



JET GROUTING

NOTE ESPLICATIVE SULLA TECNICA "JET GROUTING"

Le operazioni previste da questa tecnologia si articolano essenzialmente attraverso due fasi:

I FASE

Fase di perforazione: inserimento, con perforazione a distruzione di nucleo, di una batteria di aste nel terreno sino alla profondità di trattamento richiesta dal progetto.

L'estremità inferiore della batteria è munita di una testa di perforazione e di una particolare valvola eiettrice che porta uno o più ugelli ortogonali all'asse della batteria.

ILLUSTRATION OF THE "JET GROUTING" TECHNIQUE

The operations envisaged by this technology are divided essentially in two phases:

I PHASE

Drilling phase: Introduction, with core-destruction drilling, of a rod series into the soil down to the depth of treatment requested by the project. The lower end of the rod series is equipped with a drilling head and a special ejector valve carrying one or more nozzles orthogonal to the rod axis.



II FASE

Fase di estrazione ed iniezione programmata: l'iniezione della miscela a pressione elevatissima avviene durante la fase di estrazione della batteria.

È in questa fase che mediante l'insistenza del getto in una certa direzione per un certo intervallo di tempo, effetto ottenibile agendo sulla velocità di estrazione e di rotazione della batteria di aste, è possibile ottenere volumi di terreno trattato della forma e delle dimensioni desiderate.

II PHASE

Extraction phase with simultaneous injection: the high-pressure injection of the mixture takes place during the battery-extraction phase.

It is during this phase that, by means of persistence of the jet in a certain direction for a certain period of time, achieved by acting upon the speed of extraction and, when necessary, of rotation of the rod series, it is possible to obtain volumes of treated soil of the desired shape and dimension.



EFFETTO DELL'INIEZIONE

La proiezione delle miscele ad altissima velocità attraverso gli ugelli, per effetto delle forti energie in gioco, permette di modificare l'assetto naturale e le caratteristiche meccaniche del terreno nel senso desiderato a seconda delle miscele impiegate (miscele di cemento, bentonite, acqua, miscele chimiche, ecc.).

EFFECT OF THE INJECTION

The high-speed projection of the binder mixtures through the nozzles, owing to the high pressures created, allows the required modification of the natural attitude and the mechanical characteristics of the soil, changing according to the mixtures used (cement, bentonite, water mixtures, chemical mixtures etc.).



RAGGIO D'AZIONE

Il raggio d'azione R_a del getto risulta principalmente funzione della pressione di lavoro (P), del tempo di iniezione (t), della resistenza al taglio del terreno in posto (T_o) del diametro degli ugelli (φ_u) e della densità di miscela (μ).

$$R_a = f(P, t, T_o, \varphi_u, \mu).$$

RADIUS OF ACTION

The radius of action R_a of the jet depends mainly upon the work pressure (P), the time of injection (t), the shearing strength of the soil on site (T_o), the diameter of the nozzles (φ_u) and the density of the mixture (μ).

$$R_a = f(P, t, T_o, \varphi_u, \mu).$$



PRESSIONE DI LAVORO (P)

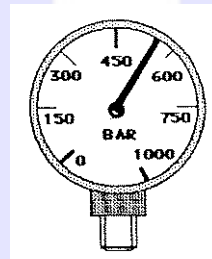
La pressione di lavoro che viene generata da una speciale pompa, può variare da 300 a 500 atm. a seconda della necessità; tale pressione si trasforma in energia cinetica all'uscita dagli ugelli.

Quindi la miscela iniettata attraverso gli ugelli diventa una proiezione di un liquido ad altissima velocità con pressione decrescente fino a zero.

WORK PRESSURE (P)

The work pressure generated by a special pump, can vary between 300 and 500 atm. according to requirement; this pressure turns into kinetic Energy at the nozzles outlet.

Therefore the mixture injected through the nozzles becomes a projection of high-speed liquid with pressure decreasing down to zero.



TECNICHE

Le tecniche di Jet grouting vengono classificate in base al numero di fluidi immessi durante il trattamento:

- **Monofluido:** la miscela cementizia viene utilizzata come agente disgregante e consolidante (**JET 1**)
- **Bifluido:** aria compressa e miscela cementizia vengono utilizzate come agente disgregante e consolidante (**JET 2**)
- **Trifluido:** acqua e aria compressa fungono da agenti di disgregazione, mentre la miscela cementizia viene utilizzata come agente disgregante e consolidante (**JET 3**)

TECHNIQUES

The Jet-grouting techniques are classified depending on the number of fluids injected during treatment:

- **Mono-fluid system:** cement grout is used as breaking-up and consolidation agent (**JET 1**)
- **Bi-fluid system:** cement grout and air are used as breaking-up and consolidation agent (**JET 2**)
- **Triple-fluid system:** water and air are used as breaking-up agents, while the cement grout is used as consolidation agent (**JET 3**)

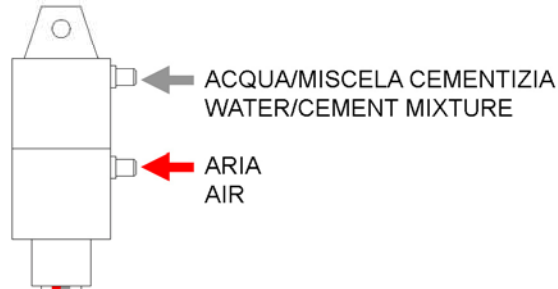
JET 1



PARAMETRI OPERATIVI STANDARD JET 1
JET 1 Std. OPERATION PARAMETERS

	Pressione/ Pressure	Portata/ Flow rate
ACQUA/MISCELA CEMENTIZIA WATER/CEMENT MIXTURE	350 ÷ 500 bar	150 ÷ 400 lt/min

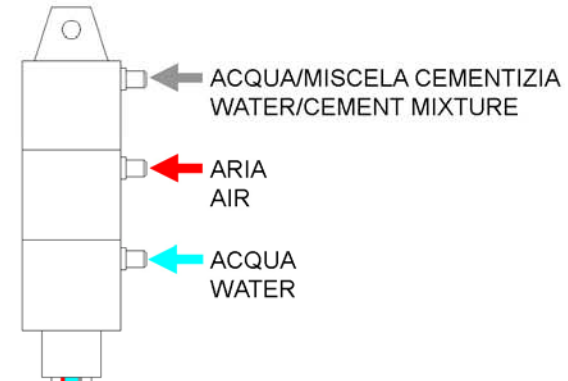
JET 2



PARAMETRI OPERATIVI STANDARD JET 2
JET 2 Std. OPERATION PARAMETERS

	Pressione/ Pressure	Portata/ Flow rate
ARIA AIR	7 ÷ 20 bar	8 ÷ 22 m ³ /min
ACQUA/MISCELA CEMENTIZIA WATER/CEMENT MIXTURE	350 ÷ 500 bar	250 ÷ 600 lt/min

JET 3




PARAMETRI OPERATIVI STANDARD JET 3
JET 3 Std. OPERATION PARAMETERS

	Pressione/ Pressure	Portata/ Flow rate
ARIA AIR	7 ÷ 20 bar	8 ÷ 22 m ³ /min
ACQUA WATER	350 ÷ 500 bar	200 ÷ 400 lt/min
ACQUA/MISCELA CEMENTIZIA WATER/CEMENT MIXTURE	100 ÷ 150 bar	200 ÷ 400 lt/min

LEGENDA/LEGEND

 ACQUA/MISCELA CEMENTIZIA
WATER/CEMENT MIXTURE

 ARIA/AIR

 ACQUA/WATER

ASSENZA DI EFFETTI COLLATERALI NOCIVI ALLA STABILITÀ DI STRUTTURE PREESISTENTI

Il getto ad alta energia produce un mescolamento del terreno ed un "claquage" continuo e sistematico con solo effetto locale all'interno del Ra senza che si manifestino fenomeni deformativi in superficie con conseguenze negative sulla stabilità delle costruzioni limitrofe.

PRODUZIONE

La produzione media di trattamento è condizionata dai tempi di perforazione che possono variare notevolmente a seconda del tipo di terreno mentre i tempi di iniezione sono fissati secondo le necessità progettuali.

ABSENCE OF HARMFUL SIDE-EFFECTS UPON THE STABILITY OF PRE-EXISTING STRUCTURES

The high-energy jet causes a a mixing of the soil and a continuous and systematic "claquage" which affects only the area within the Ra without creating strains at ground level with negative consequences upon the stability of adjacent buildings.

OUTPUT

The average output of treatment depends on the drilling times which may vary considerably according to the type of soil, whereas the injection times are set to suit planning requirements.

MISCELE DI INIEZIONE

Le miscele si possono iniettare nei limiti di viscosità pompabile e possono essere di tipo cementizio solitamente con rapporto acqua/cemento 1/1.

I tempi di presa, più o meno rapidi, sono regolabili secondo le prescrizioni progettuali.

RESISTENZE OTTENIBILI

A seconda delle caratteristiche del terreno naturale, del tipo di miscela impiegato e dei parametri di lavoro si possono ottenere nella zona trattata, resistenze alla compressione da 1 a 20 MPa.

Valori di resistenza a compressione non confinata pari a 5 ÷ 15 MPa sono ottenibili in terreni alluvionali grossolani mentre in presenza di litotipi coesivi le resistenze decrescono sensibilmente. I valori medi di permeabilità del terreno variano da 10^{-4} a 10^{-5} cm/sec.

INJECTION MIXTURES

The mixtures can be injected if within the limits of pumpable viscosity and may be of cement type, generally with water/cement ratio of 1/1.

The setting times, which are more or less rapid, are adjustable according to the project instructions.

ACHIEVABLE STRENGTHS

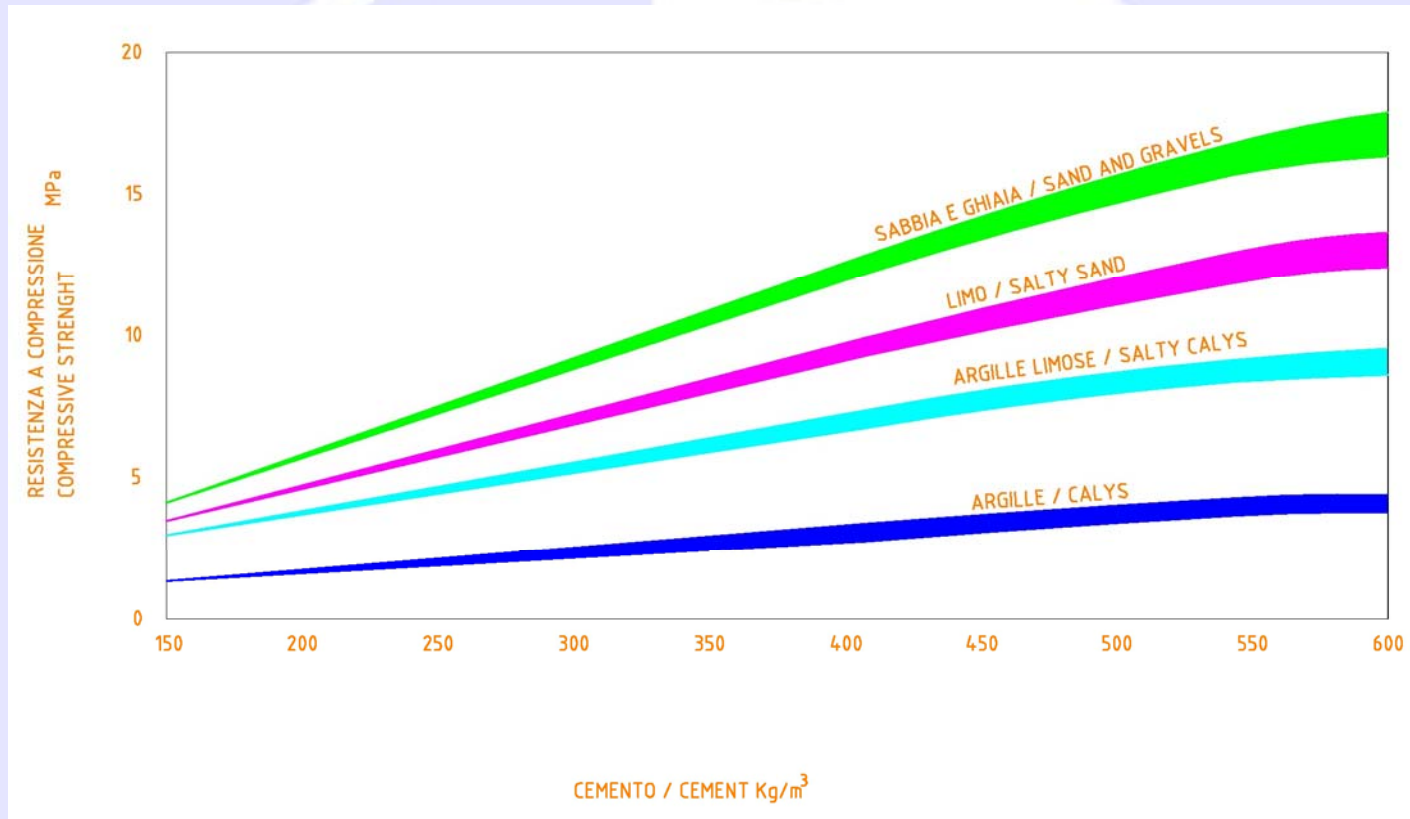
According to the characteristics of the natural soil, the type of mixture used and the work parameters, one can obtain in the area treated compression strengths between 1 and 20 MPa.

Unconfined compression strength values of 5 ÷ 15 MPa can be obtained in alluvial soils, while in the presence of cohesive litotypes they decrease notably.

The treated soil permeability values range on average between $3,3^{-5}$ and $3,3^{-7}$ ft/sec.

RESISTENZA IN FUNZIONE DELLA LITOLOGIA E DELLA QUALITÀ DI CEMENTO

STRENGTH AS A FUNCTION OF DIFFERENT LITOTYPES AND AMOUNT THE CEMENT



POSSIBILITÀ GEOMETRICHE

Agendo opportunamente sui parametri di iniezione è possibile ottenere: diaframmi sottili, cilindri orizzontali e verticali di vario diametro ed in generale forme di qualsiasi geometria.

GEOMETRICAL POSSIBILITIES

By acting suitably on the injection parameters it is possible to achieve: thin diaphragms, horizontal and vertical cylinders of various diameters and, in general, any geometry.

CARATTERISTICHE DELLE ATTREZZATURE

Per l'applicazione economica e corretta di questa tecnica, esistono attrezzature automatizzate ed affidabili che permettono elevate produzioni, limitando l'impiego di operatori al controllo ed alla pulizia dell'impianto.

- La produttività del sistema varia da 10 m³ a 100 m³ di miscela prodotta per ora, in funzione dei parametri di iniezione.
- La pompa ad altissima pressione consente di dosare al meglio portate e pressioni e permette iniezioni monofluido, bifluido e trifluido a portate e pressioni diverse. Le valvole di sicurezza per la massima pressione in caso di occlusione degli ugelli agiscono arrestando la pompa.
- La perforatrice computerizzata permette di eseguire senza operazioni manuali la fase di perforazione e di iniezione secondo i parametri prestabiliti, evitando errori dovuti agli operatori. Essa è collegata tramite cavo alla pompa e arresta l'iniezione in caso di variazione di pressione o di portata della miscela da iniettare garantendo la corretta esecuzione.

CHARACTERISTICS OF THE EQUIPMENTS

For an economic and correct application of this technology, there are automated and reliable equipments which permit high levels of production limiting the operator's work to the control and cleaning of the plant.

- The productivity of the plant varies between 10 m³ and 100 m³ of mixture per hour according the injection parameters.
- The high pressure pump allows the proportion in the best way of discharge and pressure; it enables the injection of one, two or three liquids at different pressure and discharge rates. In case of occlusion of the jets, the safety valves for maximum pressure act on the pump and stop it.
- With the computerized drill the perforation and injection phase are carried out without manual intervention, according to the preset parameters; this avoids errors due to the operators. The drill is electrically linked to the pump and injection is interrupted in case of a change in the discharge or pressure rates: this guarantees the correct execution of the work.

POSSIBILI IMPIEGHI

La varietà dei parametri sui quali si può agire grazie all'impiego di attrezzature computerizzate, la possibilità di introdurre armature all'interno delle colonne, l'impiego di miscele speciali acceleranti o ritardanti etc..., hanno permesso di sostituire in molti casi i metodi tradizionali di consolidamento ed impermeabilizzazione in modo più rapido ed economico.

TEMPO D'INIEZIONE (t)

Il tempo d'iniezione (l'insistenza del getto in una certa direzione) per una data sezione, viene regolato automaticamente, secondo necessità, agendo sulla velocità di estrazione e di rotazione della batteria di aste.

POSSIBLE APPLICATIONS

The variety of parameters on which we can act thanks to the use of computerized equipment, the possibility of introducing reinforcement inside the columns, the use of special accelerating or delaying mixtures etc..., all these factors have allowed in many cases the replacement of traditional methods of consolidation and waterproofing with more rapid and economic ones.

INJECTION TIME (t)

The injection time (the persistence of the jet in a certain direction) for a given section is controlled automatically, according to requirement, by acting upon the speed of extraction and rotation of the rod series.

RESISTENZA AL TAGLIO DEL TERRENO NATURALE (To)

La resistenza al taglio del terreno naturale in posto condiziona la scelta dei valori delle pressioni e dei tempi di lavoro da adottare in fase di risalita programmata.

CONSOLIDAMENTO SOTTO FALDA

La presenza dell'acqua non crea alcun ostacolo all'applicazione del sistema di consolidamento che può essere eseguito anche in concomitanza a moti filtranti ($10^{-2} \div 10^{-1}$ cm./sec.) con l'impiego di particolari miscele che permettono la presa nell'arco di pochi minuti.

PRESSIONI INTERSTIZIALI

La tecnologia, grazie alla varietà dei parametri (correttamente adattati alle caratteristiche del terreno) sui quali si può agire, permette di iniettare senza influenzare le pressioni interstiziali del terreno, al contrario di quanto accade con le iniezioni tradizionali.

SHEARING STRENGTH OF THE NATURAL SOIL (To)

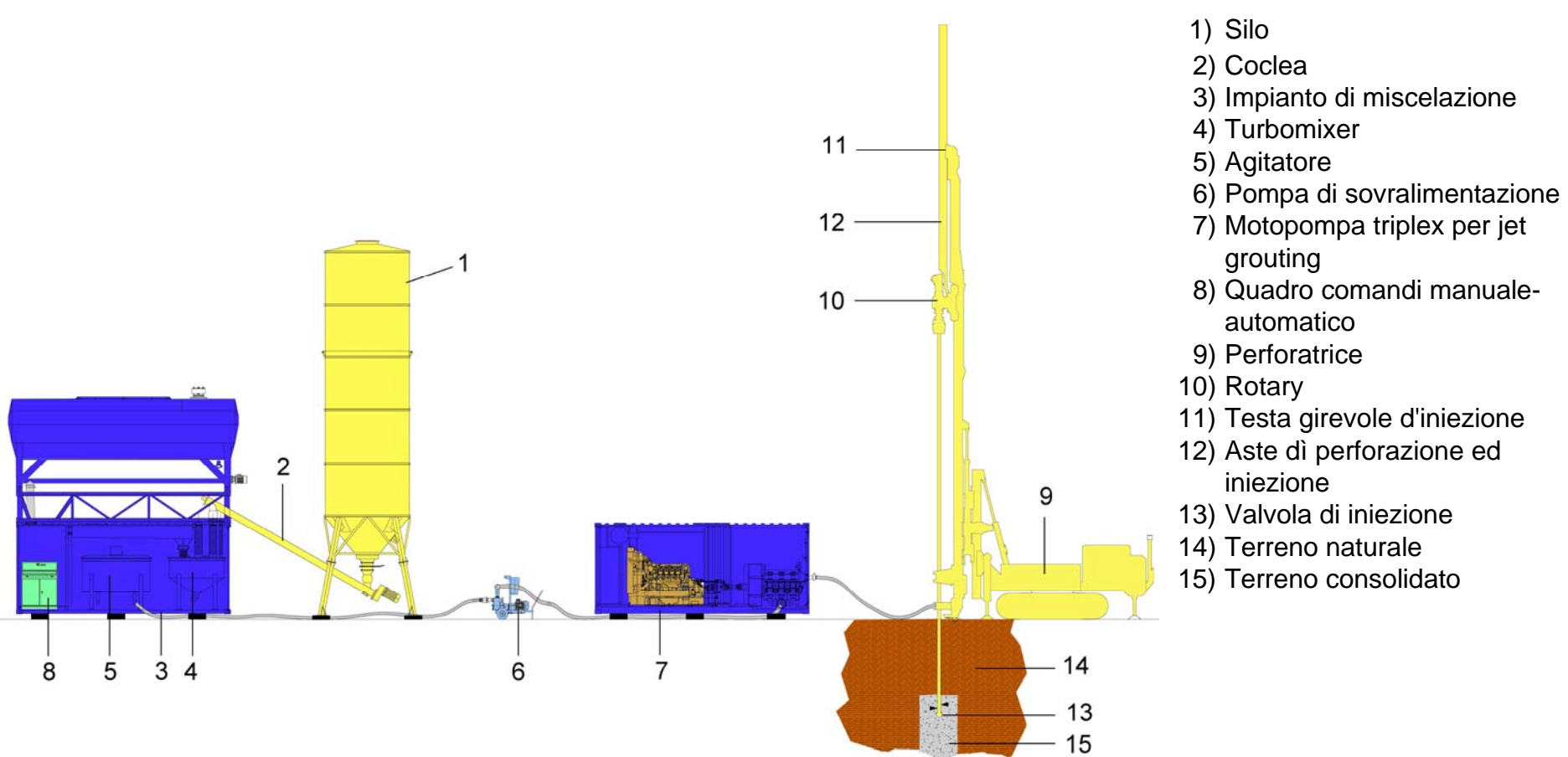
The shearing strength of the natural soil on site conditions the choice of pressure values and work times to be adopted during the programmed upward phase.

CONSOLIDATION UNDER A WATER-BED

The presence of water creates no problems at all in the application of the consolidation system which may also be carried out in the presence of seepages ($10^{-2} \div 10^{-1}$ cm/sec) by using special mixtures which allow setting in just a few minutes.

INTERSTITIAL PRESSURES

Thanks to the variety of parameters (adapted according to the characteristics of the soil) on which we can act, this technology allows injections without affecting the interstitial pressures of the soil, like it happens with traditional injections.

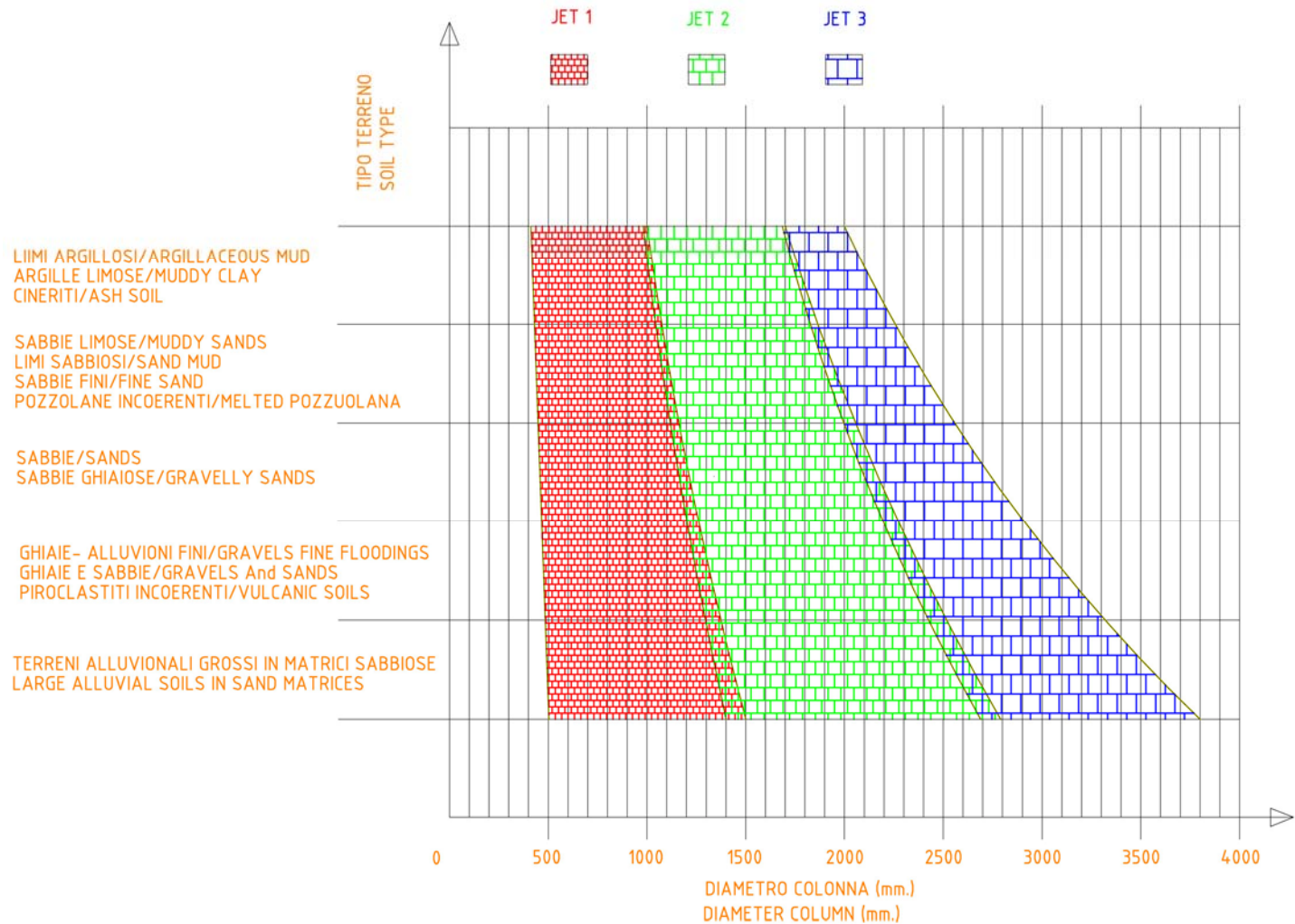


Cantiere standard JET 1 – *JET 1 Standard plant*

- | | | |
|-------------------|--|-----------------------|
| 1) Silo | 7) Triplex motor pump for jet grouting | 13) Injection valve |
| 2) Screw conveyor | 8) Manual-automatic control panel | 14) Natural soil |
| 3) Mixing plant | 9) Drill | 15) Consolidated soil |
| 4) Turbomixer | 10) Rotary | |
| 5) Agitator | 11) Rotating injection head | |
| 6) Booster pump | 12) Drilling and injection rods | |

DIAMETRO TEORICO DELLA COLONNA IN FUNZIONE DEL TIPO DI TERRENO

THEORETICAL DIAMETER OF THE COLUMN IN FUNCTION OF THE TYPE OF SOIL



I DIAMETRI EFFETTIVAMENTE REALIZZABILI PER CIASCUN TIPO DI TERRENO
DIPENDONO SEMPRE DAI PARAMETRI PORTATE/PRESSIONI DI PROGETTO

THE EFFECTIVELY REALIZABLE DIAMETERS FOR EVERY TYPE OF LAND
ALWAYS DEPEND ON PARAMETERS CAPACITIES PLAN PRESSURES

ASTE JET GROUTING – JET GROUTING RODS

Jet 1 (ø 88,9)



Jet 2 (ø 88,9)

Anima acciaio / Steel core



Jet 2 (ø 88,9 / 114,3)

Anima flessibile / Flexible core



Jet 3 (ø 88,9 / 114,3)

