunto definita mediante questa variabile. Per fare un esempio, il sedimento **A4** è, per definizione, un'argilla estremamente plastica e molle, tanto che i mezzi meccanici utilizzati per il movimento terra scivolano e vi rimangono impantanati; invece, il sedimento **A1** è un limo poco plastico; sia il sedimento **A1** che **A4** sono difficilmente utilizzabili allo stato naturale.

Il sedimento **A2** è il migliore della classe **A**, presenta un grado di coesione ed un'umidità tale da essere utilizzato allo stato naturale ed in qualsiasi condizione; il sedimento **A3** invece ha un grado di plasticità superiore all'**A2** e può essere utilizzato solo d'estate quando l'evaporazione è così importante da rendere le sue caratteristiche simili all'**A2**; se, invece, fosse utilizzato in inverno oppure quando piove, le sue caratteristiche sarebbero simili a quelle dell'**A4** e quindi inutilizzabile. Per i terreni estremi della classe **A**, il loro utilizzo è subordinato ad un trattamento esterno dagli addetti ai lavori: il sedimento **A1** deve essere bagnato, il sedimento **A4** deve essere prosciugato.

Il prosciugamento avviene tramite un processo chimico-fisico molto semplice; all'argilla viene mescolata della calce viva (CaO), questa a contatto con l'acqua si trasforma in carbonato di calcio (CaCO<sub>3</sub>) in una reazione esotermica. *1% di calce viva\*\** riesce a diminuire del 3% l'umidità del sedimento perché la reazione produce 3 effetti maggiori e distinti tra di loro :

- 1) produzione di calore dalla reazione esotermica e contestuale evaporazione dell'acqua in esubero
- 2) introduzione di massa secca (la calce viva) che aumenta la massa rispetto all'acqua rimanente
- 3) formazione di carbonato di calcio (CaCO<sub>3</sub>) che aumenta la coesione del sedimento perché funge da cemento.

I sedimenti di tipo **B** sono dei terreni sabbiosi e presentano 6 sottoclassi distinte:

**B1**: sabbia molto fine con pochissimi ciottoli e pochissimo passante a 80 micron (< 12%).

**B2** : stesse condizioni del **B1** ma con il passante a 80 micron > 12% ma inferiore a 35%.

Sia il **B1** che il **B2** non presentano rimanente a 50mm e pochissimi rimanenti a 5mm.

**B3**: sabbia con passante a 80 micron < 12% e passante a 2 mm > 70%.

**B4**: sabbia con passante a 80 micron < 12% e passante a 2 mm < 70%.

**B5**: sabbia con passante a 80 micron < 35%, questo sedimento viene utilizzato allo stato naturale ed ha le stesse caratteristiche del **A2**.

**B6**: il sedimento **B6** ha le stesse caratteristiche del **B5** ma con una plasticità superiore.

(La plasticità di un sedimento viene definito dai limiti di Atterberg; un terreno limoso - argilloso può esistere, in funzione del suo contenuto d'acqua, allo stato liquido, plastico, semisolido o solido).

I sedimenti **B1**, **B2**, **B3** e **B4**, avendo pochissimo passante a 80 micron, hanno poca coesione; questi sedimenti devono essere mescolati con dei cementi in modo da sostituire la frazione argillosa necessaria all'aggregazione.

I sedimenti di tipo **C** sono delle ghiaie con i ciottoli ± arrotondati e si distinguono 2 sottoclassi:

**C1** : ghiaia con passante a 80 micron < 12 % et trattenuto a 50mm > 80% con i ciottoli arrotondati.

**C2** : ghiaia con passante a 80 micron < 12% e trattenuto a 50mm < 80% ma con i ciottoli spigolosi.

I sedimenti di tipo **D** differiscono dal tipo **C** perché non hanno nessuna coesione, sono delle ghiaie dove il trattenuto a 50 mm è quasi assente (a differenza di **C** dove il trattenuto a 50mm rappresenta la parte più importante); il sedimento **D** ha 3 sottoclassi:

**D1** : sedimento con granuli di dimensione massima < 50 mm e trattenuto a 2mm > 70%

**D2** : sedimento con granuli di dimensione massima < 50 mm e trattenuto a 2mm < 70%

**D3** : sedimento formato da ciottoli dalle stesse dimensioni (ghiaia calibrata).

I sedimenti **C** e **D** sembrano gli stessi, però hanno una caratteristica che li differenzia, nel **D** il passante a 80 micron è pressoché assente tanto da dargli una permeabilità molto alta, infatti viene utilizzato nelle zone sottostanti del complesso stradale, soprattutto nelle parti che devono drenare importanti volumi di acqua ( per esempio nelle vicinanze di sorgenti) cosa che non può fare il sedimento **C** data la presenza di particelle fini (passante a 80 micron < 12%).

Il sedimento **R** è formato da qualsiasi tipo di roccia dura e compatta. Se per gli altri sedimenti i mezzi meccanici del movimento terra possono iniziare ad estrarli allo stato naturale, i sedimenti **R** devono prima essere frantumati; a tale scopo viene utilizzata la dinamite che frantuma la roccia in blocchi di dimensioni tali da essere utilizzati per la realizzazione dell'impalcatura autostradale. Le

\***Passante**: frazione che cade da un setaccio / **Rimanente**: frazione che rimane sul setaccio.

\*\* 1% di calce viva ≈ 6 kg/m<sup>2</sup> per uno strato di 35 cm.

dimensioni dei blocchi si possono programmare tramite la disposizione della dinamite nel terreno e soprattutto tramite le microesplosioni a tempo differenziato. Le sottoclassi della categoria **R** vengono definite a seconda della natura evolutiva della roccia: si passa dalle rocce **R1**, quelle friabili, fino ad arrivare alle rocce **R6**, rocce dure e compatte (graniti, basalti..)  
Unica eccezione del gruppo é data dal sedimento **R5**, sedimenti ricchi di salgemma o di gessi, questi sedimenti vengono scartati a prescindere dalla loro natura perché sono solubili a contatto con l'acqua e si degradano molto più rapidamente dagli altri

Terminiamo questa lista con i sedimenti di tipo **F**; questi sono sedimenti molto particolari ed inglobano gli scarti industriali, come per esempio gli scisti di miniera, gli scarti degli altoforni e i sedimenti di antiche discariche urbane.... tutti i sedimenti del tipo **F** vengono scartati e messi in depositi definitivi. Il loro utilizzo non é permesso perché sono molto inquinanti e poco stabili.

Finita la fase dell'identificazione, la parola passa alle macchine e alle persone che le guidano. Camion, scavatori, trattori e pale meccaniche si mettono in moto per spostare le colline in esubero e, al tempo stesso, colmare gli avvallamenti in modo da ottenere una impalcatura fatta a strati (il nome strada deriva appunto dal latino "strata" cioè fatta a strati); ad ogni strato viene utilizzato il rullo, grosso trattore con uno o due cilindri d'acciaio che compattano gli strati uno sull'altro, in modo da dare stabilità alla struttura. Ultima fase é la deposizione dello strato d'asfalto che omogenizza la careggiata e permette lo scivolamento dei pneumatici con il minor attrito possibile. E adesso tutti in macchina e buon viaggio.

Calogero Galletta  
geologo

\***Passante**: frazione che cade da un setaccio / **Rimanente**: frazione che rimane sul setaccio.

\*\* 1% di calce viva  $\approx 6 \text{ kg/m}^2$  per uno strato di 35 cm.