

STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA ED IDROGEOLOGIA

Dott. Geol. Gloria Anna Sordoni - Via Milano n. 16

60037 Monte San Vito (AN) tel. 071/744160

**LAVORI DI RIQUALIFICAZIONE STRUTTURALE
BANCHINE n. 13 - 14 NEL PORTO DI ANCONA**

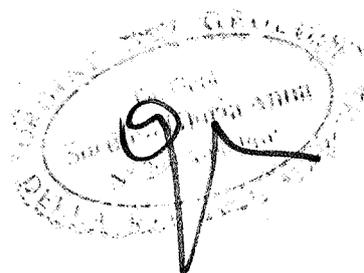
COMMITTENTE :

AUTORITA' PORTUALE DI ANCONA

INDAGINE TECNICO - GEOLOGICA

RELAZIONE

10 GENNAIO 2003



INDAGINE TECNICO - GEOLOGICA
LAVORI DI RIQUALIFICAZIONE STRUTTURALE
BANCHINE n. 13 - 14 NEL PORTO DI ANCONA

COMMITTENTE : AUTORITA' PORTUALE ANCONA

1. **PREMESSA**

Su incarico dell'Autorità Portuale di Ancona, la scrivente ha eseguito una indagine tecnico - geologica in un'area del Porto di Ancona interessata dai lavori di riqualificazione strutturale delle banchine n. 13 e 14 denominate rispettivamente " Molo Santa Maria calata Est " e calata Repubblica ".

L'indagine è effettuata in conformità alle leggi vigenti in materia, e in particolare :

Legge 64 del 02.02.74,

L.R. n. 33 del 03.01.84,

D.M. 24.01.86, D.M. 09.01.87,

Circ. Reg. n. 10 del 10.11.87 (istruzioni al D.M. 21.01.81),

D.M. 11.03.88 e circolare LL.PP. 24.09.88 n. 30483, Circ. Reg. n. 4 del 28.08.88 e Circ. Reg. n. 14 del 16.08.89,

D.M. 16.01.96.

Lo studio si è svolto mediante :

- presa visione di studi ed indagini svolte in zona¹;
- esecuzione di indagini geognostiche e di prove in sito per la caratterizzazione della litologia e della stratigrafia locale;
- esecuzione di prove di laboratorio per la determinazione delle proprietà geotecniche dei terreni presenti.

Sulla base di quanto rilevato in fase di indagine si sono fornite indicazioni sul tipo di fondazione ed eventuali prescrizioni ed accorgimenti tecnici da adottare in fase di edificazione.

A fine relazione sono riportate:

- corografia – scala 1:100.000
- carta geologica – (originale in scala 1:10.000)²
- stralcio aerofotogrammetrico - scala 1:5.000 - Morfologia dell'area
- planimetria - stato di fatto
- planimetria - stato di progetto
- planimetria scala 1:1.000 - riportante l'ubicazione delle prove in sito eseguite
- sezioni geologiche tipo

¹ - Indagine geognostiche presso il porto di Ancona - SICOS (1998)

- Studio geologico per il progetto di realizzazione fronte palancolato banchina 8 - Geol. L. Rossini (2001)

- Progetto di riqualificazione del complesso della stazione marittima, molo Santa Maria - Geol. M. Sergenti (2002)

- Relazione geologica per la realizzazione di 7 torri faro - Geol. F. Chielli (2002)

² La carta geologica riportata è derivata da uno stralcio dello studio realizzato da T. Nanni, E. Pennacchioni e M.L. Rainone denominata " Carta Geologica della successione pleistocenica tra i F. Metauro e Tesino "

Nell'allegato alla relazione sono riportati:

- colonne stratigrafiche
- diagramma delle prove penetrometriche dinamiche
- certificati prove geotecniche di laboratorio

2. INQUADRAMENTO GENERALE

Per l'esecuzione dell'indagine geologica si è eseguita una campagna di sondaggi meccanici e prove penetrometriche dinamiche, finalizzata alla determinazione delle caratteristiche lito – stratigrafiche dell'area.

L'area di studio, la zona cioè dove dovranno essere realizzati i lavori di riqualificazione strutturale per le banchine n. 13 e 14, ricade a Nord del "Varco Nord" , nelle immediate adiacenze della stazione Marittima e si affaccia sul bacino idrico chiamato Porto Vecchio.

La banchina n. 13 - Molo Santa Maria calata Est – si sviluppa per una lunghezza di 155 m in direzione ESE/ONO ed è posta a quota di 1.5 m s.l.m.

La banchina n. 14 – calata Repubblica – è situata tra il Molo Santa Maria a nord e il Molo XXIX Settembre a sud, sviluppandosi per una lunghezza di 190 m con una direzione NNE/SSE, ed è a quota di 1.3 m s.l.m.

La morfologia dei luoghi è pianeggiante e comunque modificata dall'intensa urbanizzazione avvenuta per la realizzazione delle infrastrutture portuali presenti.

Dall'indagine geologica eseguita si è comunque evidenziata una paleo – morfologia con un substrato inclinato e immergente a NNW, poi successivamente colmato per la costruzione dei vari moli.

3. TETTONICA - GEOLOGIA

L'area interessata dallo studio ricade nel dominio della " monoclinale di Ancona " ed è rappresentata dalla successione mio - pliocenica che si estende da SO a NE, e delimitata ad W da un sovrascorrimento che mette in contatto tettonico le Argille a Colombacci con i terreni argillo - marnosi databili Pliocene Inferiore.

La monoclinale di Ancona rappresenta la parte più esterna dell'area anconetana. L'assetto tettonico è rappresentato da pieghe e faglie inverse con vergenza adriatica.

I terreni locali sono costituiti da materiali di riporto utilizzati per il livellamento e la formazione delle banchine portuali.

Il substrato, reperibile a profondità variabili tra i 15 e i 19 m, è costituito dalla formazione dello Schlier databile Mio - Pliocene.

Litologicamente il riporto si presenta eterogeneo, con clasti calcarei misti, in una matrice sabbiosa. Il recupero di materiale, in fase di sondaggio, è pari al 20/30 %. Talora sono presenti conglomerati cementizi e materiali torbosi. Lo spessore del terreno di riporto non è omogeneo, a testimonianza di una morfologia passata caratterizzata da una superficie immergente a nord.

Al di sotto è presente è presente uno spessore variabile di limi debolmente argillosi con sabbia grigia, poco consistente e con una sporadica presenza di clasti calcarei.

Lo Schlier, databile Mio - Pliocene (Burdigaliano-Messiniano) è presente con la porzione superiore e litologicamente costituito da un'alternanza di marne argillose, argille marnose grigio - verdastre, con rarissime intercalazioni arenacee da consistente (form. alterata) a molto consistente (formazione di fondo).

La stratificazione non è frequentemente visibile. Lo spessore degli strati è compreso tra i 30 e i 60 cm.

4. CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA

Dal punto di vista geologico nell'area sono presenti terreni di origine deposizionale marina, databili Mio - Pliocene.

Per la determinazione della litologia e della stratigrafia locale è stata svolta una campagna geognostica condotta dalla Ditta Methodo e così distinta:

- esecuzione di 4 sondaggi meccanici a carotaggio continuo a terra (s1, s2, s3, s4) spinti ad una profondità variabile tra 15.0 e 19.0 m (lunghezza totale di perforazione 71.50 m)
- esecuzione di 2 sondaggi meccanici a carotaggio continuo in mare (s5, s6) spinti ad una profondità variabile tra 17.0 e 20.0 m (lunghezza totale di perforazione 37.0 m)
- prelievo di n. 5 campioni indisturbati di terreno con l'utilizzo di campionatori a "parete sottile" di tipo aperto (campionatore Shelby)
- esecuzione di n. 3 prove penetrometriche dinamiche "DSPH" spinte a profondità variabili tra 4.0 a 15.30 m (lunghezza complessiva 24.70 m).

4.1 SONDAGGI MECCANICI A CAROTAGGIO CONTINUO

Per l'esecuzione dei sondaggi è stata utilizzata una sonda a rotazione CMVMK - 420 D. La perforazione è stata del tipo a " carotaggio continuo" utilizzando carotieri semplici del diametro 101 mm e rivestimenti del diametro 127 mm.

In particolare la successione stratigrafica rilevata in fase di campagna geognostica a terra è:

A	dal p.c. a - 0.3 - 0.9 m	Pavimentazione e sottofondo stradale
B	Da - 0.3 - 0.9 m a - 9.70 - 13.40 m	Terreno di riporto di natura calcarea, con clasti eterometrici in scarsa matrice sabbiosa - limosa. Talora presente conglomerato cementizio (S2 - S4). Frequente presenza di vuoti alternati a materiale grossolano.
C	da - 9.70 - 13.40 m a - 12.10 - 19.0 m	Limo, limo argilloso sabbioso grigio, poco consistente, umido. Presenza di clasti calcarei fini e patine di ossidazione rossastre. Nel s2 è presente uno spessore di 1.60 m di sabbia limosa ocracea, poco addensata e plastica.
D	da - 12.10 - 19.00 m a fine fori	Argilla, argilla limosa avana e grigia, molto consistente e stratificata (formazione dello Schlier) Nel s2 la formazione compatta di fondo non è stata rilevata.

La successione stratigrafica rilevata in fase di campagna geognostica a mare è:

A	dal p.c. a - 11.0 - 12.0 m	Acqua
B	Da - 11 -12 m a - 15 m	Limo sabbioso e sabbia fine limosa, poco addensata (l'avanzamento della trivellazione avveniva solo con i rivestimenti)
C	da - 15 m a - 15.30 m - 18.50 m	Argille grigie e nocciola, presenza di ghiaia, concrezioni carbonatiche millimetriche
D	da - 15.30 m - 18,50 m a 16.50 m - 18 ,50 m	Argilla di colore grigia, consistente talora presenti concrezioni carbonatiche millimetriche (formazione alterata di fondo)
E	da - 16.50 m - 18.50 m a fine fori	Argilla di colore grigio, molto consistente (formazione dello Schlier)

4.2 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE "DSPH"

Per l'esecuzione delle prove penetrometriche in sito sono stati utilizzati 2 tipi di penetrometro: il Pagani del tipo Autoancorante dinamico con una capacità di spinta di 100 KN³ (prove P1 e P2) e il Pagani del tipo Autoancorante standard con una capacità di spinta di 200 KN⁴ (prova P1 bis e P2 bis).

Le prove, eseguite nei prefori di sondaggio, hanno confermato quanto rilevato durante le fasi di sondaggio geognostico.

Nei terreni a bassa consistenza (limi, limi argillosi) i valori di N (numero di colpi) sono inferiori a 5 con una resistenza dinamica compresa tra 9 e 71 Kg/cm².

Nelle argille di fondo (Schlier) si rilevano valori di N maggiori di 20 e resistenza dinamica superiore ai 100 Kg/cm².

³ penetrometro DSPH TG 63 100 – tipo "ISSMFE"

maglio m (kg)	63,5
caduta h (m)	0,75
peso aste (kg/ml)	6,3
ang. punta conica (°)	90
sezione punta (cm ²)	20
Avanzamento (cm)	20

⁴ penetrometro DSPH TG 73 200 – tipo "Meardi"

maglio m (kg)	73
caduta h (m)	0,75
Lunghezza aste (m)	1,5
peso aste (kg/ml)	5,1
ang. punta conica (°)	60
sezione punta (cm ²)	20
Avanzamento (cm)	30

5. IDROGEOLOGIA

I terreni di riporto presenti nell'area di indagine, viste le loro caratteristiche litologiche e l'alta eterogeneità sia in senso verticale che orizzontale, si presentano saturi.

La formazione di base (Schlier) rappresenta il battente impermeabile. La "falda" coincide con il livello del mare.

A tal proposito si consiglia di eseguire i calcoli e le verifiche geotecniche ipotizzando la falda coincidente con il piano piazzale.

6. CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE

Durante le fasi della trivellazione sono stati prelevati campioni indisturbati di terreno, utilizzando campionatori a "parete sottile" di tipo aperto (campionatore Shelby).

In particolare:

S 1	Camp. 1	Da m. 14.60 a m. 15.00
S 1	Camp. 2	Da m. 16.50 a m. 17.00
S 2	Camp. 1	Da m. 14.00 a m. 14.50
S 3	Camp. 1	Da m. 17.20 a m 17.60

Le prove di laboratorio sono state seguite dalla Ditta CONGEO s.n.c. di Roma.

I certificati delle prove di laboratorio eseguite sui terreni sono allegati a fine relazione.

I risultati ottenuti sono di seguito riassunti:

S 1	Camp. 1	Da m. 14.60 a m. 15
------------	----------------	----------------------------

DESCRIZIONE: argilla verdastra, plastica, da consistente a molto consistente, con presenza di velature nere di origine organica, tracce di ossidazione e clasti di natura carbonatica di dimensioni centimetriche.

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale W_n	21,2 %
Indice dei vuoti e	0,63
Porosità n	38,82 %
Grado di saturazione S_r	91,03 %
Peso di volume naturale γ_n	19,78 (KN/m ³)
Peso di volume secco γ_d	16,91
Peso di volume saturo γ_{sat}	20,50
Peso specifico dei granuli γ_s	26,67

CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA

Limite di liquidità W_L	58,7 %
Limite di plasticità W_p	20,2 %
Indice di plasticità IP	38,5 %
Indice di consistenza	1

CARATTERISTICHE MECCANICHE

VANE TEST C_u	92 KPa
Pocket pen. σ_f	267 Kpa
Compress. Esp. LL	σ 169 KPa ϵ 11,37 %
Prova di taglio diretto C.D.	VALORI DI PICCO C' 22 Kpa ϕ' 20°

S 1	Camp. 2	Da m. 16.50 a m. 17
------------	----------------	----------------------------

DESCRIZIONE: argilla limosa grigio -verde, da molto consistente a dura, plastica. L'estremità alta è caratterizzata da un livello di 10 cm costituito da argilla limosa giallo – verde molto consistente, plastica.

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale W_n	24,6 %
Indice dei vuoti e	0,72
Porosità n	41,96 %
Grado di saturazione S_r	91,45%
Peso di volume naturale γ_n	19,04(KN/m ³)
Peso di volume secco γ_d	15,84
Peso di volume saturo γ_{sat}	19,75
Peso specifico dei granuli γ_s	26,32

CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA

Limite di liquidità W_L	61,1 %
Limite di plasticità W_p	24 %
Indice di plasticità IP	37,1 %
Indice di consistenza	1

CARATTERISTICHE MECCANICHE

VANE TEST C_u	155 KPa
Pocket pen. σ_f	460 Kpa
Compress. Esp. LL	σ_r 296 KPa ϵ 14,4 %
Prova di taglio diretto C.D.	VALORI DI PICCO C' 84 Kpa ϕ' 20°

S 2	Camp. 1	Da m. 14.00 a 14.50
------------	----------------	----------------------------

DESCRIZIONE: limo argilloso grigio – scuro, molto plastico, da moderatamente consistente a consistente.

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale W_n	28,5 %
Indice dei vuoti e	0,82
Porosità n	45,05 %
Grado di saturazione S_r	96,80 %
Peso di volume naturale γ_n	19,29 (KN/m ³)
Peso di volume secco γ_d	15,23
Peso di volume saturo γ_{sat}	19,57
Peso specifico dei granuli γ_s	27,32

CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA

Limite di liquidità W_L	34,3 %
Limite di plasticità W_p	23 %
Indice di plasticità IP	11,3 %
Indice di consistenza	0,5

CARATTERISTICHE MECCANICHE

VANE TEST C_u	48 KPa	
Pocket pen. σ_f	139 Kpa	
Compress. Esp. LL	σ_r 122 KPa	ϵ 13,34 %
Prova di taglio diretto C.D.	VALORI DI PICCO C' 34 Kpa ϕ' 17°	

S 3	Camp. 1	Da m. 17.20 a m 17.60
------------	----------------	------------------------------

DESCRIZIONE: Siltite argilloso – marnosa di colore grigio, molto dura, plastica, con velature nere di origine organica e tracce di ossidazione; il materiale si rivela fragile perché interessato da superfici di discontinuità meccanica variamente orientate, ma con prevalenza orizzontale.

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale W_n	18,2 %
Indice dei vuoti e	0,58
Porosità n	36,57 %
Grado di saturazione S_r	84,21 %
Peso di volume naturale γ_n	19,63 (KN/m ³)
Peso di volume secco γ_d	17,63
Peso di volume saturo γ_{sat}	20,83
Peso specifico dei granuli γ_s	26,19

CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA

Limite di liquidità W_L	42,5 %
Limite di plasticità W_p	21,3 %
Indice di plasticità IP	21,2 %
Indice di consistenza	1,1

CARATTERISTICHE MECCANICHE

VANE TEST C_u	Non ril.
Pocket pen. σ_f	> 600 Kpa
Prova di taglio diretto C.D.	VALORI DI PICCO $C' 34$ Kpa $\phi' 30^\circ$

7. INDICAZIONI PROGETTUALI

I lavori di riqualificazione e di adeguamento strutturale delle banchine 13 e 14 comporteranno la realizzazione di 3 accosti lungo la banchina 14 migliorando le condizioni di accesso e viabilità e aumentando le aree di reimbarco e di accumulo / stoccaggio.

In particolare è previsto un rifacimento strutturale della banchina n. 14 mediante un *avanzamento* del fronte attuale per un'ampiezza di circa 20 m. Nel contempo è previsto anche il prolungamento dell'estremità della banchina n. 13 per circa 25 m fino a raccordarsi con l'estremità della banchina n. 12.

Esaminate:

- le caratteristiche geologico - geomorfologiche dell'area
- la stratigrafia, la litologia e le proprietà geomeccaniche dei terreni
- l'idrogeologia

si esprime parere favorevole alla fattibilità dell'intervento in progetto.

In base ai dati rilevati in fase di indagine geologica si consigliano, per l'esecuzione del progetto, le seguenti tipologie strutturali:

- banchine realizzate con una fondazione diretta utilizzando cassoni forati prefabbricati e posti in opera su un imbasamento in pietrame.
- banchine in paratie in c.a., realizzate utilizzando pali trivellati con una lunghezza variabile tra i 18 e i 23 m, immorsati cioè nella formazione di fondo argillosa.

Si rimanda al tecnico progettista la scelta della tipologia più adatta, in funzione anche dei costi, dei tempi di esecuzione e delle interferenze con le attività portuali limitrofe.

Il territorio comunale di Ancona risulta inserito negli elenchi delle località sismiche di II categoria ($S = 9$) ai sensi della L. 25.11.1962 e successive modificazioni ed integrazioni.

Il coefficiente di fondazione ϵ di al p.to C.6.1.1. del D.M. LL.PP. del 16.01.96 può essere assunto pari a 1.3

Monte San Vito, 10 gennaio 2003

Il Geologo
Dott.ssa Gloria Anna Sordani

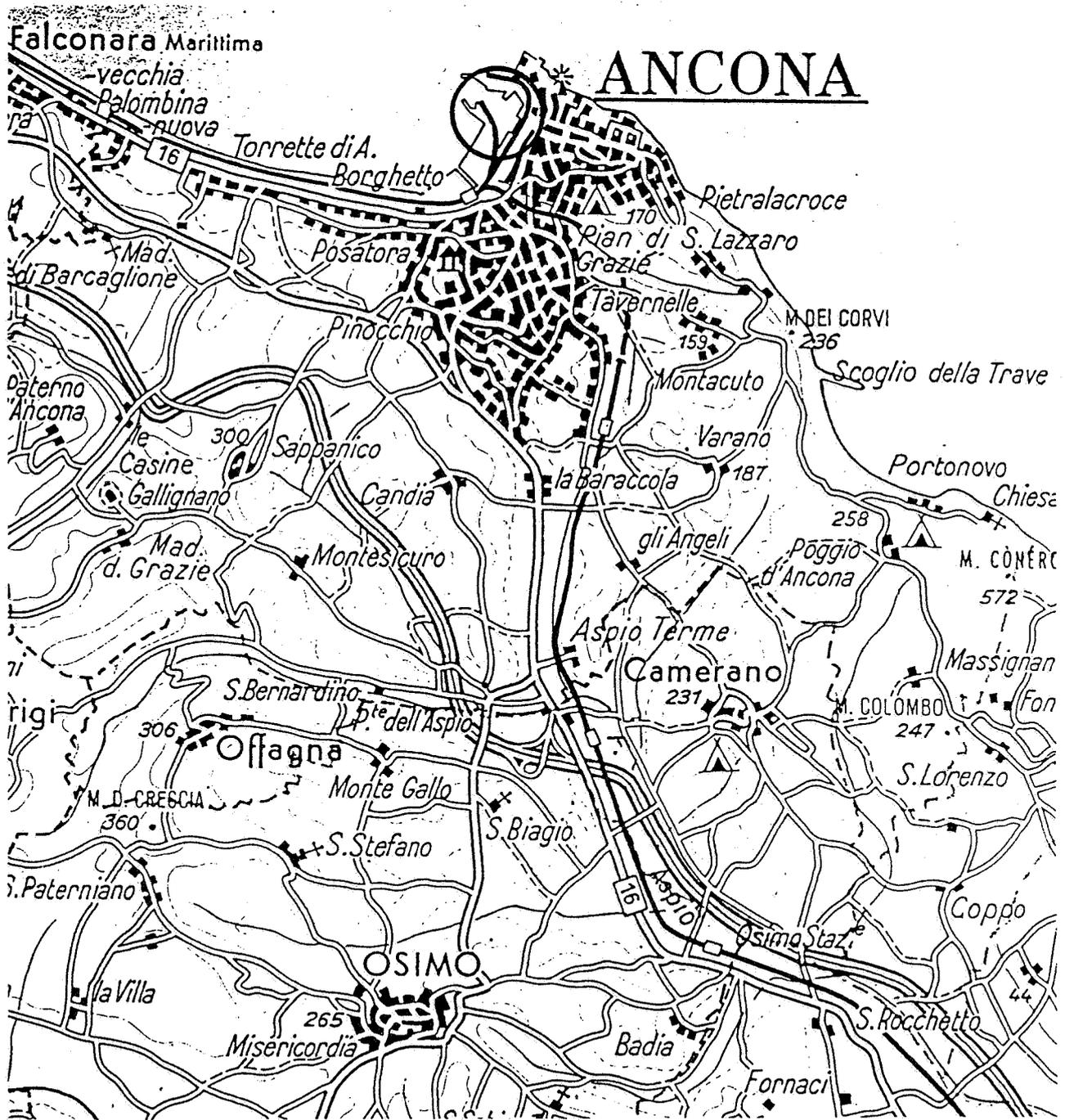


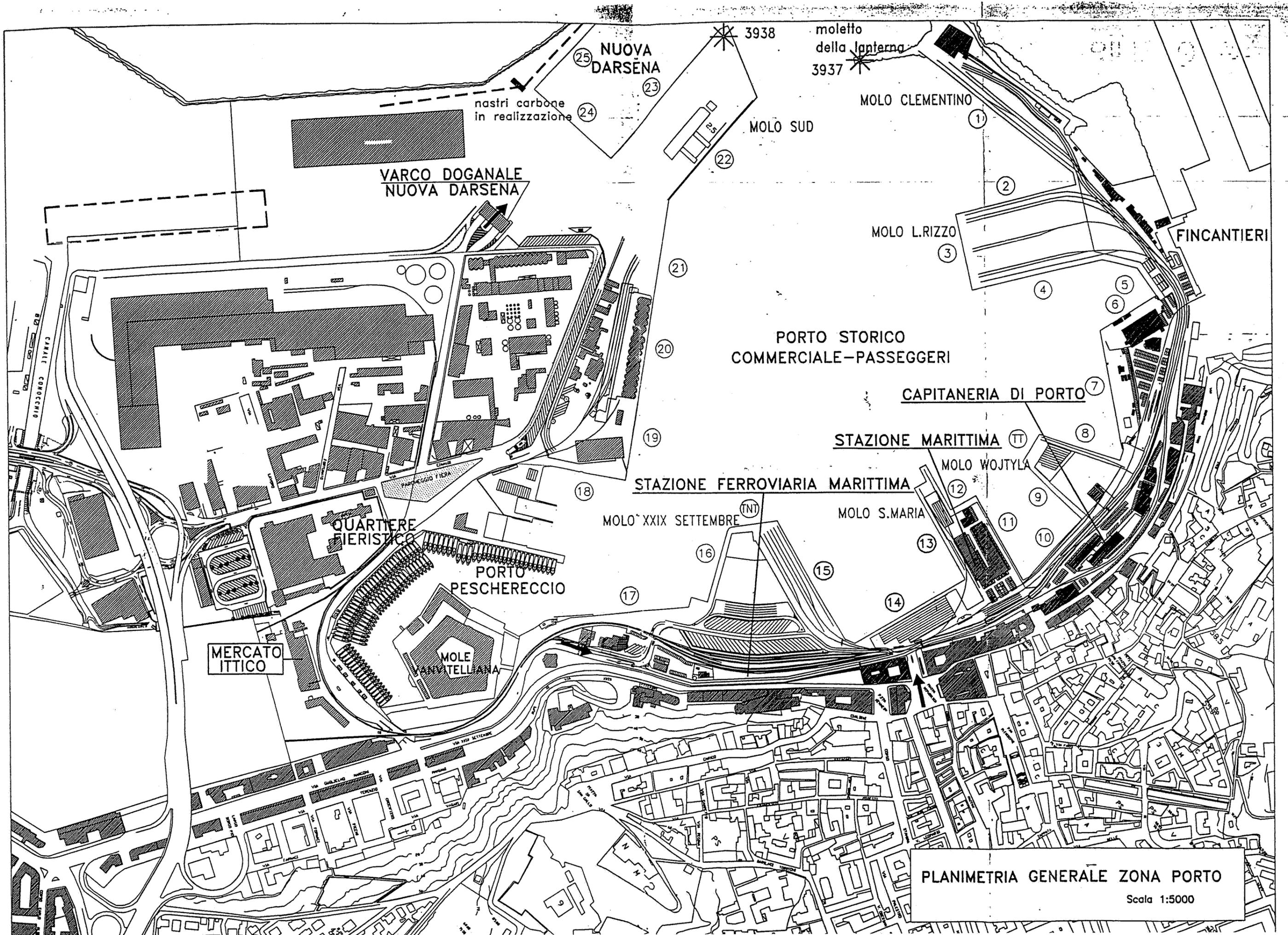
COROGRAFIA

SCALA 1:100.000



AREA DI STUDIO





NUOVA DARSENA

VARCO DOGANALE
NUOVA DARSENA

MOLO SUD

moletto della lanterna
3937

MOLO CLEMENTINO

FINCANTIERI

PORTO STORICO
COMMERCIALE-PASSEGGERI

CAPITANERIA DI PORTO

STAZIONE MARITTIMA

STAZIONE FERROVIARIA MARITTIMA

MOLO WOJTYLA

QUARTIERE
FIERISTICO

PORTO
PESCHERECCIO

MOLO XXIX SETTEMBRE

MOLO S.MARIA

MERCATO
ITTICO

MOLE
MANFATELLIANA

PLANIMETRIA GENERALE ZONA PORTO

Scala 1:5000

PLANIMETRIA - STATO DI FATTO



Molo XXIX Settembre

Stazione
Marittima

15

13

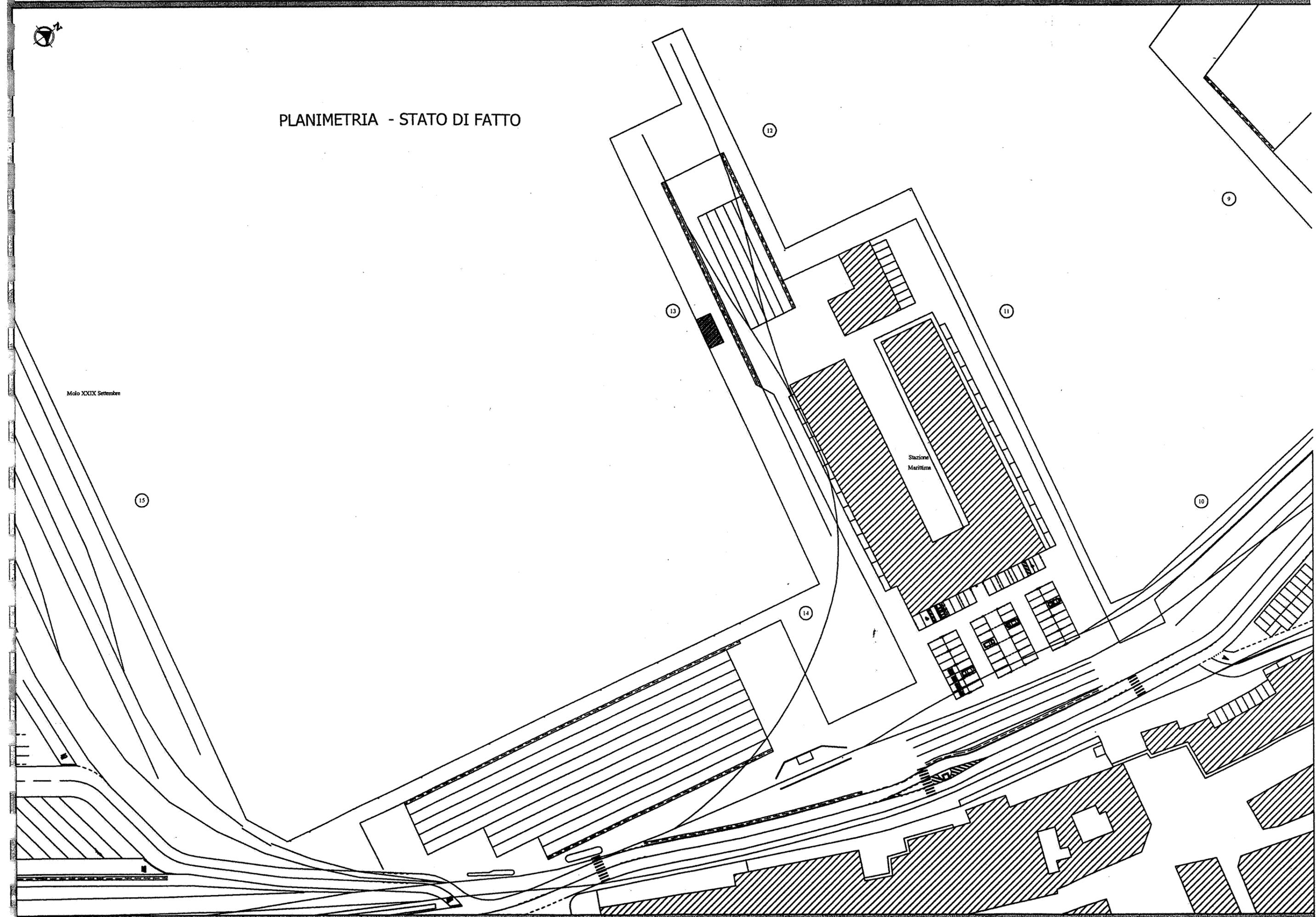
12

11

9

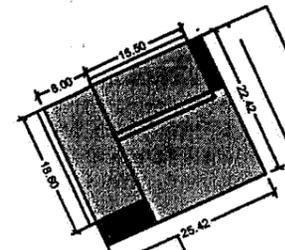
10

14





PLANIMETRIA – STATO DI PROGETTO

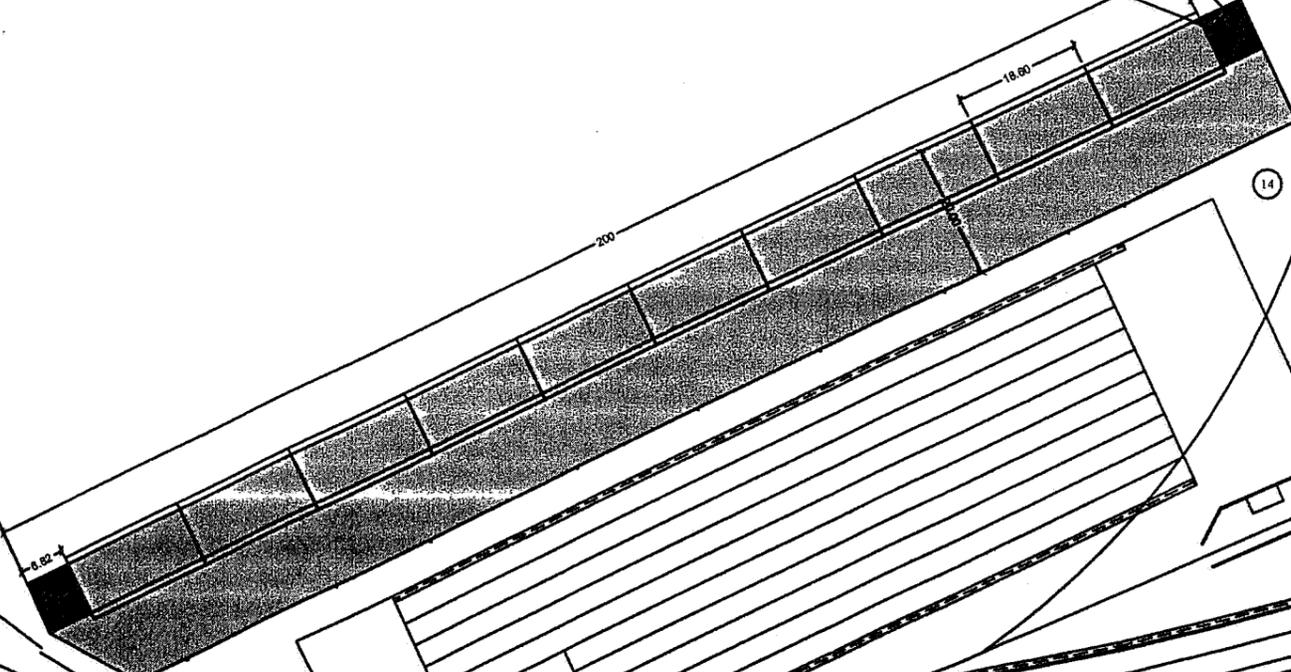


Molo XXIX Settembre

Palancola tipo Larsen

Intasamento con getti subacquei di calcestruzzo

Stazione
Marittima



15

12

13

11

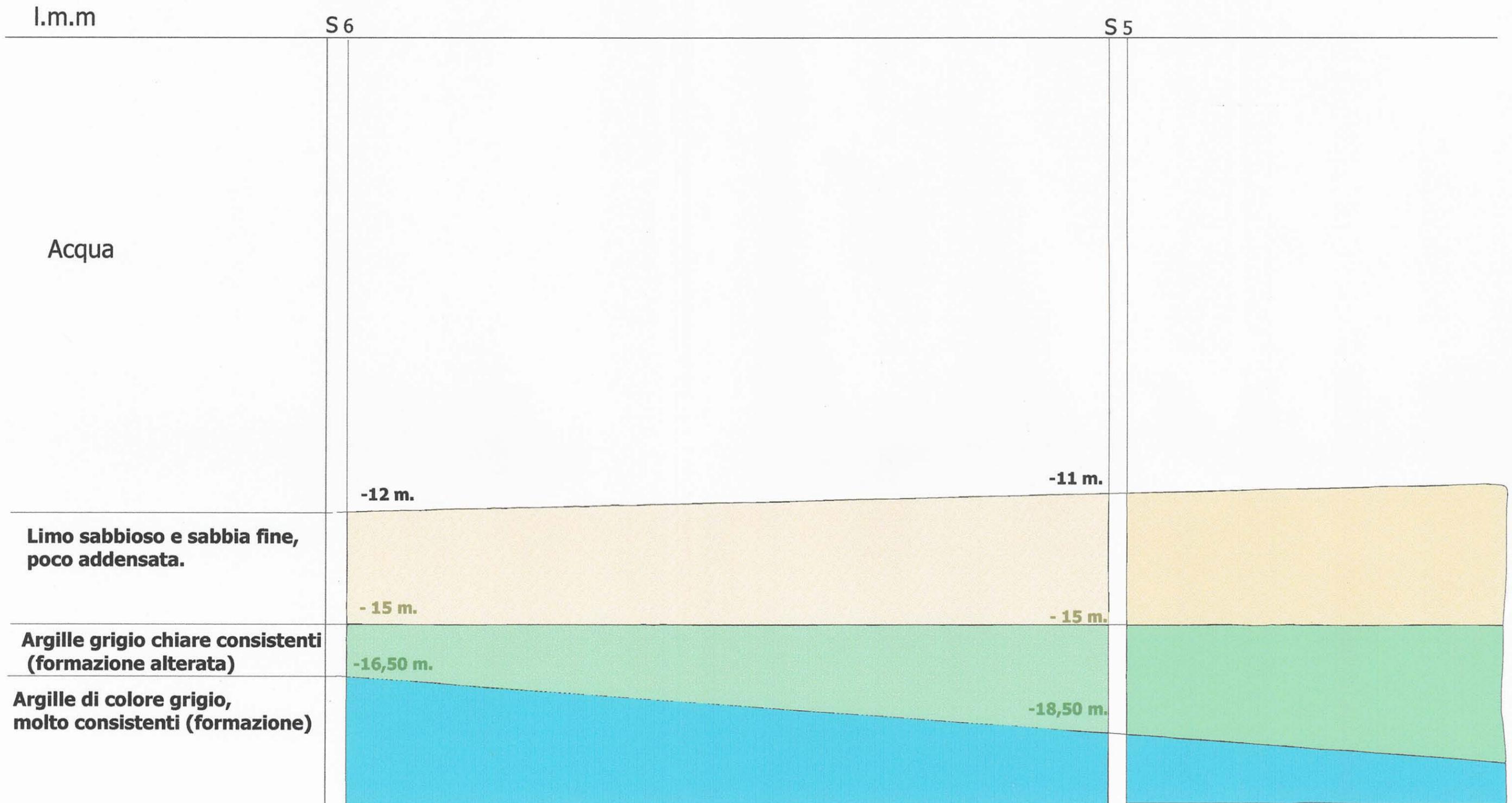
10

14

9

SEZIONE GEOLOGICA A - A'

Scala lunghezze 1:1000
scala altezze 1:1



SEZIONE GEOLOGICA B - B'

Scala lunghezze 1:1000
scala altezze 1:1

P. Piazzale

S 1

S 2

Riporto

-13,40 m.

-11,20 m.

Limo argilloso sabbioso

-12,80 m.

Argille grigio chiare consistenti
(formazione alterata)

