AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO

PIANO REGOLATORE PORTUALE DEL PORTO DI LIVORNO 2012

Titolo elaborato:

ANALISI DELLE ALTERNATIVE E SCELTA DELLA CONFIGURAZIONE DI PIANO REGOLATORE

Scala:	1 0	0 1 0	R R	0 3 0	- 1	G E N

Committente:

AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO

Progettisti:

MODIMAR S.r.l.
Prof. Ing. Alberto NOLI
TECHNITAL S.p.A.
BUREAU VERITAS ITALIA S.p.A.
ACQUATECNO S.r.l.

Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE	Redatto:	Verificato:	Approvato:
	Nov. 2014	1	Adeguamento al voto del C.S dei LL. PP. n.63/2014 del 17.10.1014	A. SANZONE	A. NOLI	M. TARTAGLINI
	marzo 2013	0	EMISSIONE	A. SANZONE	A. NOLI	M. TARTAGLINI

Dimensioni foglio: A4

Visto del Committente:

NUOVO PIANO REGOLATORE PORTUALE

DEL PORTO DI LIVORNO

2012

ANALISI DELLE ALTERNATIVE

E SCELTA DELLA CONFIGURAZIONE DI PIANO REGOLATORE

INDICE

1	PREMESSE	1
2	CRITERI DI IMPOSTAZIONE	3
3	ANALISI DELLE ALTERNATIVE DI ASSETTO	5
3.1	Soluzione A	5
3.2	Soluzione B	8
3.3	Soluzione C	10
3.4	Soluzione D	12
3.5	Soluzione E	14
3.6	Soluzione F	14
3.7	Soluzione G	17
3.8	Confronto tra le alternative	19
4	SCELTA DELLA SOLUZIONE DI PIANO	26
5	OTTIMIZZAZIONE DELLA SOLUZIONE DI PIANO	27
6	ADEGUAMENTO DELLA CONFIGURAZIONE DI PIANO ALLE INDICAZIONI E PRESCRIZIONI EMERSE NEL CORSO DELL'ITER AUTORIZZATIVO	52
7	ANALISI DELLE ALTERNATIVE DI ASSETTO E DEFINIZIONE DELLA CONFIGURAZIONE DELLE NUOVE OPERE DI DIFESA DELLA ZONA SUD DEL PORTO	56
7.1	Criteri di impostazione	58
7.2	Analisi delle alternative di assetto e scelta della configurazione delle opere	59

1 PREMESSE

Con voto n°63/2014 reso nel corso dell'adunanza del 17.10.2014 del'Assemblea Generale il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ha espresso parere favorevole al prosieguo dell'iter del Nuovo Piano Regolatore Portuale del porto di Livorno.

La presente relazione e tutti gli altri elaborati del Piano, ove necessario, sono stati quindi aggiornati tenendo conto delle prescrizioni, osservazioni e raccomandazioni contenute nel suddetto parere.

L'assetto futuro del porto è stato oggetto negli anni passati di ampio dibattito, che ha condotto a varie proposte, fondamentalmente basate su un ampliamento del porto ottenuto con la creazione di un nuovo ampio bacino esterno (la cosiddetta "Piattaforma Europa"), a Nord della diga del Marzocco, fino alla foce del Calambrone.

La creazione del nuovo bacino va considerata come indispensabile per conferire al porto di Livorno le caratteristiche di modernità e funzionalità auspicate dall'Autorità Portuale.

La soluzione dell'espansione verso Nord è praticamente obbligata, in quanto un'espansione del porto all'interno della terraferma viene esclusa per i numerosi vincoli che gravano sulle aree teoricamente disponibili; un'espansione verso Sud è d'altronde del tutto irrealizzabile.

L'analisi delle alternative ha riguardato quindi principalmente l'assetto della Piattaforma Europa e la configurazione delle nuove opere foranee in quanto nel porto esistente, non essendo possibile prevedere modifiche sostanziali di assetto e realizzazione di nuove opere, sono state previsti solo degli interventi marginali su strutture esistenti volti principalmente a:

- razionalizzare l'uso del territorio e migliorare la funzionalità delle infrastrutture esistenti (v. resecazione della Calata Orlando, tombamento del bacino Firenze ed allargamento del canale industriale),
- favorire il recupero e la fruibilità delle emergenze storiche presenti all'interno del porto (v. ripristino dell'acquaticità intorno alla Torre del Marzocco ed alla Fortezza Vecchia);
- ridurre l'impatto ambientale del porto sulla città migliorando il passaggio dal porto alla città.

Nel presente documento, sulla base dei risultati di un confronto tecnico-economico tra le possibili alternative di assetto, in parte già individuate nel documento di "Indirizzi per il Progetto Operativo", viene individuata la Soluzione di Piano, sottoposta poi ad un processo di ottimizzazione ed affinamento che ha condotto alla definizione della configurazione del nuovo Piano Regolatore del porto di Livorno che poi è stata ulteriormente modificata sulla base dei indicazioni e prescrizioni emerse nel corso dell'iter autorizzativo.

Nella parte finale del documento è descritto lo stesso fenomeno di analisi delle alternative e di scelta della soluzione adottata per le nuove opere di difesa della zona sud del porto finalizzate alla realizzazione di un bacino protetto destinato ad ospitare strutture di accoglienza per la nautica da diporto prevalentemente di tipo sociale.

2 CRITERI DI IMPOSTAZIONE

Le alternative di assetto di Piano sono state definite, nel rispetto dei criteri di impostazione di cui sopra, e dei seguenti ulteriori aspetti invarianti nelle configurazioni proposte:

1. la compatibilità dell'assetto di Piano con la perimetrazione della cassa di colmata esistente, quasi completamente riempita, situata all'esterno del terminal Darsena Toscana e della diga di protezione della Nuova Darsena Petroli, di forma romboidale e superficie circa 30 ha. Senza alterare tale perimetrazione e tenendo conto che all'interno di essa non è possibile eseguire opere (ad esempio pali infissi e/o trivellati, palancole infisse etc.) che provocherebbero la "perforazione" della geomembrana utilizzata per l'impermeabilizzazione del fondo e delle sponde della vasca. Pertanto l'orientamento, la forma e le dimensioni degli sporgenti e delle darsene proposte nell'assetto di Piano conservano l'integrità della cassa di colmata;
2. la necessità di una nuova diga foranea, a protezione delle nuove banchine previste a nord dell'attuale territorio portuale nell'assetto di Piano, e di uno specchio acqueo interno di evoluzione delle navi, a servizio delle nuove banchine. L'allineamento delle nuove opere di protezione, nella parte terminale lato nord, sarebbe rispettivamente "chiuso" o "aperto" rispetto allo sbocco dello scolmatore dell'Arno / torrente Calambrone: nel secondo caso si rende possibile l'accesso al porto anche da nord;
3. la rilocalizzazione del terminale di sbarco degli oli e derivati (2 ormeggi della Nuova Darsena Petroli) e del GPL (1 ormeggio collocato nella parte terminale del canale industriale), rispettivamente sul fronte opposto della stessa struttura esistente (lato esterno anziché interno della diga del Marzocco) o mediante una nuova banchina – avente lo stesso orientamento NE-SO dell'attuale – lungo il lato interno o comunque in prossimità della nuova diga foranea di cui al punto precedente. Nel primo caso la diga del Marzocco schermerebbe il terminal rispetto all'area urbana, con effetti migliorativi sul grado di sicurezza associato, mentre il sistema di trasporto (tubazioni) e stoccaggio (depositi) degli oli rimarrebbe sostanzialmente invariato mentre quello del GPL dovrebbe essere ridefinito, nel secondo caso il terminal sarebbe decisamente allontanato dall'area urbana (circa 3,0 km

anziché 1,5 km dalla Fortezza Nuova), e richiederebbe un nuovo fascio tubiero, di raccordo con gli esistenti;

4. l'opportunità (da verificare attentamente) di una nuova imboccatura portuale, per l'accesso alle nuove banchine previste nell'assetto di Piano, così come di un nuovo canale di navigazione esterno (rimanendo l'attuale accesso da sud e relativo canale di navigazione ad uso delle navi passeggeri – traghetti e crociere – ed al naviglio da pesca e da diporto);
5. la necessità di contenere, per quanto possibile e nel rispetto dell'obbiettivo di garantire la piena operatività al nuovo terminale marittimo, il volume dei dragaggi da effettuare privilegiando soluzioni che perseguano l'obbiettivo di un bilanciamento tra i volumi di scavo e quelli di riporto;
6. la modularità della realizzazione dell'assetto finale di Piano. La configurazione finale deve poter essere raggiunta attraverso fasi intermedie che abbiano carattere funzionale, e possano operare indipendentemente dal successivo completamento delle opere previste dal Piano, con l'obiettivo imprescindibile di porre in esercizio una parte delle opere già dopo un limitato numero di anni dall'inizio della realizzazione delle stesse. La funzionalità delle varie fasi è anche il requisito fondamentale per attivare tutte le possibili forme di interesse e modalità di realizzazione delle opere stesse, in particolare la partecipazione di investitori privati a fronte della redditività immediata degli investimenti necessari;
7. la predisposizione dello sbocco a mare dello scolmatore dell'Arno / foce torrente Calambrone per la navigazione diretta da Canale dei Navicelli a mare e viceversa – senza transito attraverso la darsena Toscana come avviene attualmente – mediante opere di protezione su entrambi i lati ("armatura" della bocca).

3 ANALISI DELLE ALTERNATIVE DI ASSETTO

L'analisi delle alternative di assetto ha riguardato esclusivamente le opere necessarie per l'ampliamento del porto di Livorno (c.d. Piattaforma Europa) ed ha preso in esame sia diverse configurazioni delle opere interne del nuovo terminale marittimo (soluzioni A, B e C) che diverse configurazioni delle opere foranee e del canale di accesso. Inoltre sono state anche messe a confronto soluzioni che prevedono una doppia imboccatura (soluzioni A, B e C) con soluzioni che mantengono una sola imboccatura nell'attuale posizione (soluzioni D, E, F ed G) con opportune modifiche ed integrazioni alle opere foranee necessarie per consentire la creazione di un bacino di evoluzione e di un canale interno idonei per l'ingresso ed il passaggio delle navi che si prevede frequenteranno il porto di Livorno.

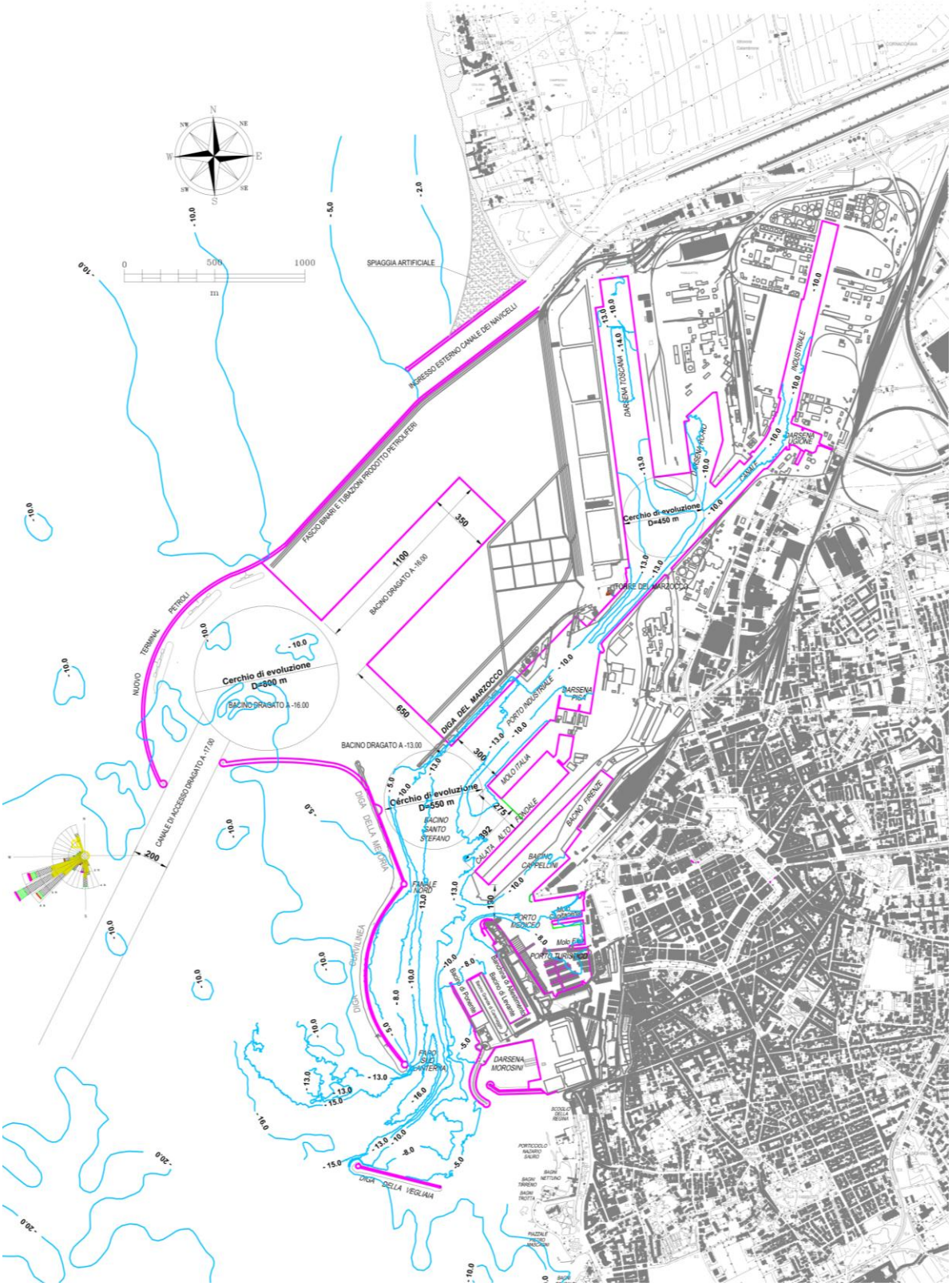
La soluzione di piano, ottenuta a conclusione dell'analisi delle alternative, potrà anche essere una "miscela" tra le diverse soluzioni studiate.

Nei successi paragrafi, dopo una sintetica descrizione delle soluzioni alternative studiate, sono analizzati i vantaggi e gli svantaggi di ciascuna soluzione, utili per consentire un confronto tecnico economico tra le diverse soluzioni ed individuare quella/e ottimali da sottoporre poi ad un processo di ottimizzazione così da definire una Soluzione di Piano finale in grado di soddisfare tutti gli obbiettivi del nuovo P.R.P. del porto di Livorno.

3.1 Soluzione A

La delimitazione del Bacino della Piattaforma Europa (Figura 1) a nord è stata prevista con un'opera di difesa radicata alla sponda sud della foce del Calambrone ed orientata nello stesso modo dell'attuale opera di difesa settentrionale del porto (Diga del Marzocco), cioè in pratica secondo la direzione libeccio-grecale. L'orientamento deriva dalla considerazione che le maggiori mareggiate provengono appunto dalla direzione di libeccio e che quindi, adottando tale orientamento, risultano minimizzati gli effetti ingenerati dalle nuove opere sull'adiacente litorale di Tirrenia.

FIGURA 1 - SOLUZIONE A



La questione delle possibili ripercussioni sul litorale di Tirrenia è stata esaminata in modo approfondito in occasione di uno studio affidato in un recente passato dall'Autorità Portuale e dal Comune di Pisa al Consorzio Pisa Ricerche e alla Soc. Modimar. Lo studio ha mostrato, attraverso l'utilizzazione dei più moderni modelli matematici disponibili, la validità della convinzione, già maturata attraverso precedenti studi, dell'ininfluenza dell'ampliamento del porto sul regime della spiaggia adiacente, sia secondo la configurazione descritta nella presente relazione che nel caso di un'opera di difesa diversamente orientata (ad esempio all'incirca ortogonale all'orientamento generale della spiaggia).

L'opera di difesa mantiene l'orientamento libeccio-grecale fino a raggiungere fondali naturali dell'ordine di 10 m, indi devia in modo tale da delimitare l'imboccatura portuale e l'avamporto.

Premesso quanto sopra, si è ritenuto conveniente prevedere all'interno del Bacino un'unica darsena operativa per navi porta contenitori e/o ro-ro di lunghezza pari a 1100 m, larga 350 m, attraccabile sui due lati ed orientata secondo la direzione più favorevole, che è quella di libeccio-grecale. Il terrapieno settentrionale ha una larghezza di 450 m, fino al limite della nuova diga di protezione; il terrapieno meridionale ha una larghezza di 580 m fino al limite della diga esistente.

Esaminando più nel dettaglio la situazione determinata dall'addossamento del terrapieno meridionale alla diga del Marzocco esistente e dalla decisione di spostare gli attracchi delle petroliere e delle gaserie all'interno della nuova opera di difesa del Bacino della Piattaforma Europa, si è deciso di procedere ad un banchinamento completo del lato meridionale della diga esistente, secondo un allineamento che conserva al canale di accesso del porto industriale una larghezza pari a 300 m, più che sufficiente in vista della grandezza delle navi che dovranno in futuro accedere al Canale Industriale ed alla Darsena Toscana. In tale modo si ottiene una larghezza minima del terrapieno meridionale pari a 650 m e diventa possibile destinare il terrapieno stesso alle grandi navi porta-contenitori nel lato settentrionale ed alle navi più piccole (feeders) sul lato meridionale.

L'utilizzazione del Bacino è completata dall'inserimento, lungo il lato interno della parte terminale della diga settentrionale, di due attracchi per petroliere della massime dimensioni considerate nel progetto e di un attracco per navi che trasportano GPL, di minori dimensioni.

Gli attracchi sono concepiti distaccati dalla diga, con piattaforma centrale e briccole laterali, collegati fra loro ed alla diga da passerelle pedonali e porta-tubi di dimensioni che verranno decise in sede di progetto più avanzato.

3.2 Soluzione B

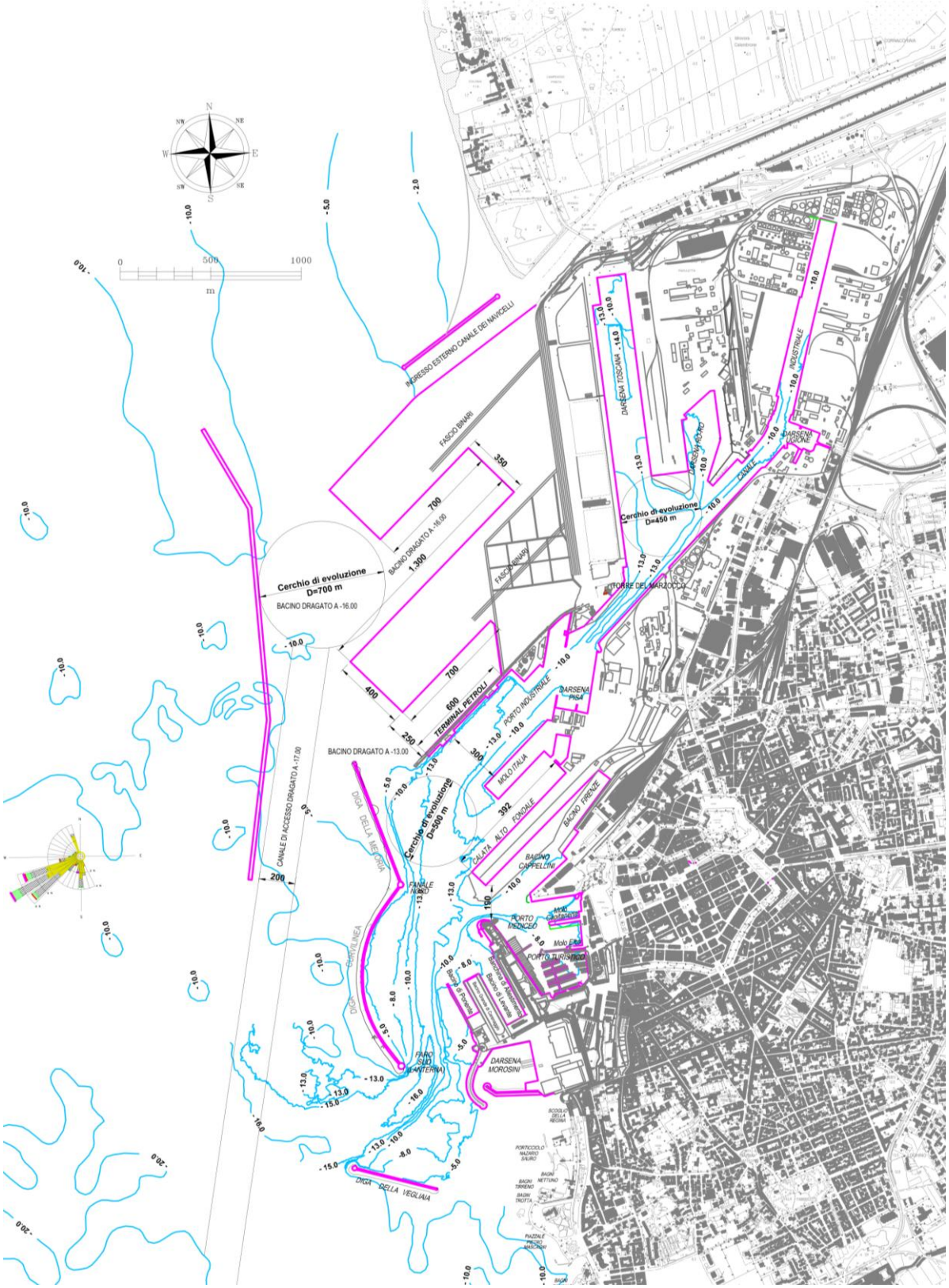
La delimitazione del Bacino della Piattaforma Europa (Figura 2) è stata prevista con un'opera di difesa esterna all'esistente diga foranea della Meloria, di tipo "aperto" tale da rendere possibile l'accesso alle nuove banchine previste nell'assetto di Piano anche da nord, attraverso una nuova imboccatura portuale, e attraverso un nuovo canale di navigazione esterno (rimanendo l'attuale accesso da sud e relativo canale di navigazione ad uso delle navi passeggeri – traghetti e crociere). L'opera segue orientativamente la linea dei fondali naturali dell'ordine di 10 m.

La questione delle possibili ripercussioni sul litorale di Tirrenia con questa configurazione dovrebbe essere esaminata in modo approfondito mediante modelli matematici, anche se si ritiene sono di limitata importanza.

Si rilocalizza il terminal petroli sul lato nord anziché sul lato sud della diga del Marzocco, realizzando in fregio alla diga una banchina di circa 600 m di lunghezza (a partire dalla cassa di colmata già realizzata e per una lunghezza inferiore a quella della diga del Marzocco per consentire l'accesso delle navi anche dall'attuale imboccatura portuale). Sarebbe in tal modo possibile l'attracco di due petroliere delle massime dimensioni considerate nel progetto e di una nave gasiera di minori dimensioni lungo la banchina di calata, con attracchi costituiti da piattaforma centrale e briccole laterali, collegati fra loro ed alla banchina da passerelle pedonali e porta-tubi. Con la nuova localizzazione del terminal per navi che trasportano prodotti petroliferi e GPL, rispetto alla situazione attuale, si amplierebbe ad oltre 300 m la larghezza dello specchio acqueo disponibile per la navigazione a lato del molo Italia, più che sufficiente in vista della grandezza delle navi che dovranno in futuro accedere al Canale Industriale ed alla Darsena Toscana.

Si prevede all'interno del Bacino un primo sporgente di larghezza circa 400 m, avente banchine sui 2 lati di lunghezza 700 m (lato sud) e 1.300 m (lato nord), radicato alla cassa di colmata già

FIGURA 2 - SOLUZIONE B



realizzata, e un secondo sporgente parallelo al primo, anch'esso di larghezza minima 400 m, avente banchine sui 2 lati di lunghezza 700 m (lati sud e nord). Le darsene intermedie, a sud del primo sporgente, e tra i due sporgenti, avrebbero larghezza dell'ordine di 250 m e 350 m rispettivamente, mentre il cerchio di evoluzione avrebbe un diametro minimo di 700 m. La darsena operativa per navi porta contenitori sarebbe quella compresa fra i due sporgenti, attraccabile in prima fase sul lato sud e nella fase finale sui due lati ed orientata secondo la direzione più favorevole, che è quella di libeccio-grecale.

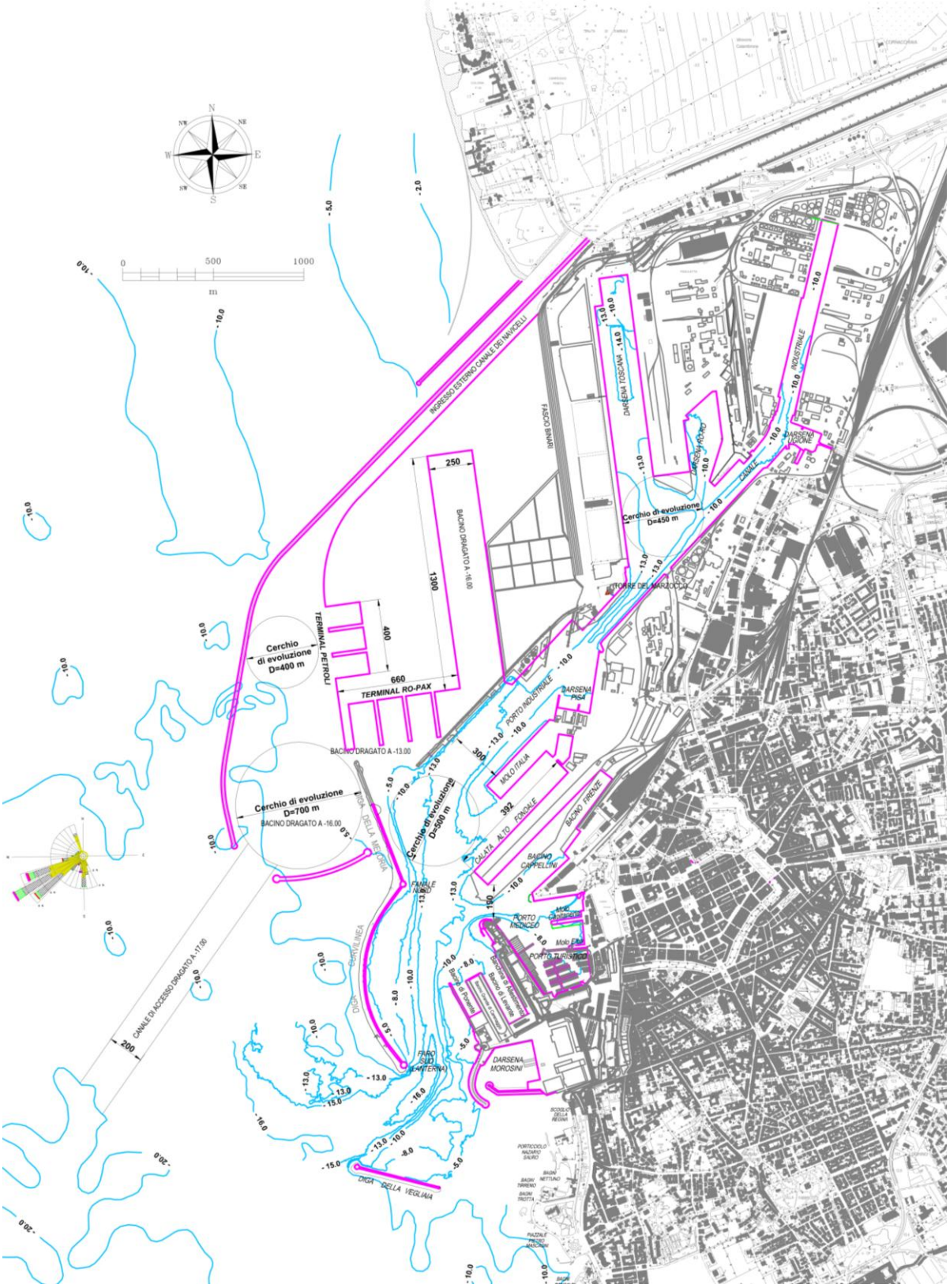
3.3 Soluzione C

La delimitazione del Bacino della Piattaforma Europa (Figura 3), analogamente alla soluzione A, è stata prevista con un'opera di difesa radicata alla sponda sud della foce del Calambrone ed orientata nello stesso modo dell'attuale opera di difesa settentrionale del porto (Diga del Marzocco), cioè in pratica secondo la direzione libeccio-grecale. L'opera mantiene l'orientamento di cui sopra fino a raggiungere fondali naturali dell'ordine di 10 m, indi devia in modo tale da delimitare il cerchio di evoluzione previsto in corrispondenza dell'ingresso nella nuova darsena che a sud è protetto da una diga distaccata ad andamento curvilineo.

Anche in questo caso all'interno del Bacino è stata prevista un'unica darsena operativa per navi porta contenitori e/o ro-ro di lunghezza pari a 1250 m, larga 250 m, attraccabile sui due lati ed orientata come la darsena Toscana secondo la direzione sud-nord, praticamente ortogonale a quella di provenienza dei venti più intensi e frequenti che è quella di libeccio-grecale. Il terrapieno orientale, che occupa tutta la superficie delle vasche di contenimento del porto di Livorno, confina con il terrapieno della sponda ovest della darsena Toscana e ha una larghezza di 450 m, fino al limite del fascio binari esistente, mentre il terrapieno occidentale ha una larghezza media di 400 m.

Lungo la testata sud del terrapieno ovest sono stati previsti una serie di attracchi (7) per navi ro-ro e ro-ro pax; mentre lungo il lato esterno del suddetto piazzale è stata prevista la realizzazione di una darsena per navi che trasportano prodotti pericolosi (prodotti petroliferi e GPL).

FIGURA 3 - SOLUZIONE C



Anche in questa configurazione si è deciso di procedere ad un banchinamento di parte del lato meridionale della diga esistente, secondo un allineamento che conserva al canale di accesso del porto industriale una larghezza pari a 300 m, più che sufficiente in vista della grandezza delle navi che dovranno in futuro accedere al Canale Industriale ed alla darsena Toscana.

3.4 Soluzione D

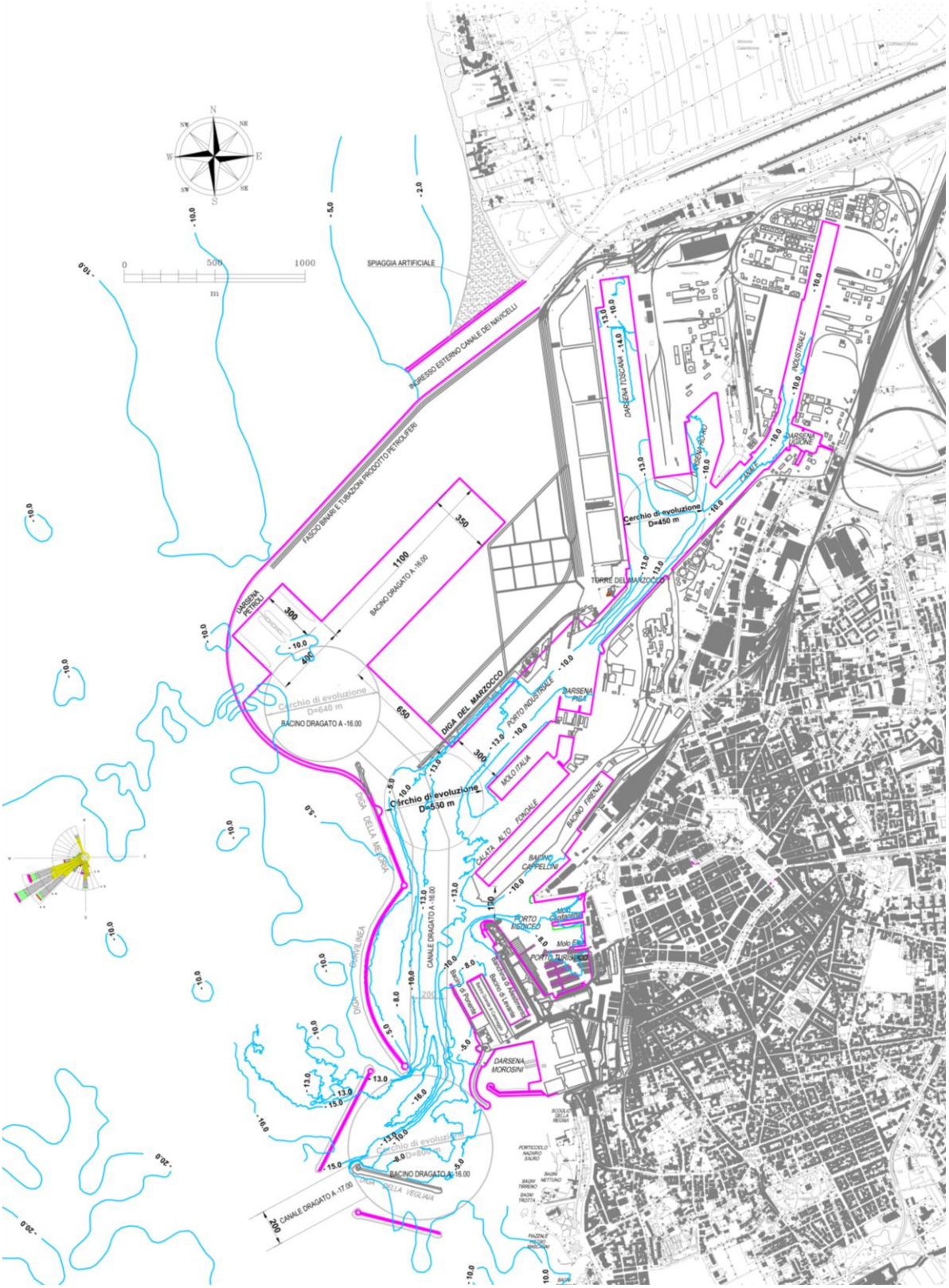
La delimitazione del Bacino della Piattaforma Europa (Figura 4), analogamente alla soluzione A, è stata prevista con un'opera di difesa radicata alla sponda sud della foce del Calambrone ed orientata nello stesso modo dell'attuale opera di difesa settentrionale del porto (Diga del Marzocco), cioè in pratica secondo la direzione libeccio-grecale. L'opera mantiene l'orientamento di cui sopra fino a raggiungere fondali naturali dell'ordine di 10 m, indi devia in modo tale da delimitare il cerchio di evoluzione previsto in corrispondenza dell'ingresso nella nuova darsena e poi si unisce alla diga della Meloria a circa 200 m dalla sua testata nord.

Lungo il lato interno della parte terminale del braccio settentrionale della diga è stata inserita una darsena dotata di due attracchi per petroliere della massime dimensioni considerate nel progetto, di un attracco per petroliere di minori dimensioni e di un attracco per navi che trasportano GPL.

L'ingresso delle navi dirette alla Piattaforma Europa avviene attraverso l'attuale imboccatura portuale dove è stato previsto l'approfondimento del canale di accesso e la realizzazione, a sud della diga curvilinea, praticamente in corrispondenza della Diga della Vegliaia, della quale è prevista la completa demolizione, di un'adeguata area di evoluzione protetta da due dighe rettilinee distaccate opportunamente orientate. All'interno del bacino portuale è inoltre prevista la realizzazione di un canale che percorre la porzione occidentale del bacino portuale e raggiunge l'area di evoluzione prevista in corrispondenza dell'ingresso della darsena della Piattaforma Europa.

Per quanto riguarda la posizione del nuovo avamporto delimitato dalle due nuove dighe foranee distaccate questa è stata scelta in modo da semplificare le manovre di ingresso delle navi nel canale di navigazione interno.

FIGURA 4 - SOLUZIONE D



La configurazione delle opere interne della Piattaforma Europa coincidono perfettamente con quelle della soluzione A.

3.5 Soluzione E

Questa soluzione (Figura 5) differisce dalla soluzione precedente solo per la posizione del nuovo avamporto che in questo caso è stato collocato immediatamente ad Ovest della testata della diga curvilinea in corrispondenza dell'attuale "cono di atterraggio" dragato a quota -15.00 m s.m. così da ridurre i volumi di dragaggio necessari per la realizzazione dell'area di evoluzione e del canale di accesso senza peraltro rendere troppo difficili le manovre di ingresso nel canale di navigazione interno.

In questa soluzione la diga della Vegliaia viene solo in parte interessata dalla nuova area di evoluzione ma comunque, per eliminare qualsiasi tipo di ostacolo e/o impedimento alle manovre delle navi, ne è stata prevista la completa demolizione.

3.6 Soluzione F

Questa soluzione (Figura 6) rappresenta una ulteriore evoluzione della soluzione D. In particolare in questa configurazione l'avamporto è stato traslato di circa 250 m verso nord così da ridurre sia il volume di sedimenti da dragare per la sua realizzazione, sia la lunghezza del canale di navigazione interno riducendo i tempi di percorrenza delle navi dirette al bacino della Piattaforma Europa.

In questa configurazione l'area di evoluzione del nuovo avamporto va ad occupare la porzione meridionale della diga curvilinea e quindi ne è stata prevista la parziale demolizione (circa 300 m).

La delimitazione del nuovo avamporto è stata prevista a nord ovest con una diga distaccata ad andamento curvilineo ed a sud con la diga della Vegliaia che viene prolungata con un tratto rettilineo di circa 300 m parallelo al canale di accesso.

FIGURA 5 - SOLUZIONE E

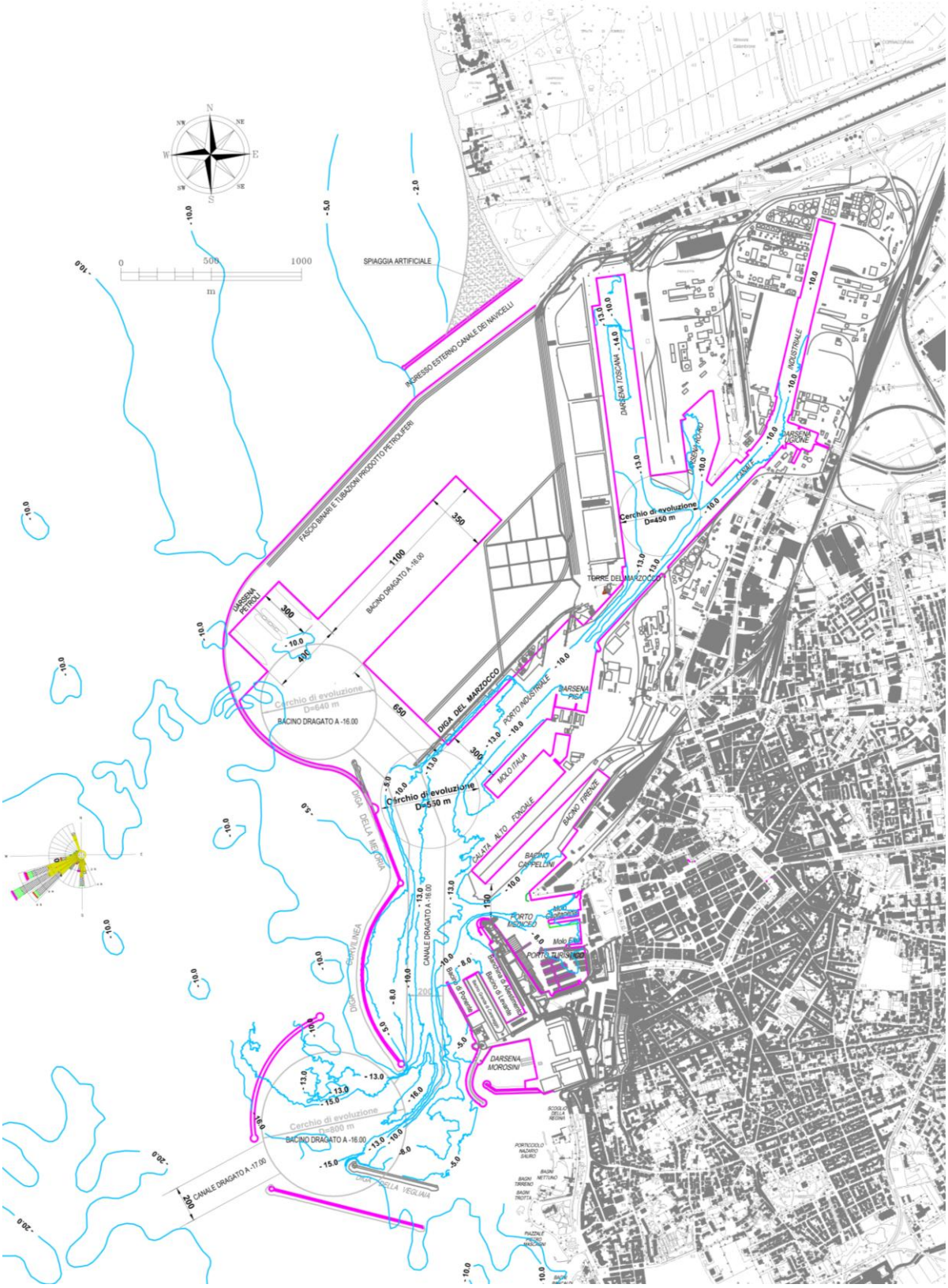
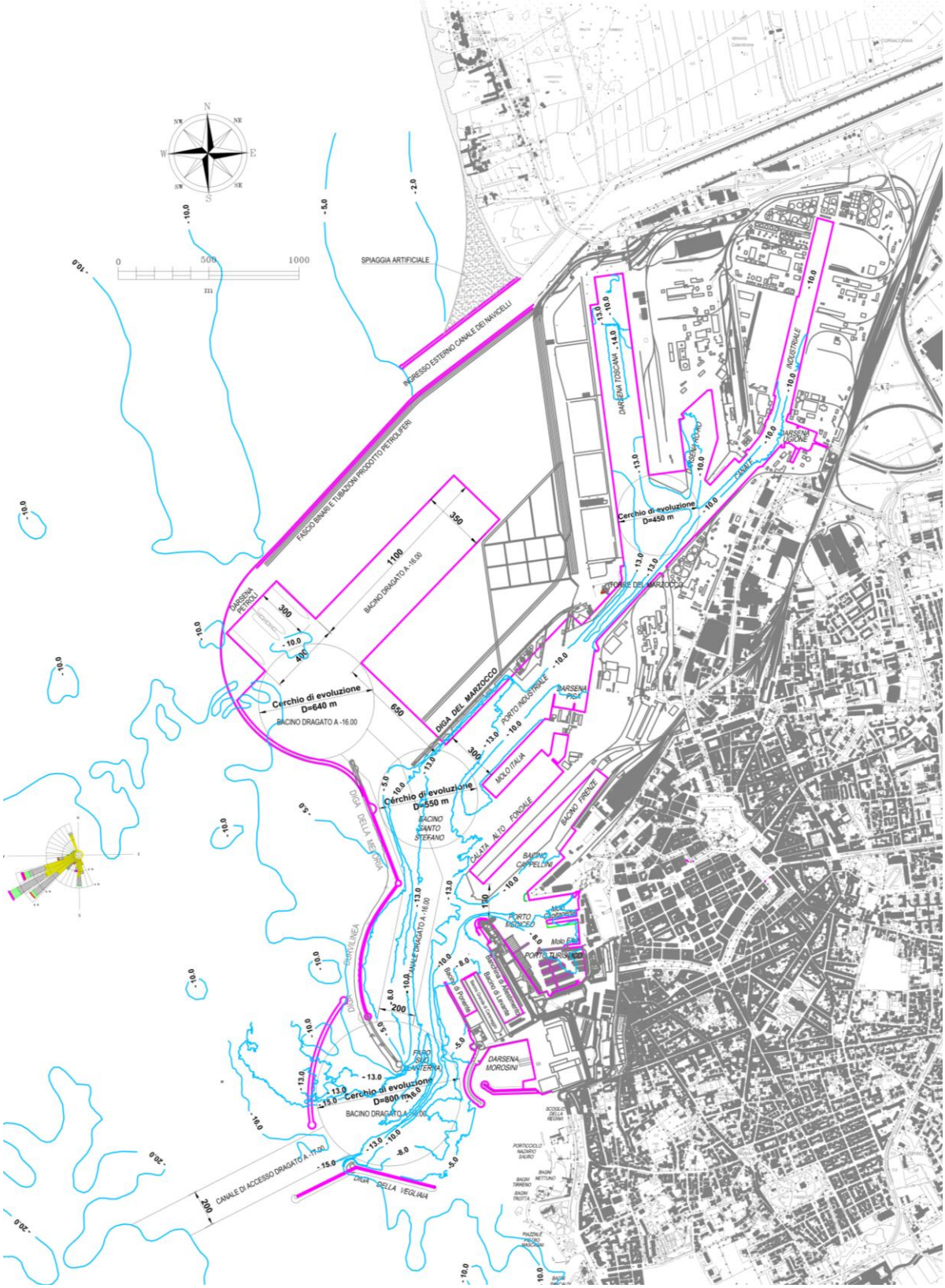


FIGURA 6 - SOLUZIONE F



3.7 Soluzione G

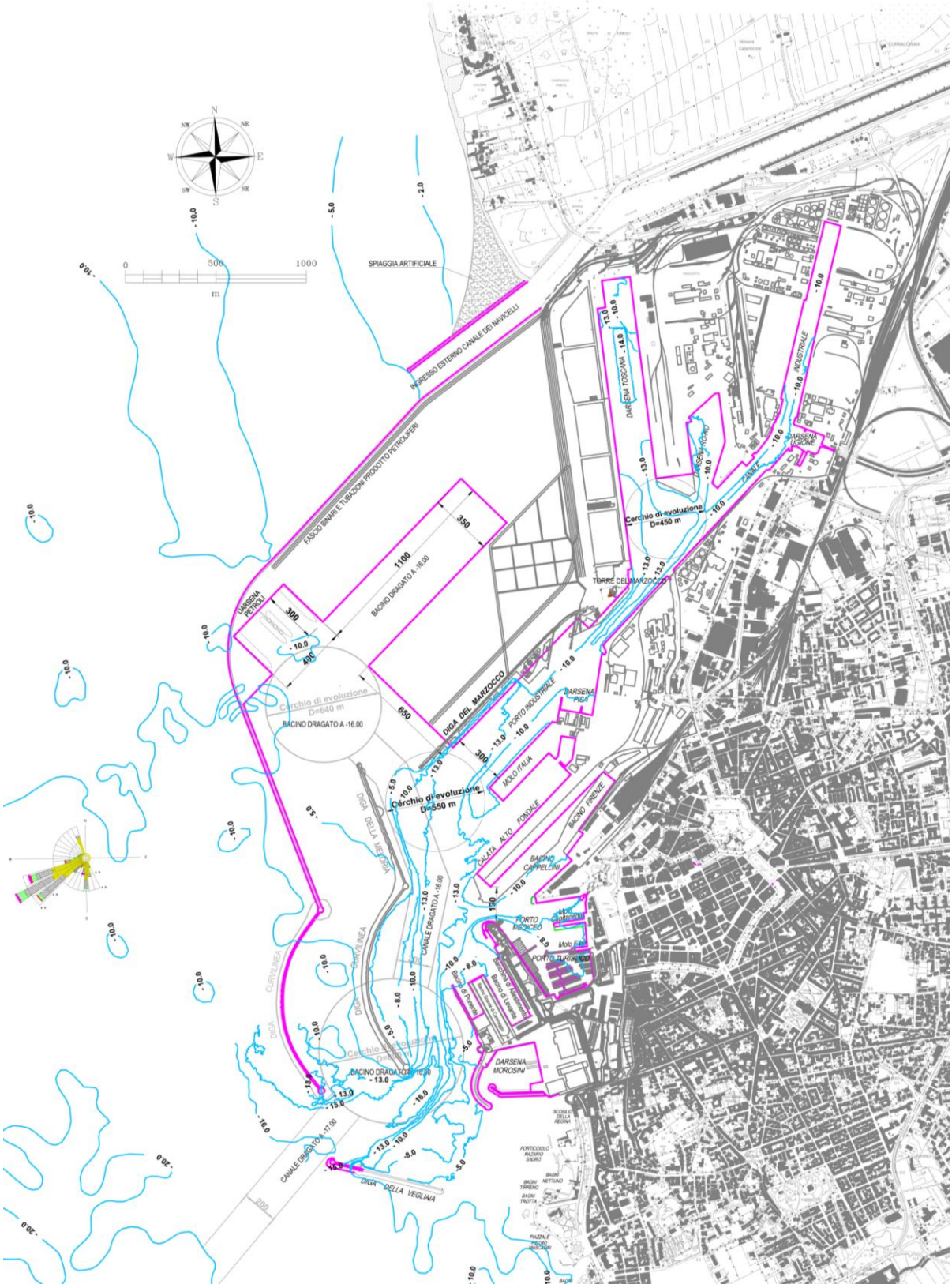
In questa soluzione (Figura 7), per migliorare le condizioni di accessibilità al bacino portuale mantenendo comunque un'unica imboccatura portuale, è stata prevista la realizzazione del nuovo avamporto mediante la traslazione di circa 450 m verso ovest della diga curvilinea e della diga della Meloria (smontaggio e ricostruzione utilizzando gli stessi elementi costruttivi) ed il prolungamento di circa 100 m della diga della Vegliaia.

Il tracciato del canale interno di navigazione viene mantenuto nella posizione delle 3 soluzioni precedenti, cioè all'interno dell'attuale bacino portuale in zone già in parte dragate a quota -13.00 m s.m., evitando quindi le aree poste all'esterno delle attuali opere foranee del porto (diga curvilinea e diga della Vegliaia,) dove i fondali sono molto meno profondi. Rispetto alle altre soluzioni la lunghezza del canale navigabile interno che perviene fino al bacino della Piattaforma Europa è stata ridotta di 200 m rispetto alla soluzione F e di 500 m rispetto alla soluzione D.

La delimitazione del Bacino della Piattaforma Europa, analogamente alla altre soluzioni con unica imboccatura, è stata prevista con un'opera di difesa radicata alla sponda sud della foce del Calambrone ed orientata secondo la direzione libeccio-grecale. L'opera mantiene l'orientamento di cui sopra fino a raggiungere fondali naturali dell'ordine di 10 m, per poi deviare in modo tale da delimitare il cerchio di evoluzione previsto in corrispondenza dell'ingresso nella nuova darsena e poi con un tratto rettilineo si unisce alla testata nord della diga curvilinea nella nuova posizione.

Anche in questo caso lungo il lato interno della parte terminale del braccio settentrionale della diga è stata inserita una darsena dotata di due attracchi per petroliere della massime dimensioni considerate nel progetto, di un attracco per petroliere di minori dimensioni e di un attracco per navi che trasportano GPL.

FIGURA 7 - SOLUZIONE G



3.8 Confronto tra le alternative

Il confronto tra le diverse soluzioni alternative descritte è stato eseguito prendendo in considerazione i seguenti criteri:

1. Operatività portuale;
2. Manovre di ingresso e di uscita e lunghezze delle rotte interne di avvicinamento ai terminals;
3. Orientamento dei canali di accesso;
4. Interferenza tra i traffici commerciali e passeggeri e sicurezza della navigazione;
5. Orientamento degli ormeggi rispetto ai venti dominanti;
6. Bilanciamento dei volumi di scavo e di riporto;
7. Oneri di dragaggio;
8. Protezione del bacino della Piattaforma Europa e del Porto Storico dal moto ondoso;
9. Impatto sul patrimonio storico;
10. Operatività e funzionalità del canale dei Navicelli.

Operatività portuale;

Dal punto di vista dell'operatività portuale le tre soluzioni con doppia imboccatura (Soluzioni A, B e C) sono sicuramente da preferire a quelle ad unica imboccatura.

Infatti un'unica imboccature per navi commerciali, navi passeggeri, imbarcazioni da pesca e imbarcazioni da diporto, queste ultime in forte crescita a seguito della realizzazione prevista del porto turistico nel bacino mediceo, seppur dimensionata per consentire il transito contemporaneo di due navi, in vista degli incrementi di traffici commerciali e passeggeri auspicati, sicuramente limita fortemente l'operatività del porto con il rischio di lunghe attese sia per le navi in ingresso che per quelle in uscita dal porto. Si fa presente che già ora si verificano spesso fenomeni di "intasamento" dell'imboccatura, con necessità di attese anche lunghe.

La presenza di due imboccature delle quali una (Sud) destinata in maniera esclusiva al traffico passeggeri (traghetti e crociere), al naviglio da pesca ed al naviglio da diporto e l'altra (Nord) riservata al traffico commerciale, ma che in casi di congestione portuale potrà essere utilizzata

anche dalle navi da crociera e dai traghetti, riduce la durata di eventuali tempi di attesa delle navi sia in ingresso che in uscita.

Manovre di ingresso e di uscita e rotte interne di avvicinamento ai terminals

Anche nei riguardi della facilità di ingresso e di uscita dal porto e della navigazione all'interno del bacino portuale le tre soluzioni con doppia imboccatura (Soluzioni A, B e C) ai fini del raggiungimento degli attracchi della Piattaforma Europa presentano una serie di vantaggi rispetto alle soluzioni a unica imboccatura.

Infatti nelle configurazioni con unica imboccatura (soluzioni da D a G) le navi una volta entrate in porto per raggiungere la darsena della Piattaforma Europa devono percorrere, con il vento dominante al traverso, distanze variabili da 2.2 km (Sol. E) a 1.5 km (Sol. F e G) impiegando alla velocità di 3 nodi da 16 a 20 minuti.

Nelle tre soluzioni A, B e C le manovre di ingresso ed uscita e le rotte interne di avvicinamento alle banchine operative delle navi che utilizzano la Piattaforma Europa risultano più agevoli e più veloci, con evidenti vantaggi economici di gestione dei terminals (minori costi di controstallia). Tra queste soluzioni la prima (soluzione A) risulta sicuramente preferibile alle altre due in quanto le navi una volta entrate nel bacino portuale si trovano subito all'ingresso della darsena delimitata dalle banchine operative della Piattaforma Europa con una rotta praticamente allineata con le suddette banchine, mentre nella soluzione B prima di raggiungere l'area di evoluzione posta all'ingresso della darsena devono percorrere, con i venti dominanti al traverso, un canale lungo circa 1.400 m (tempi di percorrenza 15 minuti circa alla velocità di 3 nodi) e per entrare nella darsena devono effettuare una deviazione di rotta di circa 50°. Infine nella soluzione C le navi che entrano nel nuovo bacino portuale raggiungono rapidamente gli attracchi del terminal ro-ro e della darsena petroli ma per arrivare alle banchine della darsena destinata al traffico dei containers devono percorrere un canale lungo circa 800 m (tempi di percorrenza 15 minuti circa alla velocità di 3 nodi) e deviare la loro rotta di 45° per entrare nella darsena stessa.

Per quanto riguarda invece l'accesso all'imboccatura sud nelle soluzioni A, B e C non viene previsto alcun intervento e quindi non si rileva alcun miglioramento rispetto alla situazione

attuale, mentre tutte le altre soluzioni prevedendo un ampliamento del bacino di evoluzione ne migliorano le condizioni di agibilità.

Orientamento dei canali di accesso e di navigazione interna al porto

In tutte le configurazioni studiate, ad eccezione della B, i canali di accesso ai bacini portuali sono correttamente allineati con la direzione dei mari e dei venti dominanti.

Nella Soluzione B il canale di accesso alla Piattaforma Europa non è orientato secondo la direzione dei venti e dei moti ondosi dominanti (libeccio-grecale) e pertanto le navi che lo percorrono hanno il mare/vento al traverso con conseguenti difficoltà di navigazione e di manovra, in particolare nelle fasi di "incrocio" tra una nave in ingresso ed una in uscita, che potrebbero essere ulteriormente amplificati dai fenomeni di riflessione del moto ondoso incidente sulle opere foranee esistenti (v. diga curvilinea). Inoltre i canali di accesso alle due imboccature portuali si incrociano con conseguenze negative sulla sicurezza della navigazione.

Per quanto riguarda la navigazione all'interno del bacino portuale in tutte le configurazioni con unica imboccatura (Soluzioni da D a G), la navigazione nel canale che deve essere percorso dalle navi dirette alla Piattaforma Europa, viste anche le ridotte velocità, risulta influenzata negativamente dai venti dominanti che investono le navi lateralmente mettendo a rischio la sicurezza della navigazione in occasione degli incroci tra le navi che lo percorrono in direzione opposta.

Sicurezza della navigazione

Dal punto di vista della sicurezza della navigazione le soluzioni A e C risultano preferibili sia all'altra soluzione a doppia imboccatura (Soluzione B) che a tutte le configurazioni con unica imboccatura.

Infatti nella soluzione B, come evidenziato in precedenza, l'orientamento del canale di accesso oltre a rendere difficoltoso l'accesso al bacino della Piattaforma Europa, provoca inaccettabili interferenze tra le rotte delle navi che utilizzano le due imboccature; mentre nelle configurazioni D, E F e G, una sola imboccatura, seppur dimensionata per consentire il transito contemporaneo di due navi, provoca pericolose interferenze tra navi commerciali, navi che trasportano merci pericolose, navi passeggeri, imbarcazioni da pesca e imbarcazioni da diporto.

Inoltre, sempre nelle soluzioni ad unica imboccatura, la necessità per le navi commerciali

dirette alla Piattaforma Europa ed alla nuova darsena Petroli di percorrere un canale interno che praticamente attraversa tutto il bacino portuale produce delle pericolose ed onerose interferenze tra le navi commerciali, che possono trasportare anche merci pericolose, le navi passeggeri, imbarcazioni da pesca e quelle da diporto con il rischio che si possano verificare collisioni tra navi passeggeri e navi commerciali che trasportano merci pericolose (v. Moby Prince).

Infine nelle soluzioni D, E F e G la posizione della darsena petroli, praticamente in corrispondenza dell'ingresso alla darsena operativa della Piattaforma Europa, produce delle pericolose interferenze tra le manovre delle navi che frequentano le due darsene.

Orientamento degli ormeggi

Le banchine operative della darsena della piattaforma Europa nelle configurazioni delle soluzioni A, B, D, E, F e G sono orientate secondo la direzione dei venti dominanti, mentre nella soluzione C sono state orientate, come quelle della darsena Toscana, secondo una direzione (sud-nord) praticamente perpendicolare a quella dei venti dominanti (libeccio-grecale). In quest'ultima soluzione quindi l'azione del vento sull'opera viva delle navi, sia durante le fasi di accosto che di partenza, potrebbe creare dei seri problemi.

Per quanto riguarda gli attracchi della darsena petroli nelle configurazioni A, B e C risultano correttamente orientati secondo la direzione dei venti dominanti, mentre nelle altre soluzioni (D, E, F e G) le navi cisterna ormeggiate vengono investite lateralmente dai venti dominanti.

Infine nella Configurazione C, l'unica nella quale all'interno della Piattaforma Europa è stata prevista una infrastruttura a servizio del traffico ro-ro, i pontili di attracco sono praticamente perpendicolari alla direzione dei venti dominanti.

Bilanciamento dei volumi di scavo e di riporto e oneri di dragaggio

Dal punto di vista del bilanciamento dei volumi di scavo (dragaggio) e di riporto (rilevati) tutte le soluzioni presentano uno sbilanciamo, più o meno ampio, verso i volumi da dragare. Ovviamente l'entità dei volumi di sedimenti dragati per i quali dovrà essere trovata una soluzione alternativa a quella del riutilizzo ai fini della realizzazione dei nuovi rilevati portuali varia a seconda della quota di progetto dei fondali del bacino portuale e del canale di accesso e delle quote dei rilevati portuali.

Per quanto riguarda invece i volumi di sedimenti da dragare, e conseguentemente dei relativi oneri da sostenere, si rilevano alcune piccole differenze tra le diverse soluzioni alternative studiate.

Nelle soluzioni a doppia imboccatura, rispetto ad alcune delle soluzioni con unica imboccatura, per realizzare il secondo canale di accesso è necessario dragare un consistente volume di sedimenti marini che però, ad eccezione delle soluzioni D ed E alle quali corrispondono i minori volumi di sedimenti da dragare, è compensato dal volume di sedimenti che, nelle soluzioni ad unica imboccatura, devono essere dragati per la realizzazione del nuovo avamporto e del canale interno di navigazione necessario per consentire alle navi di raggiungere i terminals della Piattaforma Europa.

In particolare alla soluzione A corrispondono volumi di dragaggio analoghi a quelli delle soluzioni F e G, mentre nella soluzione B la elevata lunghezza del canale di accesso produce un discreto incremento dei volumi di sedimenti da dragare (considerando quote di progetto pari a -17 m s.m. per il canale di accesso e di -16 m s.m. per l'avamporto e la darsena rispetto alla soluzione A occorre dragare circa 2 milioni di m³ in più). Infine nella soluzione C la localizzazione della darsena della Piattaforma Europa su un'area dove i fondali sono minori, produce un incremento dei volumi di sedimenti da dragare (considerando quote di progetto pari a -17 m s.m. per il canale di accesso e di -16 m s.m. per l'avamporto e la darsena rispetto alla soluzione A occorre dragare circa 2 milioni di m³ in più) che peraltro, ai fini del bilanciamento dei volumi di scavi e di riporto, è bilanciata dai maggiori volumi di materiali necessari per realizzare il terrapieno esterno che, rispetto a tutte le altre soluzioni, è stato localizzato in una zona con fondali più elevati.

Protezione dal moto ondoso

Nei riguardi della protezione dei bacini della Piattaforma Europa e della Darsena Petroli dall'ingresso del moto ondoso, e conseguentemente del grado di agitazione ondosa residua da cui dipende l'operatività degli ormeggi, le soluzioni a unica imboccatura (D, E, F e G) sono decisamente migliori di quelle a doppia imboccatura in quanto garantiscono una completa protezione.

Tra le configurazioni a doppia imboccatura nella soluzione B la diga foranea del bacino della Piattaforma Europa non fornisce alcuna protezione dai moti ondosi provenienti da IV quadrante che, seppur meno intensi e frequenti di quelli provenienti dal settore di traversia principale, potrebbero disturbare l'operatività dei nuovi terminal marittimi.

Relativamente al bacino Santo Stefano ed al porto Mediceo nelle soluzioni A, B e C non è previsto alcun intervento sulle attuali opere di protezione (diga Curvilinea e diga della Vegliaia) e quindi non viene modificato l'attuale grado di protezione.

Nelle soluzioni D ed E le nuove opere previste a protezione della nuova area di evoluzione (c.d. avamporto) migliorano le condizioni di agitazione ondosa interna del bacino portuale esistente e forniscono anche una ottima protezione dal moto ondoso al lungomare cittadino nel tratto compreso tra la darsena Morosini e piazzale Pietro Mascagni.

Nelle soluzioni F e G a causa della demolizione della Diga Curvilinea (parziale nella soluzione F, totale in quella G) le opere di difesa non riescono a fornire l'attuale livello di protezione dai moti ondosi provenienti dal limite meridionale del settore di traversia principale (libeccio) con conseguenti ripercussioni negative sul grado di agitazione interna nel bacino portuale e conseguentemente sull'operatività portuale.

Impatto sul patrimonio storico

Nei riguardi del'impatto sul patrimonio storico del porto di Livorno nella soluzione F è prevista la parziale demolizione della diga curvilinea mentre nella soluzione G ne è stata prevista la traslazione.

La diga curvilinea è un opera di interesse storico pertanto ci sono forti dubbi sia sulla possibilità di ottenere l'autorizzazione dagli Enti competenti alla esecuzione dei suddetti interventi, sia sui tempi per l'ottenimento di una eventuale autorizzazione, sia, relativamente all'intervento di traslazione della diga (v. Soluzione G) su tempi, costi e modi di esecuzione (non si ha notizia di interventi analoghi eseguiti su opere marittime in mare). Inoltre la diga curvilinea costituisce l'opera di difesa principale del porto di Livorno e quindi l'esecuzione delle operazioni di "traslazione", per non pregiudicare la sicurezza portuale, dovrebbero essere eseguite per conci e a completa sezione così da ridurre in misura minima e per tempi limitati, durante l'esecuzione di questo intervento, il livello di protezione del bacino portuale dall'ingresso del moto ondoso.

Nelle soluzioni A e C è prevista la demolizione della porzione terminale della diga della Meloria, mentre nelle soluzioni D ed E è prevista la demolizione della diga della Vegliaia. In entrambi i casi si tratta di opere che non rivestono alcun significato storico e quindi tali interventi di demolizione sono da ritenere senza impatti sul patrimonio storico del porto di Livorno.

Navigabilità canale dei Navicelli

Per risolvere i problemi connessi con l'ingresso del canale dei Navicelli nella darsena Toscana nelle soluzioni A, B, D, E, F e G è stata prevista la realizzazione sulla sponda destra dello Scolmatore d'Arno di un molo a scogliera che si protende in mare fino alla batimetrica -5 realizzando quindi lo sbocco a mare del suddetto canale consentendo la chiusura del tratto di canale dei Navicelli che attualmente taglia la sponda sinistra dello scolmatore e si immette nella darsena Toscana. Questa soluzione seppur risolve il problema del collegamento del canale dei Navicelli con il mare aperto per le imbarcazioni da diporto di sicuro non permette l'ingresso diretto in porto per le imbarcazioni che trasportano merci che a volte lo utilizzano (v. base americana di Camp Derby) che sarebbero quindi costrette ad uscire in mare aperto e rientrare in porto attraverso l'imboccatura nord del porto di Livorno.

Nella Soluzione C invece, oltre alla realizzazione della foce armata dello scolmatore, è stata prevista la realizzazione, lungo il limite nord del piazzale della Piattaforma Europa, di un canale navigabile che ha origine dal viadotto della S.P. 224 percorre tutta la diga nord della Piattaforma Europa e entra in porto in corrispondenza della zona di evoluzione della darsena petroli. Questa soluzione quindi oltre a realizzare uno sbocco diretto in mare del canale dei Navicelli garantisce anche un ingresso diretto in porto alle navi che lo utilizzano per il trasporto di merci.

4 SCELTA DELLA SOLUZIONE DI PIANO

Nella tabella 1 seguente sono sintetizzati in forma grafica i risultati del confronto tra le diverse soluzioni proposte.

Soluzioni	A	B	C	D	E	F	G
Operatività portuale	☺	☺	☺	☹	☹	☹	☹
Manovre ingresso/uscita e rotte interne	☺	☹	😐	☹	☹	☹	☹
Orientamento canali di navigazione	☺	☹	☺	😐	😐	😐	😐
Sicurezza della navigazione	☺	😐	☺	☹	☹	☹	☹
Orientamento banchine	☺	☺	😐	☹	😐	😐	😐
Bilancio movimenti di terra, Oneri dragaggio	😐	☹	😐	☺	☺	😐	😐
Protezione dal moto ondoso	😐	☹	😐	☺	☺	☹	☹
Impatto sul patrimonio storico	☺	☺	☺	☺	☺	☹	☹
Funzionalità del Canale dei Navicelli	☹	☹	☺	☹	☹	☹	☹

Alla luce degli elementi di confronto messi in luce nella descrizione delle diverse soluzioni e nella tabella riepilogativa, relativamente all'assetto della Piattaforma Europa e delle opere di difesa esterne del porto, risulta preferibile a tutte la soluzione A in quanto più delle altre riesce a soddisfare i criteri posti alla base del progetto del nuovo terminale marittimo.

5 OTTIMIZZAZIONE DELLA SOLUZIONE DI PIANO

La soluzione individuata a conclusione del confronto tecnico-economico tra le possibile alternative è stata sottoposta quindi ad un processo di ottimizzazione che ha riguardato, l'assetto interno e la destinazione d'uso della piattaforma, la posizione e la configurazione della darsena petroli, le opere di protezione del nuovo bacino e l'ingresso in porto del canale dei Navicelli.

In particolare relativamente all'assetto interno della Piattaforma, le infrastrutture di collegamento viarie e ferroviarie del porto di Livorno, sia esistenti che programmate, non consentono una crescita dei volumi del traffico di contenitori tale da giustificare la destinazione esclusiva della nuova darsena (banchine e piazzali) a tale tipo di traffico.

Contestualmente l'enorme crescita fatta registrare negli ultimi anni nel porto di Livorno, ed in generale in molti porti del Mediterraneo, dai traffici ro-ro, comprendendo con questo termine anche le ro-pax (v. autostrade del mare), ed il livello di saturazione raggiunto delle attuali infrastrutture del porto di Livorno, che non consente ulteriori significative crescite per questa tipologia di traffici, pone in evidenza la necessità di riservare una parte delle nuove infrastrutture a terminal ro-ro così da consentire la naturale crescita dei traffici. Inoltre la maggior parte delle navi che attualmente vengono utilizzate a questo scopo sono navi che trasportano sia mezzi commerciali che passeggeri con auto al seguito (c.d. navi ro-ro pax), ed il collegamento diretto del nuovo terminale con la superstrada e con le autostrade permetterebbe ai passeggeri con auto al seguito di accedere direttamente agli imbarchi senza dover attraversare la viabilità cittadina, riducendo quindi i fenomeni di congestione che si registrano durante la stagione estiva a Livorno e conseguentemente l'impatto del porto sulla città. Infine attualmente per raggiungere gli attracchi le navi ro-ro e ro-ro pax devono percorrere all'interno del porto di Livorno delle lunghe distanze, vanificando i tempi risparmiati nel percorso in mare aperto, e condizionando fortemente l'economicità delle operazioni commerciali; mentre collocando il terminal ro-ro nella Piattaforma Europa le navi potrebbero raggiungere rapidamente gli attracchi riducendo quindi i tempi ed i costi delle operazioni di ormeggio, imbarco e sbarco. Si ritiene quindi indispensabile collocare all'interno della

Piattaforma Europa un moderno terminal ro-ro e ro-ro pax in grado di accogliere tali prospettive di sviluppo.

Inoltre, come evidenziato nel paragrafo "Criteri di impostazione", le attuali posizioni della darsena petroli e della banchina utilizzata dalle navi che trasportano GPL sono incompatibili con la sicurezza portuale e della città di Livorno. Pertanto è indispensabile che all'interno della Piattaforma Europa venga realizzata una struttura indipendente e separata dalle altre infrastrutture della Piattaforma, a servizio esclusivo delle navi che effettuano queste tipologie di traffici, che quindi risolva definitivamente l'attuale situazione di rischio.

L'ingresso in Darsena Toscana del canale dei Navicelli pone infine dei pesanti vincoli all'adeguamento delle infrastrutture di collegamento viario e ferroviario della Piattaforma Europa necessario per consentire l'auspicato sviluppo dei traffici. Pertanto all'interno della Piattaforma Europa è necessario individuare, oltre ad uno sbocco diretto in mare, anche un nuovo accesso del canale dei Navicelli direttamente nel bacino portuale così da garantire, oltre al mantenimento dell'attuale classificazione della via navigabile, un collegamento rapido con il mare alle imbarcazioni da diporto ed un accesso diretto nel porto di Livorno alle imbarcazioni commerciali.

Recentemente, infine, è stato approvato il progetto esecutivo della seconda vasca di colmata, in allineamento con quella esistente situata all'esterno del terminal Darsena Toscana e della diga di protezione della Nuova Darsena Petroli, e sono state avviate le procedure di gara per l'affidamento dell'appalto dei lavori di costruzione. Considerati i problemi di tipo ambientale ed autorizzativo che sarebbero connessi con la necessità di una eventuale resecazione di una delle vasche di contenimento è sicuramente opportuno studiare la possibilità di rendere la realizzazione delle nuove banchine della darsena della Piattaforma Europa completamente indipendente dalle due vasche di contenimento così da conservarne l'integrità.

I criteri che sono stati quindi posti alla base del processo di ottimizzazione ed affinamento della configurazione della Piattaforma Europa e delle relative opere di protezione sono i seguenti:

- realizzare due terminali dei quali uno dedicato al traffico dei contenitori ed uno al traffico ro-ro e ro-ro pax così da consentire lo sviluppo di queste due tipologie di traffici;

- realizzare un terminale indipendente per lo svolgimento di traffici di merci pericolose in posizione il più possibile lontana dalla città e dalle altre infrastrutture portuali;
- realizzare un nuovo ingresso diretto in porto per il canale dei Navicelli;
- collocare le opere di banchinamento della nuova darsena all'esterno delle due vasche di contenimento.

Sulla base di questi criteri sono state sviluppate diverse alternative di configurazione e di posizione dei due terminal (containers e ro-ro), della darsena merci pericolose e del nuovo accesso in porto del canale dei Navicelli (v. figure da 8 a 15) mettendo a confronto soluzioni con:

- i terminals containers e ro-ro posti alternativamente nel terrapieno sud ed in quello nord della nuova darsena;
- banchina del terminal ro-ro attrezzata con denti di attracco poppieri o privi di denti di attracco che quindi può essere utilizzata liberamente da navi dotate di rampe laterali e che nel caso di utilizzo da parte di navi con rampa a poppa o a prua dovrà essere attrezzata con piattaforme galleggianti;
- il terminal merci pericolose posizionato lungo il lato interno della diga foranea o su una struttura interna distaccata dalla diga foranea;
- il canale di accesso del canale dei Navicelli esterno alla diga nord della Piattaforma Europa che occupa una parte del tratto fociale dello Scolmatore a valle del viadotto esistente e si immette direttamente a mare grosso modo all'altezza del limite ovest del terrapieno nord della nuova darsena o che corre all'interno del terrapieno nord della darsena, lungo il suo lato settentrionale, e si immette nel bacino portuale in corrispondenza dell'avamporto della Piattaforma Europa

FIGURA 8 - SOLUZIONE A1

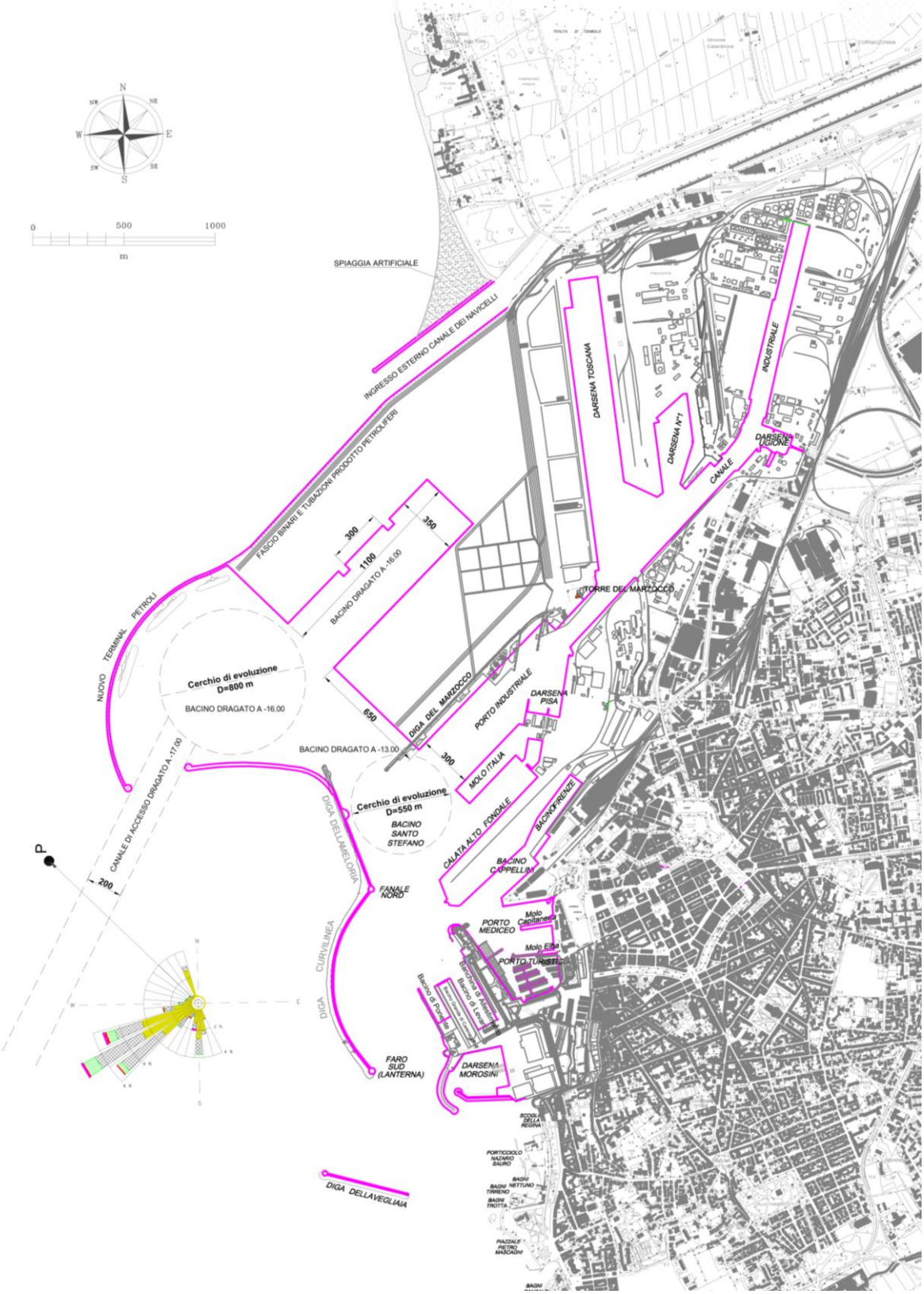


FIGURA 9 - SOLUZIONE A2

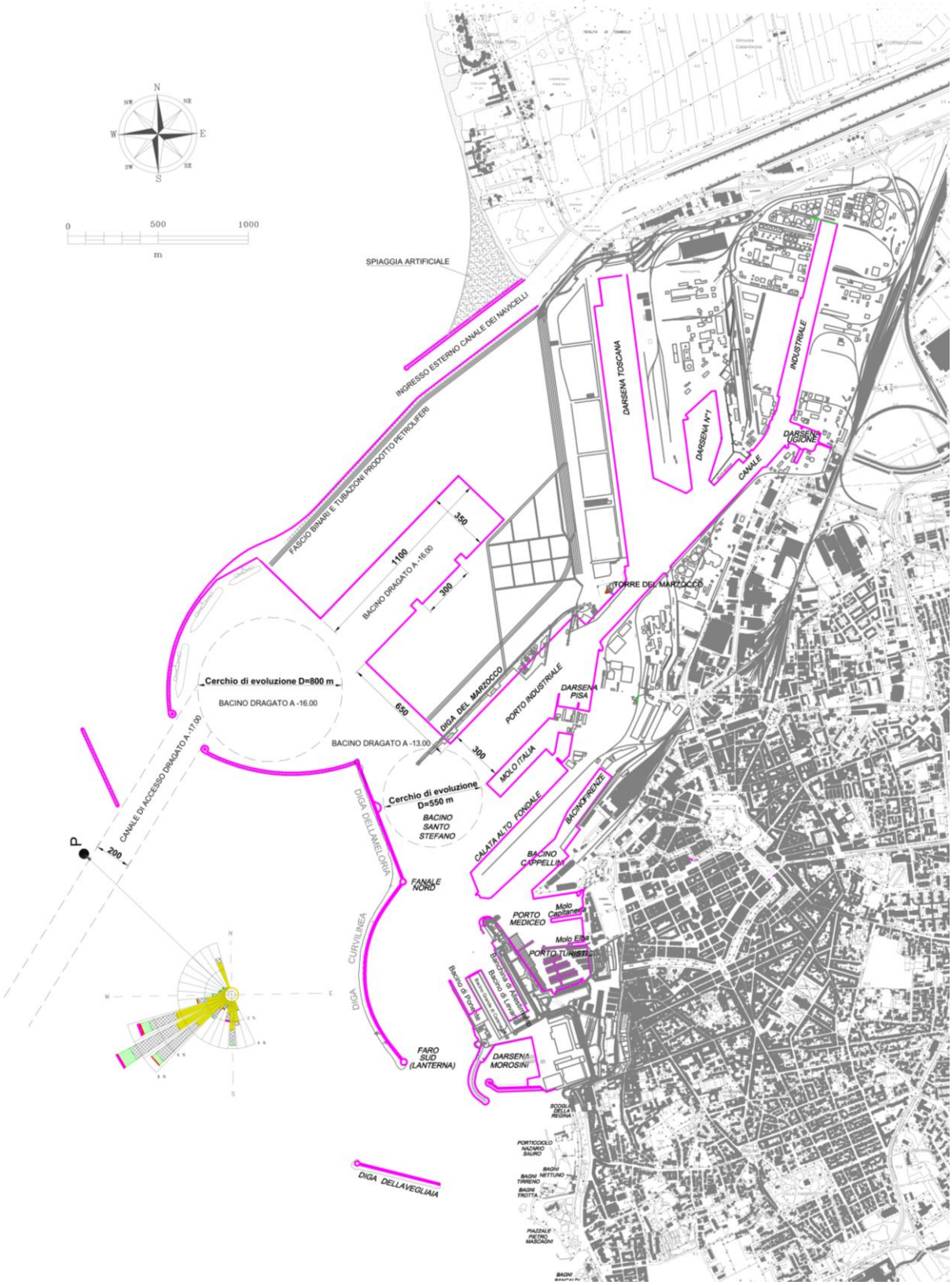


FIGURA 10 - SOLUZIONE A3

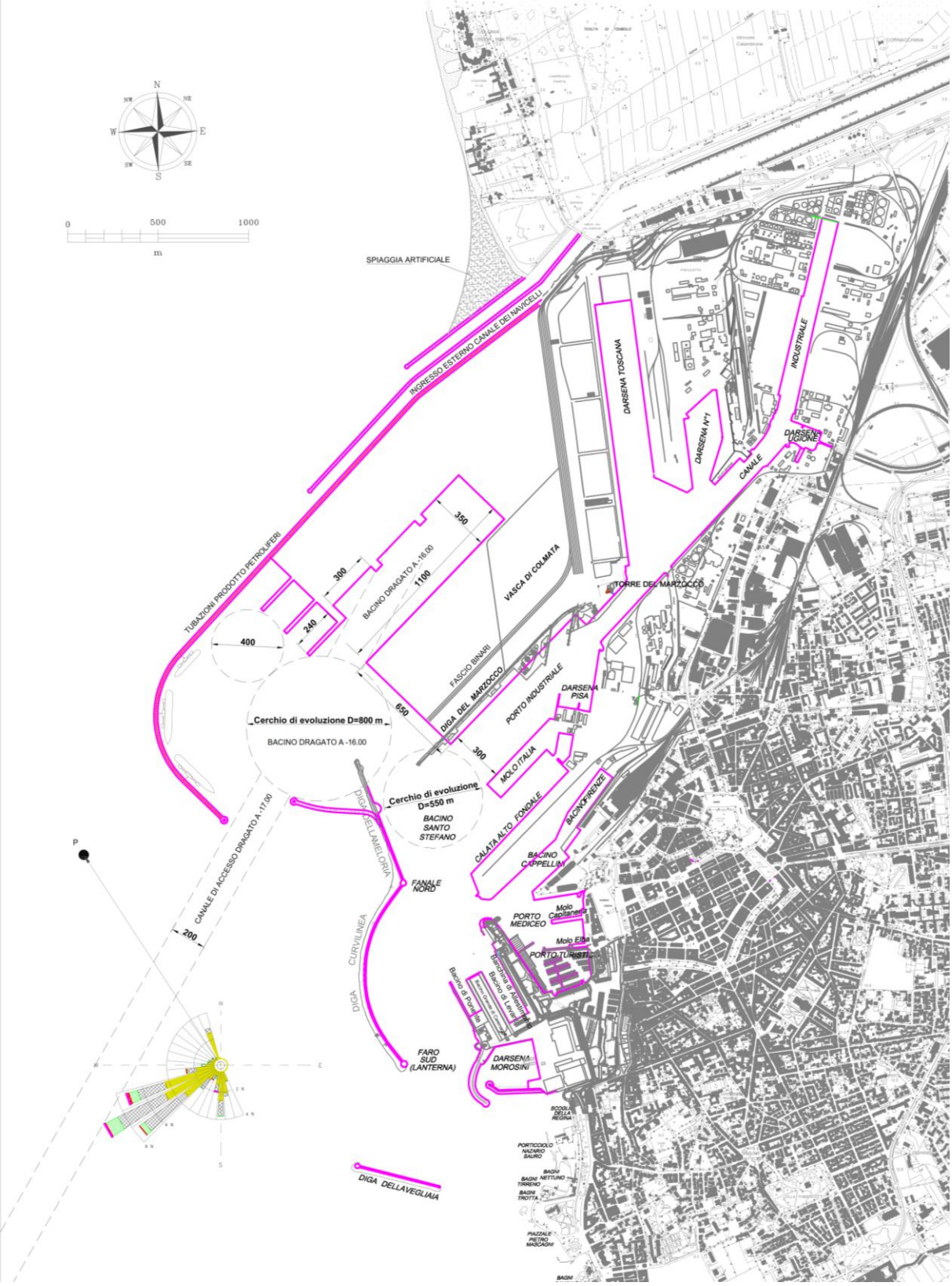


FIGURA 11 - SOLUZIONE A4

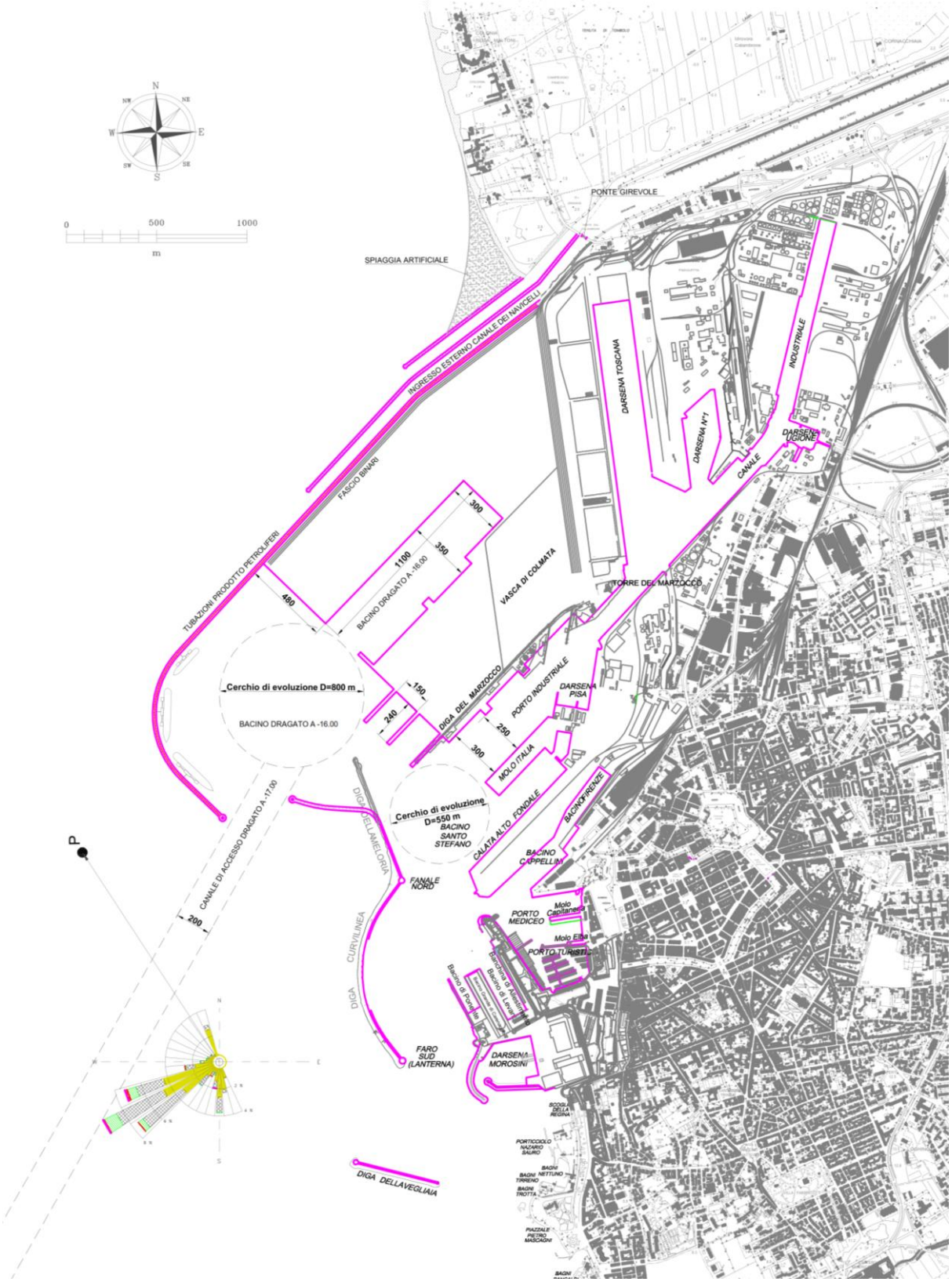


FIGURA 12 - SOLUZIONE A5

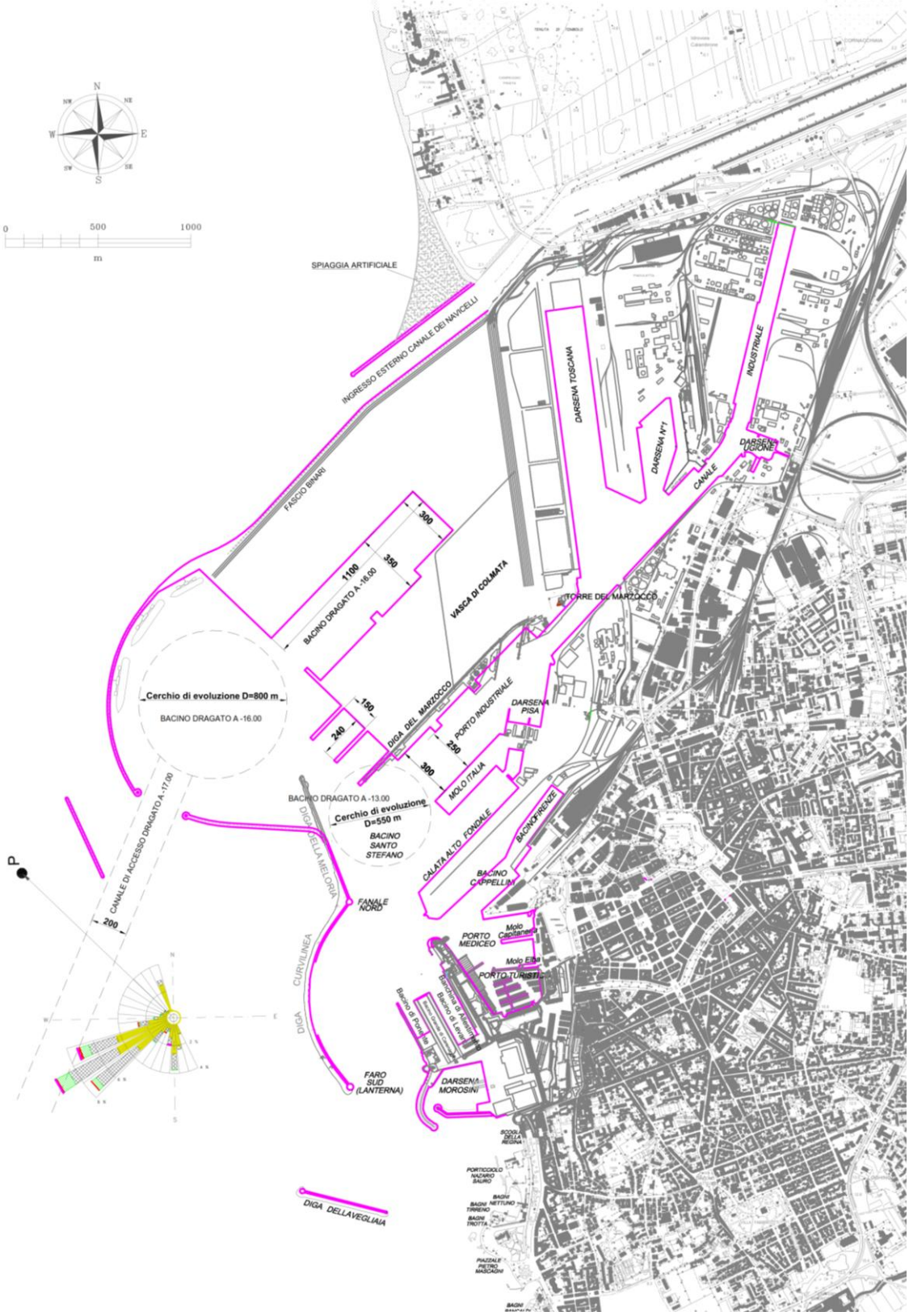


FIGURA 13 - SOLUZIONE A6

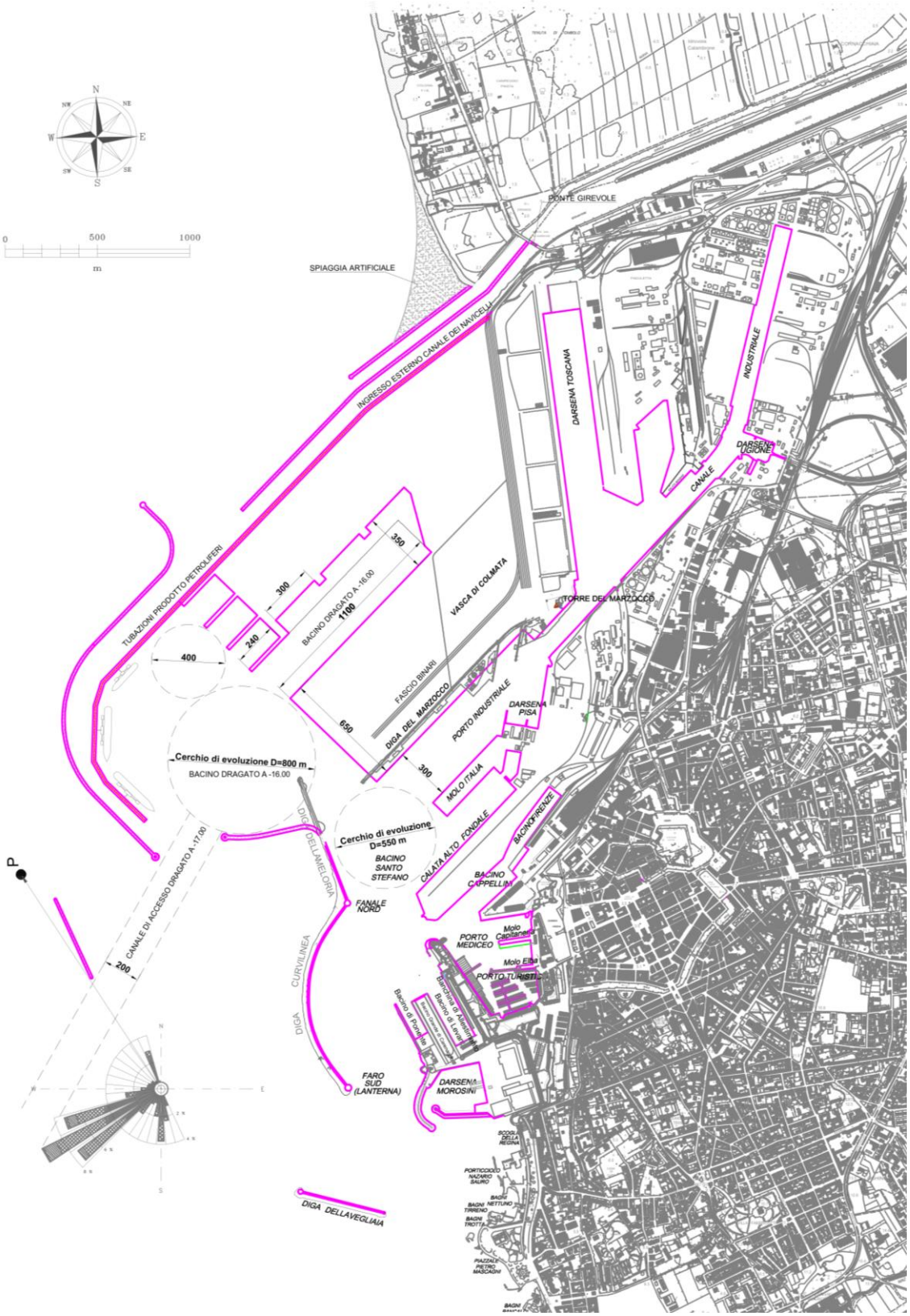
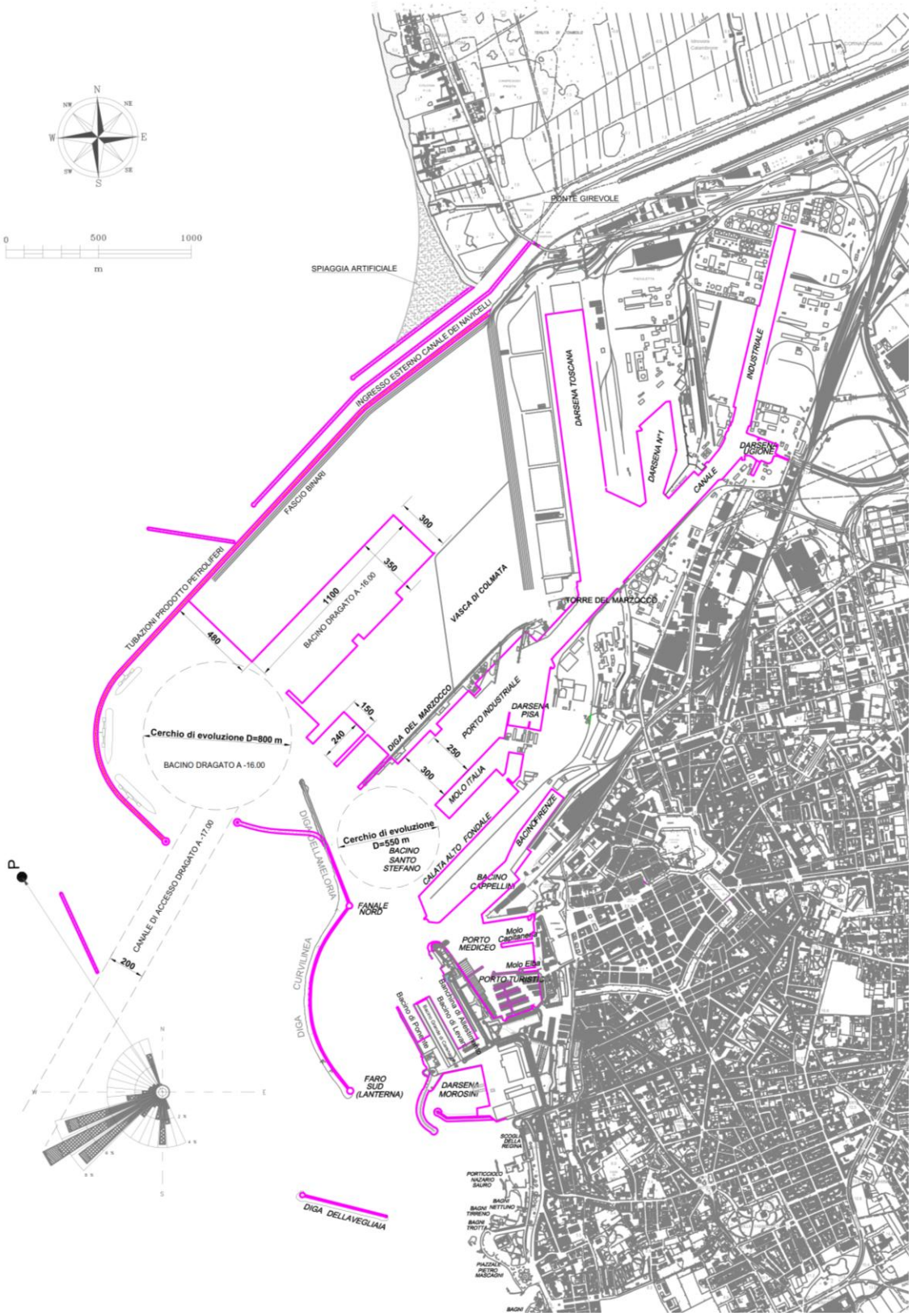


FIGURA 14 - SOLUZIONE A7



A conclusione di questo processo di ottimizzazione è stata individuata la soluzione riportata nella figura 15, nella quale:

- il terrapieno nord della darsena è stato destinato al traffico ro-ro e ro-ro pax ed è dotato di n° 6 accosti poppieri collocati lungo il lato ovest del piazzale e di una banchina lunga 1.100 m circa con un dente poppiero largo circa 40 m in corrispondenza del limite est. Questa configurazione è stata preferita a quella con banchina dotata di denti di attracco (soluzioni A1, A2, A3, A4, A5, A6 e A7) per conferirgli più flessibilità in quanto in questo modo la banchina potrà essere utilizzata dalle navi dotate di rampa laterale oppure potrà essere attrezzata con piattaforme mobili così da renderla utilizzabile anche dalle navi con rampa poppiera. La posizione del terminal è stata preferita a quella sull'altro terrapieno in quanto in questo modo le autovetture e i camion in ingresso/uscita dal terminal potranno accedere direttamente al terminal/superstrada senza interferire con i mezzi commerciali che transitano all'interno della viabilità portuale.
- Il terrapieno sud è stato destinato al traffico contenitori ed è dotato di una banchina lunga 1.100 m (banchina nord) con fondale dragato a quota -16 m s.m., di una banchina lunga 1.100 m (banchina sud) con fondale dragato a quota -13 m s.m., di una banchina (banchina ovest) lunga 650 m con fondali dragati a quota -16 m s.m. e di un piazzale largo 650 m e lungo circa 1600 m. Si è preferito localizzare il terminal sul terrapieno sud anziché sul nord in quanto in questo modo oltre a garantire una dotazione di banchine e piazzali migliore si allontana il fascio binari ferroviari dal tracciato delle tubazioni che trasportano i prodotti petroliferi ed il GPL, che corrono lungo il perimetro esterno del terrapieno nord.
- La darsena merci pericolose (prodotti petroliferi e GPL) è stata collocata nella porzione sud occidentale dell'avamporto, a circa 700 m dal limite del piazzale del terrapieno nord, ed è dotata di 4 attracchi dei quali due riservati alle navi di maggiori dimensioni che trasportano prodotti petroliferi, n°1 alle petroliere di minori dimensioni ed n°1 alle navi che trasportano GPL. La darsena è inoltre dotata di una zona a terra di superficie pari a circa 20.000 m² dove potranno essere collocati tutti gli impianti a servizio del terminale, mentre per l'ormeggio delle navi sono stati previsti n°3 pontili lungo i quali

sono state previste le piattaforme di carico scarico e le briccole di accosto e/o di ormeggio. La darsena è collegata al terrapieno nord della nuova darsena da un moletto sul quale , oltre alla viabilità di accesso alla darsena, troverà collocazione il manufatto protetto lateralmente da muri di sufficiente altezza e spessore (cunicolo scoperto) adibito al passaggio delle tubazioni che trasportano i prodotti petroliferi ed il GPL. Questa soluzione è stata preferita a quelle che prevedono la collocazione degli attracchi delle navi cisterna lungo il lato interno della diga foranea nord all'interno del bacino di evoluzione (Soluzioni A1, A2, A3, A4 A5, A6 e A7) in quanto queste ultime oltre ad essere incompatibili con la realizzazione di un collegamento diretto del canale dei Navicelli con il bacino portuale non offrono sufficienti garanzie nei riguardi della sicurezza della navigazione (area di evoluzione troppo vicina agli attracchi dove si movimentano merci pericolose) ed inoltre richiederebbero la realizzazione di una diga di altezza tale da non consentire la tracimazione del moto ondoso con conseguenze sui costi dell'opera.

- Per consentire l'ingresso in porto del canale dei Navicelli all'esterno del terrapieno nord della Piattaforma Europa è stata prevista la realizzazione di una diga a scogliera così da realizzare un canale navigabile che "entra" in porto in corrispondenza della zona di evoluzione a servizio delle navi che frequenteranno la darsena merci pericolose. Il tracciato della diga a scogliera nella parte iniziale segue perfettamente il tracciato dell'attuale sponda sud dello Scolmatore così da non modificare assolutamente la sezione trasversale del corso d'acqua, mentre l'ingresso nel canale navigabile avverrà attraverso un varco scavato lungo la sponda sud dello Scolmatore immediatamente a valle del viadotto della S.S.224 esistente. Per consentire il passaggio delle imbarcazioni provenienti/dirette dal/al canale dei Navicelli lungo il suddetto viadotto è prevista la realizzazione di un impalcato mobile che periodicamente verrà sollevato per consentire appunto il passaggio delle imbarcazioni dirette o provenienti dal porto di Livorno. Tale manufatto in pratica sostituirà il ponte mobile presente lungo la S.S.224 in corrispondenza dell'attuale ingresso del canale dei Navicelli nella darsena Toscana. In alternativa potrebbe essere prevista la sostituzione del viadotto con un sottopasso

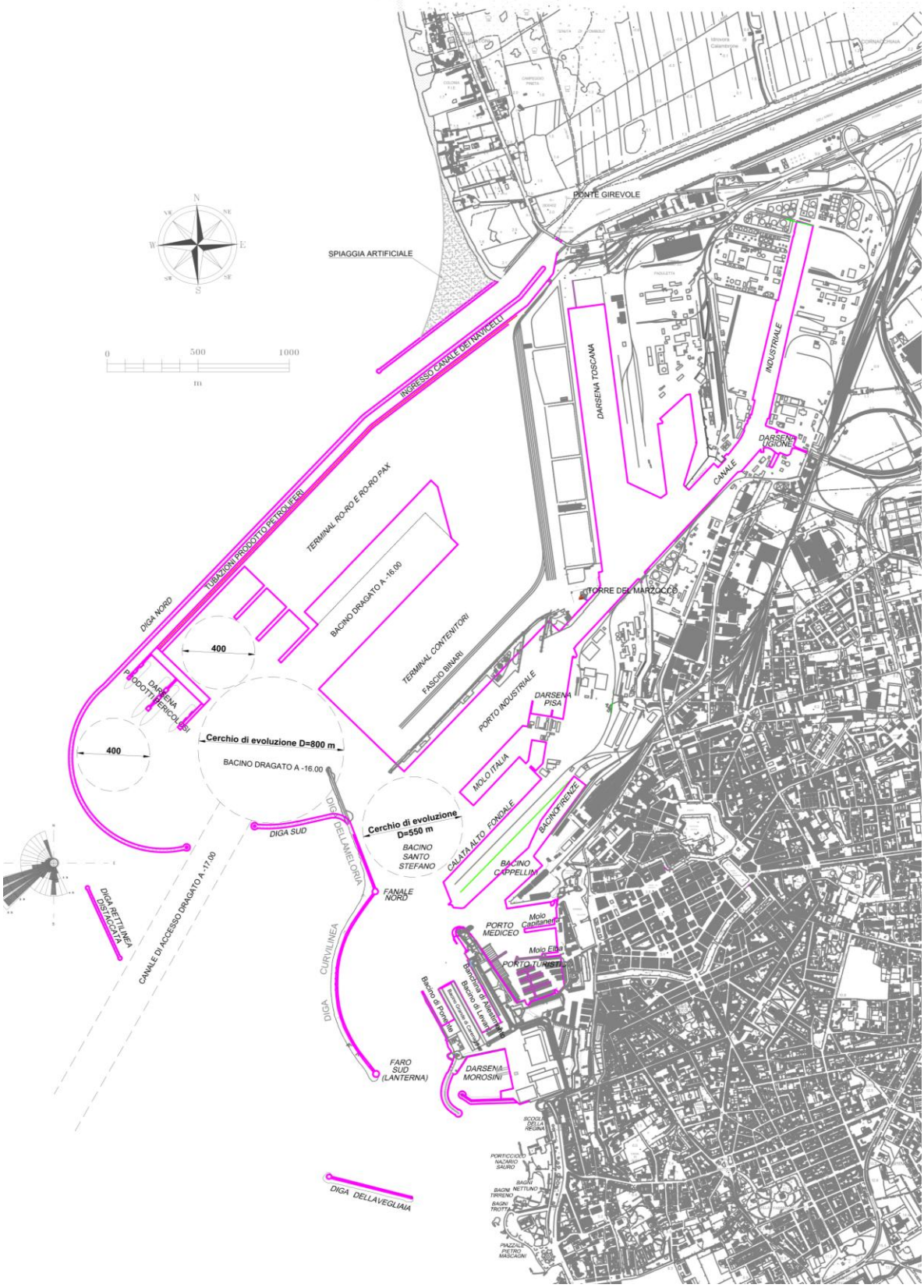
fluviale che eliminerebbe definitivamente sia le limitazioni di operatività del canale dei Navicelli indotte dalla presenza del viadotto sia i disagi alla viabilità connessi alla presenza del ponte mobile.

- Per migliorare la protezione del nuovo bacino portuale dall'ingresso del moto ondoso, a ovest del canale di accesso, a circa 650 m dall'imboccatura, è stata prevista la realizzazione di una diga rettilinea che offre una protezione da tutti i moti ondosi provenienti dal settore di traversia principale migliorando quindi sia le condizioni di agibilità dell'infrastruttura marittima che l'operatività degli attracchi.
- Per eliminare qualsiasi tipo di interferenza tra le nuove strutture di banchinamento della nuova darsena e le due vasche di contenimento (esistente e programmata) la banchina est della darsena è stata orientata parallelamente al limite esterno delle vasche ed ai suoi due estremi è stata previsto l'inserimento di due denti di attracco perpendicolari alle banchine laterali delle darsene lunghi 40 m così da non alterare l'operatività delle suddette banchine.
- Per garantire la piena operatività dei nuovi terminali di fronte alla darsena merci pericolose ed agli attracchi a pettine collocati sulla testata del terminal ro-ro è stata prevista un'area di evoluzione circolare di diametro pari a 400 m, mentre in corrispondenza dell'ingresso nella nuova darsena è stata prevista un'area di evoluzione circolare di 800 m di diametro.

La soluzione individuata a conclusione del processo di ottimizzazione è stata poi sottoposta ad un'ulteriore affinamento basato sui risultati dello studio dell'agitazione interna portuale e dell'impatto sulle infrastrutture esistenti.

Lo studio sull'agitazione ondosa residua all'interno del bacino portuale ha messo in evidenza infatti che la configurazione delle opere di difesa, pur garantendo un'ottima protezione dall'ingresso dei moti ondosi provenienti dal settore di traversia principale (210°÷250 °N) non offre un adeguato riparo da quelli che provengono da Sud. In particolare in occasione di eventi

FIGURA 15 - SOLUZIONE A8



provenienti dal settore 155°÷195°N in corrispondenza della darsena Petroli e degli attracchi per navi ro-ro previsti sulla testata del terrapieno nord il grado di agitazione ondosa è incompatibile con lo svolgimento in condizioni di sicurezza delle operazioni portuali (arrivo, partenza, carico e scarico).

Per ovviare a tale inconveniente, che procura una riduzione di operatività degli attracchi, è stato necessario prevedere la realizzazione, in posizione simmetrica rispetto al canale di accesso, di una seconda diga che protegge l'imboccatura portuale dai moti ondosi provenienti da mezzogiorno. Per maggiori dettagli sui risultati dello studio dell'agitazione ondosa residua si rimanda all'elaborato specifico.

Inoltre sovrapponendo la configurazione di progetto su una foto aerea recente si è constatato che il tratto iniziale del canale che collega il canale dei Navicelli con il porto va ad interferire sia con la linea ferroviaria dello scalo esistente a tergo della sponda ovest della darsena Toscana che con la rampa di ingresso in porto della superstrada (v. figura 16).

Pertanto al fine di eliminare tali interferenze si è deciso di traslare l'ingresso nel nuovo canale verso la foce dello Scolmatore (v. figura 17).

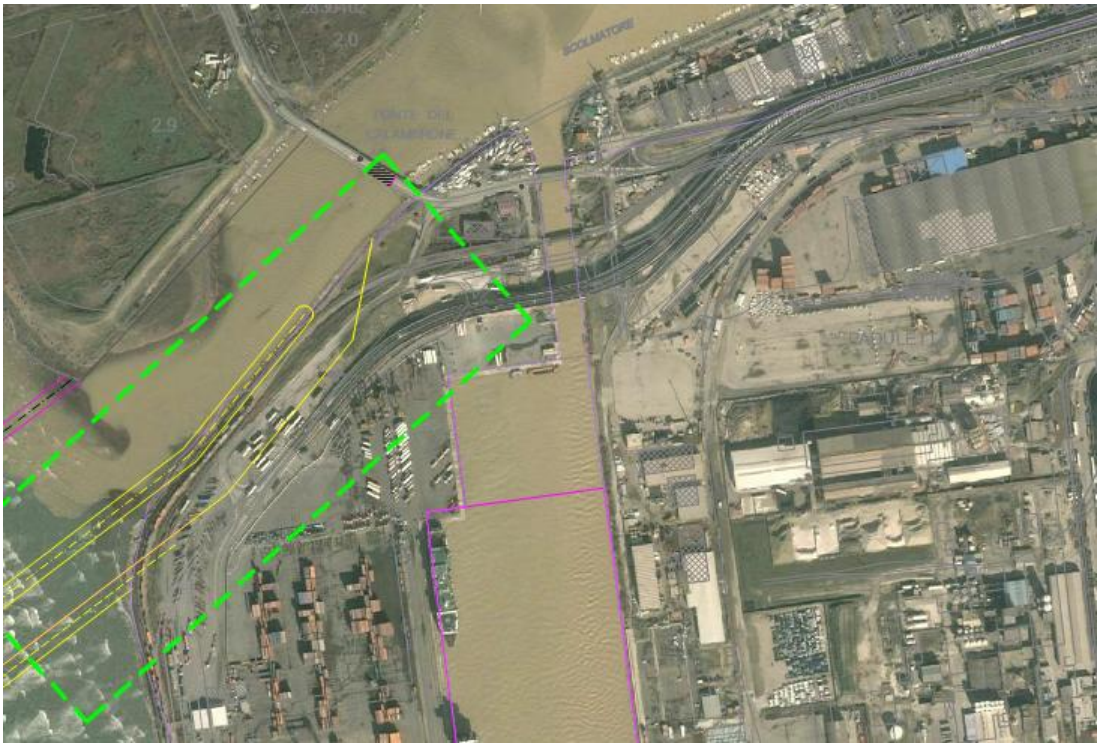


Figura 16 – Ingresso canale dei Navicelli – Configurazione soluzione A8

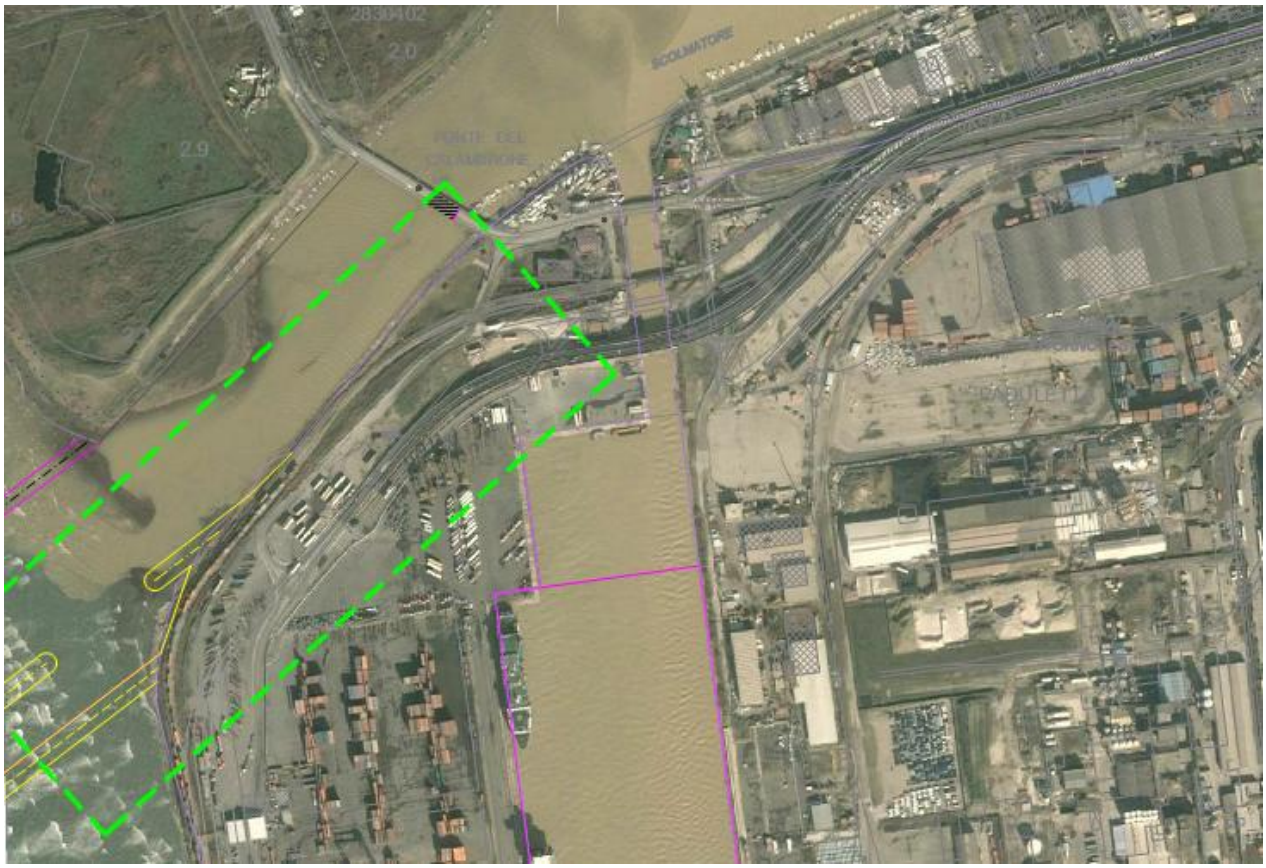


Figura 17 – Ingresso canale dei Navicelli – Configurazione modificata

Nella figura 18 è quindi riportata la configurazione delle opere esterne e della Piattaforma Europa del porto di Livorno individuata al termine di tale processo che poi è stata posta alla base dei successivi studi specialistici che sono stati svolti al fine di verificarne la funzionalità.

Dai risultati degli studi specialistici di approfondimento, che hanno riguardato gli aspetti ambientali, tecnici, funzionali e di sicurezza dell'infrastruttura, sono emerse le seguenti criticità della suddetta soluzione che pur consentendo il raggiungimento degli obbiettivi fissati potrebbero ridurne l'efficacia:

A. La posizione del terminal prodotti pericolosi non sembra compatibile con lo svolgimento nell'area del terminal Ro-Ro/autostrade del mare del traffico passeggeri. Infatti facendo riferimento ai risultati dello studio sul rischio di incidente rilevante riportato nel Rapporto Integrato di Sicurezza Portuale del porto di Livorno emerge che, nella configurazione di progetto individuata al termine del suddetto processo di analisi, in

corrispondenza del limite del terrapieno del terminal Ro-Ro/autostrade del mare della Piattaforma Europa la probabilità che si verifichi un incidente di rischio rilevante, in termini di numero di eventi/anno, non è compatibile con il traffico di passeggeri;

B. La soluzione prevista per garantire al canale dei Navicelli, a seguito del tombamento dell'attuale ingresso nella darsena Toscana, l'accesso diretto nel porto di Livorno potrebbe provocare degli inconvenienti sia dal punto di vista operativo che di sicurezza della navigazione. Infatti le imbarcazioni provenienti dal canale dei Navicelli, dopo aver percorso il canale navigabile compreso tra il terrapieno nord della darsena della Piattaforma Europa e la nuova diga nord, per entrare in porto dovranno attraversare il bacino della darsena prodotti pericolosi con evidenti effetti negativi sulla sicurezza della navigazione e sul rischio di incidente rilevante.

In relazione al primo punto nella configurazione riportata nella figura 18 la distanza tra il terminal merci pericolose ed il terrapieno del termina ro-ro/autostrade del mare è pari a circa 650 m.

Facendo riferimento ai risultati dello studio sul rischio di incidente rilevante riportato nel Rapporto Integrato di Sicurezza Portuale del porto di Livorno emerge che, in tale configurazione, a partire dalla testata del terrapieno nord della Piattaforma Europa, su una fascia di circa 100÷150 m di larghezza la probabilità che si verifichi un incidente di rischio rilevante, in termini di numero di eventi/anno, non è compatibile con il traffico di passeggeri.

Considerata l'impossibilità di trovare per il terminal merci pericolose un'altra collocazione all'interno del porto di Livorno che non abbia le stesse criticità, l'unica soluzione che consente di ridurre in tutto il terrapieno nord della Piattaforma Europa la probabilità di incidente di rischio rilevante a valori compatibili con la presenza di passeggeri è quella di aumentare la distanza tra i due terminali.

Considerato che l'arretramento del limite del terrapieno nord provocherebbe un'inaccettabile riduzione della capacità operativa del termina ro-ro/Autostrade del mare, l'unica soluzione consiste nel traslare verso sud-ovest il terminal merci pericolose così da portarlo ad una distanza di sicurezza (circa 1000 m) dal limite dei piazzali adibiti al trasporto passeggeri.

FIGURA 18 - CONFIGURAZIONE FINALE

A tale scopo, senza modificare sostanzialmente la configurazione delle opere di difesa della piattaforma Europa, è sufficiente modificare la configurazione della diga nord congiungendola con la diga rettilinea distaccata ovest così da aumentare le dimensioni dello specchio acqueo protetto e permettere di allontanare di circa 300 m la darsena merci pericolose dal terminal ro-ro/Autostrade del mare mantenendo le dimensioni del bacino di evoluzione della darsena stessa adeguate allo svolgimento delle manovre di ormeggio/disormeggio in condizioni di sicurezza.

Per mantenere invariato il grado di protezione del bacino interno della Piattaforma Europa dall'ingresso del moto ondoso è stata inoltre prevista una opera a scogliera ad andamento curvilineo che partendo dal limite nord del molo principale del terminal per merci pericolose, insieme alla diga sud, delimita il bacino di evoluzione interno.

Con le suddette modifiche oltre a ridurre nelle aree del terminal ro-ro/Autostrade del mare la probabilità di rischio di incidente rilevante a livelli compatibili allo svolgimento del traffico passeggeri consente anche di migliorare sensibilmente la sicurezza della navigazione. Infatti le navi che trasportano le merci pericolose si fermeranno nel bacino esterno, dove è collocato il terminal, senza quindi entrare più nel bacino interno riducendo sensibilmente il rischio di collisione con le navi dirette ai terminals interni.

In relazione al secondo punto, come evidenziato in precedenza, nel nuovo PRP del porto di Livorno per lo svolgimento dei traffici fluviali e per garantire alle imbarcazioni provenienti dal canale dei Navicelli un'uscita diretta in mare ed al contempo un ingresso diretto nel porto di Livorno, oltre all'armatura della foce dello scolmatore d'Arno ed all'approfondimento a quota -4.50 m s.m. dei fondali naturali dall'ingresso del canale dei Navicelli nello scolmatore fino alla uscita in mare, è stata prevista la realizzazione, a tergo della nuova diga nord, di un canale che corre a tergo della suddetta diga, a fianco del terrapieno nord, e termina nel bacino di evoluzione della darsena prodotti pericolosi.

Per quanto riguarda le imbarcazioni da diporto che utilizzano il canale dei Navicelli le opere previste in corrispondenza della foce dello scolmatore (armatura e dragaggio dei fondali) rappresentano un grosso miglioramento rispetto alla situazione attuale nella quale per poter uscire in mare devono entrare nella darsena Toscana e percorrere tutto il bacino portuale con

notevoli rischi per la navigazione; mentre per le imbarcazioni che effettuano traffici commerciali, che hanno necessità di entrare nel porto di Livorno e dirigersi presso le banchine dove effettuare le operazioni di carico e scarico della merce trasportata, il transito attraverso il bacino di evoluzione della darsena merci pericolose potrebbe avere pesanti ripercussioni sulla sicurezza della navigazione per effetto del pericolo di collisione con le navi che trasportano merci pericolose.

La soluzione individuata per ovviare a tali criticità consiste nel realizzare lungo il suddetto canale una darsena riservata allo svolgimento dei traffici fluviali che rappresenterà il terminale per tutte le imbarcazioni commerciali provenienti e/o dirette al canale dei Navicelli ed eliminare l'ingresso nella darsena riservata ai traffici di merci pericolose.

La darsena (denominata darsena dei Navicelli), ricavata all'interno del piazzale nord della Piattaforma Europa, è dotata di una banchina di attracco lunga circa 500 m con un piazzale operativo a tergo largo 50 m (superficie 2.5 ha) ed è stata dimensionato in modo da garantire oltre allo svolgimento dei traffici commerciali delle imbarcazioni che utilizzano il canale dei Navicelli anche lo svolgimento dei traffici fluviali conseguenti alla realizzazione degli interventi sullo scolmatore d'Arno programmati dalla regione Toscana per consentirne la navigabilità fino all'autoparco del Faldo. In corrispondenza dell'ingresso nella darsena è stata inoltre prevista la realizzazione di un bacino di evoluzione di diametro pari a circa 250 m.

La posizione e la configurazione della darsena Navicelli, riservata allo svolgimento dei traffici fluviali, è stata definita in modo da limitare al minimo le interferenze con l'operatività del terminal ro-ro/Autostrade del mare e dello scalo ferroviario previsto (v. scalo ferroutage).

Nella nuova soluzione al canale dei Navicelli viene ancora garantito un ingresso nel porto di Livorno (v. darsena dei Navicelli), indispensabile per il mantenimento dell'attuale classificazione delle via di navigazione fluviale, mentre vengono eliminati completamente i rischi di pericolose interferenze tra le imbarcazioni che effettuano i traffici fluviali e quelle che effettuano i traffici marittimi.

Peraltro occorre far presente che con questa soluzione, comunque, non si pregiudica la possibilità che un'imbarcazione commerciale proveniente dal canale dei Navicelli entri in porto e viceversa. Infatti in questa eventualità anziché utilizzare il suddetto canale l'imbarcazione

potrà uscire in mare attraverso la foce armata dello scolmatore per poi entrare in porto attraverso una delle due imboccature e viceversa.

Nella figura 19 è riportata la configurazione che consente di ovviare alle suddette criticità.

Sulla base di tale configurazioni sono state poi eseguite le prove di navigabilità presso il Centro di Simulazione della Navigazione agli Alberoni di Venezia, alle quali hanno partecipato alcuni dei piloti del porto di Livorno, che hanno riguardato manovre di ingresso e di uscita e di ormeggio nei vari terminals del porto di Livorno e che sono state eseguite utilizzando, per ciascuna manovra e per diverse condizioni di direzione e velocità del vento, le navi più grandi che potranno entrare nel porto di Livorno.

A conclusione delle sessioni di prova i piloti hanno individuato alcune modifiche da apportare alla configurazione delle opere al fine di ottimizzare la operatività del porto.

Sulla base delle indicazioni dei Piloti sono state quindi introdotte le seguenti modifiche alla configurazione di Piano riportata nella figura 19:

- Rotazione di circa 2 gradi verso est del canale di accesso dragato a -17.00 m s.m. e introduzione di un cono di atterraggio (angolo di apertura 60°) così da migliorare le condizioni di manovra in ingresso ed uscita, e conseguente modifica della configurazione delle opere esterne (la diga isolata sud è stata accorciata di circa 35 m e la diga foranea nord è stata allungata della stessa quantità);
- Approfondimento a quota -15.00 m s.m., invece dei -13.00 previsti precedentemente, di tutto il bacino della nuova darsena prodotti pericolosi ed introduzione nell'avamporto sud, a fianco del canale di accesso dragato a -17 m s.m., di un'area di evoluzione dragata a -15 m s.m. così da rendere più agevole l'evoluzione delle navi cisterna che frequenteranno la suddetta darsena;
- Prolungamento della banchina dell'attracco ovest della darsena prodotti pericolosi fino ad intercettare la diga nord così da semplificare le manovre di ormeggio delle navi che utilizzeranno tale attracco e realizzazione del tratto terminale della diga nord con una soluzione costruttiva a parete verticale;
- Allargamento della darsena prodotti pericolosi in modo da avere una distanza tra gli accosti pari a 200 m;

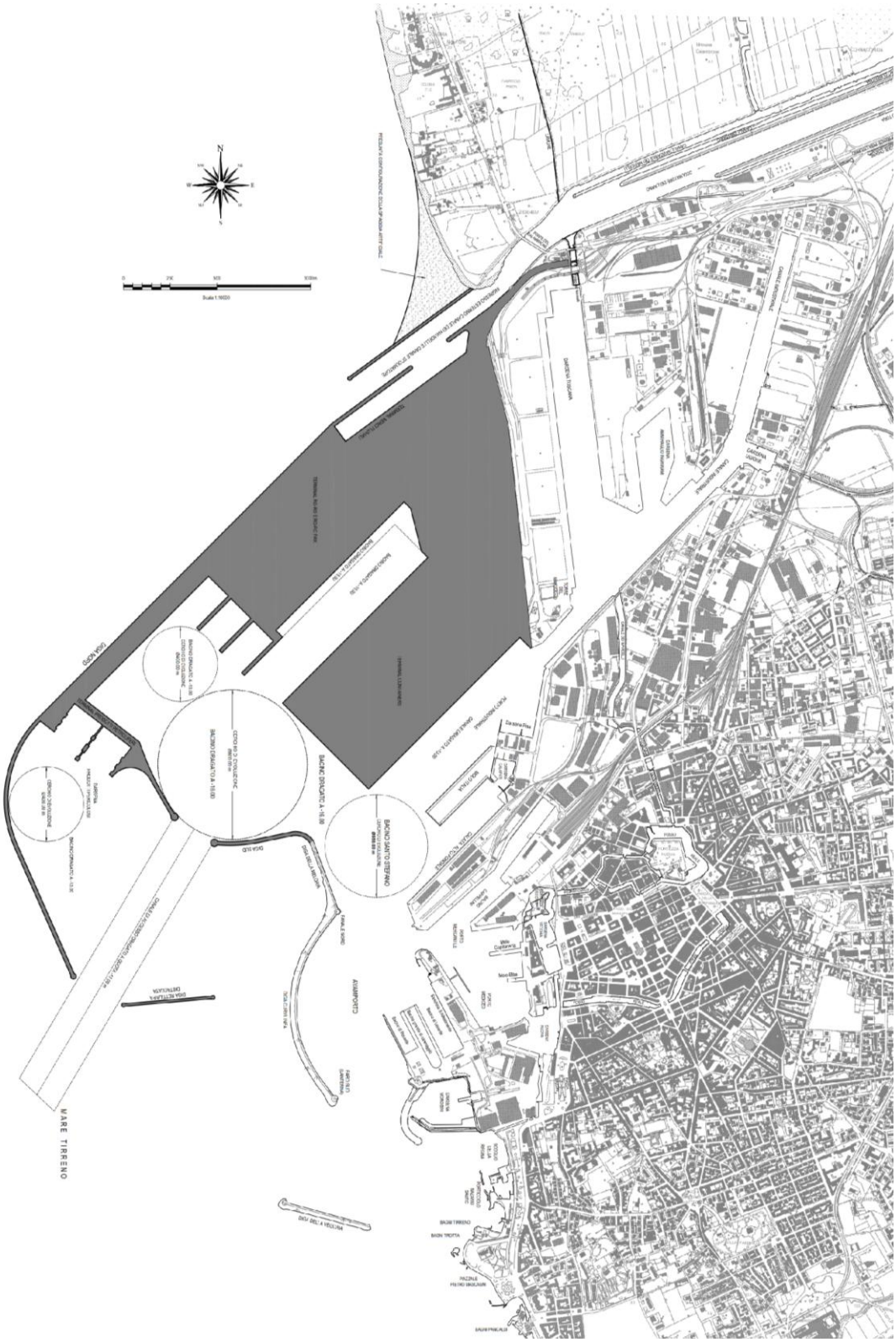


Figura 19 – Configurazione preliminare di Piano Regolatore

- Modifica della posizione dei pontili di accosto del terminal Autostrade del mare della Piattaforma Europa in modo da allineare il pontile est con la banchina della darsena della Piattaforma Europa, eliminando quindi il restringimento posto in corrispondenza dell'ingresso alla darsena stessa, e riduzione dell'interspazio tra i pontili a 140 m;
- Rettifica della banchina terminale della darsena della Piattaforma Europa in quanto nella configurazione prevista i rimorchiatori non possono assistere le manovre della nave che attracca nella parte terminale della banchina del terminal autostrade del mare;
- Modifica della configurazione della nuova diga della Meloria, prevedendo la completa demolizione di quella esistente, così da aumentare le dimensioni dell'area di evoluzione della banchina di testata del molo del nuovo terminal contenitori e migliorare le condizioni di manovra alle navi che entrano dall'imboccatura sud e si dirigono alla darsena della Piattaforma Europa e a quelle che entrano dalla imboccatura nord e che devono recarsi nel porto industriale;

Inoltre rispetto alle precedenti configurazioni, al fine di trovare una collocazione alle imbarcazioni da diporto che attualmente occupano il bacino del porto Mediceo e la darsena Nuova, dove deve essere realizzato un porto turistico, nella zona a sud del porto, a fianco della darsena Morosini, è stata prevista la realizzazione di uno specchio acqueo protetto nel quale potranno essere installate le strutture per consentire l'ormeggio alle suddette imbarcazioni da diporto (c.d. nautica sociale). A tale scopo nel Piano Regolatore è stata introdotta la previsione di due nuove opere a scogliera delle quali una, ad andamento curvilinea, posta in prosecuzione del molo di sopraflutto della darsena Morosini, e l'altra in prosecuzione della diga della Vegliaia.

Inoltre per migliorare la funzionalità del futuro terminal passeggeri e consentire l'ingresso nel bacino Cappellini delle navi da crociera di grandi dimensioni è stato introdotto anche un intervento di riprofilatura della testata del molo Alto Fondale, della calata Salvatore Orlando e della calata Carrara ed il parziale tombamento del bacino Firenze.

Infine recentemente, nell'ambito dell'Accordo di Programma per la Progettazione dello Sviluppo dell'Area Costiera Pisa-Livorno tra la Regione Toscana, le Provincie di Pisa e Livorno, i Comuni di Pisa, Livorno e Collesalvetti, l'Ente Parco Migliarino-San Rossore

Massaciuccoli, le Camere di Commercio di Pisa e Livorno, l'Autorità Portuale di Livorno e l'Autorità di Bacino, la Provincia id Pisa ha redatto il progetto definitivo dell'Adeguamento idraulico del canale scolmatore d'Arno.

Nel suddetto progetto, del quale è in corso la procedura di V.I.A., la configurazione delle opere previste per l'armatura della foce del canale scolmatore è diversa da quella indicata nelle configurazioni di Piano studiate.

Pertanto è stato necessario adeguare la configurazione della darsena fluviale e del molo a scogliera posto sulla sponda destra (nord) del canale scolmatore alla configurazione del suddetto progetto della Provincia di Pisa.

Nella figura 20 è riportata la configurazione definitiva prevista per il nuovo Piano Regolatore Portuale del porto di Livorno.

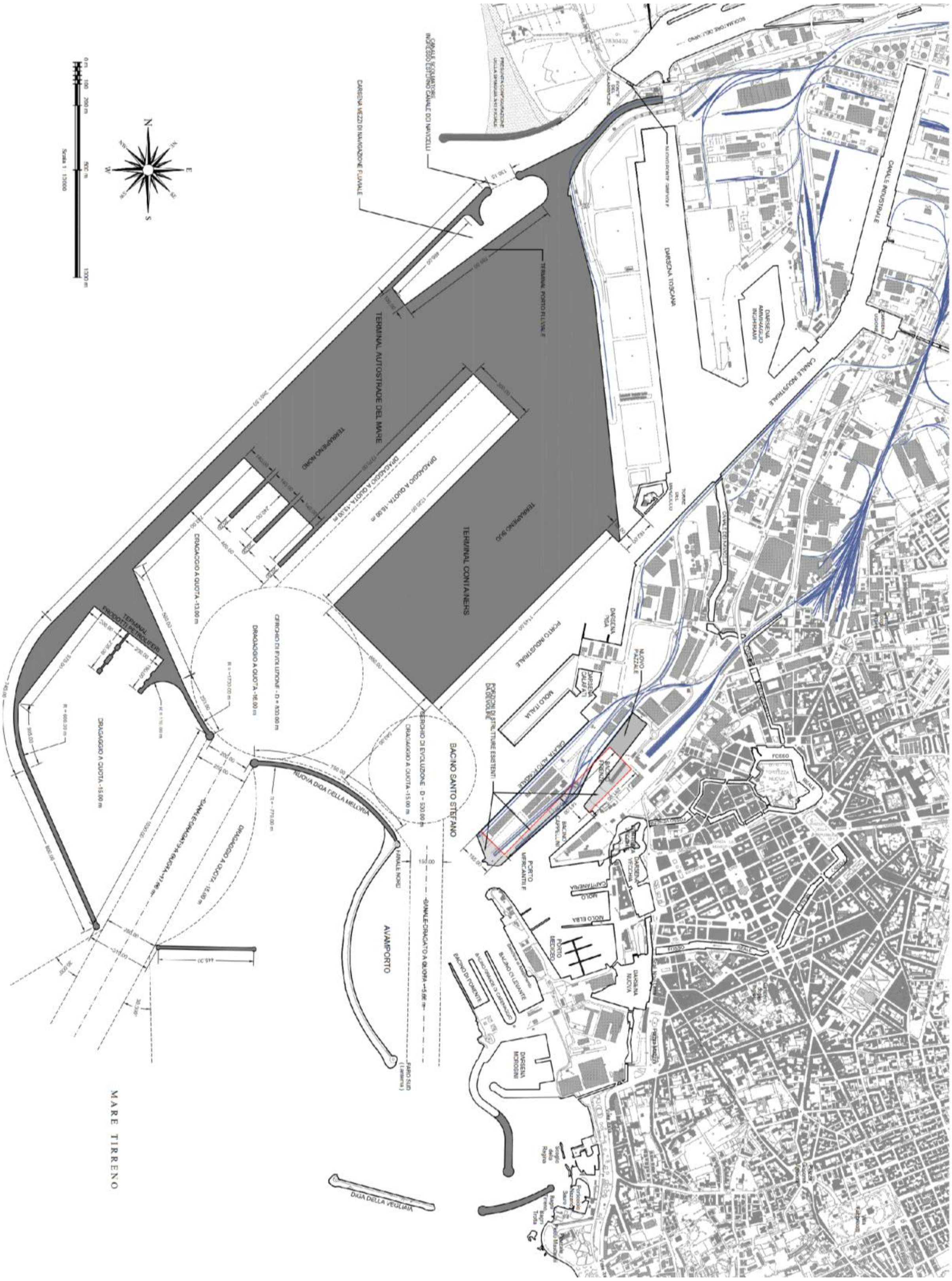


Figura 20 – Configurazione definitiva di Piano Regolatore

6 ADEGUAMENTO DELLA CONFIGURAZIONE DI PIANO ALLE INDICAZIONI E PRESCRIZIONI EMERSE NEL CORSO DELL'ITER AUTORIZZATIVO

Nel corso dell'esame da parte del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del Nuovo Piano Regolatore Portuale del porto di Livorno è emersa la necessità di approfondire alcuni elementi.

In particolare, relativamente alla sicurezza della navigazione, nel corso dell'Adunanza dell'11 aprile 2014 (v. Parere n. 2/2014 del 11.04.2014) l'Assemblea Generale, sulla base del parere del Comandante del Porto, ha richiesto che, al fine di consentire il completamento dell'esame della proposta di nuovo PRP, le prove con simulatore di manovra real-time venissero eseguite anche per verificare le condizioni di accessibilità delle navi da crociera dell'ultima generazione agli attracchi del nuovo terminal dedicato allo svolgimento di questo tipo di traffici.

Pertanto i giorni 7 e 8 agosto 2014, presso il Centro di Simulazione della Navigazione degli Alberoni (CSN) a Venezia, sono state eseguite 2 giornate di sessione di manovra che hanno impegnato i piloti del porto di Livorno (Capp. Salvatore Vasta e Marino Biancotti) coadiuvati dal C.V. Umberto Marsili della Capitaneria di Porto di Livorno e dal Dott. Claudio Vanni dell'A.P. di Livorno.

Alo scopo di analizzare i limiti di operatività dei diversi attracchi del nuovo terminal passeggeri sono state utilizzate quattro navi da crociera e precisamente:

- Golden Princess (L=289.50 m; B= 36 m; d= 8.5 m),
- Costa Atlantica (L=292.50 m; B= 32.2 m; d= 8 m),
- MSC Fantasia (L=333 m; B= 38 m; d= 8.42 m),
- Oasis of the Seas (L=362 m; B= 47 m; d= 9.15 m),

Inoltre al fine di verificare l'operatività dell'attuale imboccatura portuale del porto di Livorno utilizzando una nave porta contenitori new panamax (L=346 m; B= 42 m; d= 13 m) è stata simulata la manovra di ingresso fino all'ingresso alla Darsena Toscana nella condizione di vento da 15 nodi da Sud Ovest.

Sono state eseguite i tutto 12 simulazioni di manovra con navi da crociera, alcune in entrata ed altre in uscita, ed una simulazione con la nave porta contenitori; le condizioni di intensità e provenienza del campo di vento sono state introdotte su indicazione dell'A.P., che a sua volte le ha concordate con la Corporazione dei piloti del porto.

In particolare sono state considerate anche velocità del vento molto elevate, pari a 30 nodi.

In linea generale le simulazioni eseguite hanno mostrato una buona rispondenza delle configurazioni adottate ai criteri di buona navigabilità in ognuna delle condizioni simulate.

Al termine delle prove i piloti e la Capitaneria di Porto hanno formulato la richiesta di apportare alla configurazione delle opere previste nel nuovo P.R.P. alcune modifiche al fine di eliminare alcune criticità emerse appunto nel corso delle simulazioni.

Tali richieste, che sono state esplicitate in una nota inviata dalla Capitaneria di Porto di Livorno all'Autorità Portuale, sono state tutte integralmente accolte e introdotte nella configurazione definitiva del PRP e negli elaborati di Piano.

Si citano in particolare, perché in variante rispetto alla configurazione di Piano sottoposta a parere e descritta nel paragrafo precedente:

- Ulteriore resecazione di 25 m della Calata Orlando in modo da portare la larghezza del molo da 155 m a 130 m in modo da rendere la suddetta Calata "più aperta" all'ingresso/uscita delle navi da crociera facilitandone le manovre;
- Resecazione della testata del Molo Cosimo, sotto la torre dell'Avvisatore Marittimo, attraverso rimozione della massicciata in massi naturali presente e la realizzazione di una struttura a parete verticale così da assicurare una maggior fruibilità dell'imboccatura nel porto Mediceo e migliorare la sicurezza delle manovre delle navi da crociera;
- Dragaggio nell'avamporto in corrispondenza dell'ingresso nel porto Mediceo di un'area di evoluzione tra il canale di navigazione e la diga curvilinea.

Inoltre nel corso della procedura di VAS la Provincia di Pisa ha fatto osservare che la configurazione della parte iniziale della diga nord della Piattaforma Europa, che svolge anche la funzione di opera di protezione della darsena Fluviale, era in disaccordo con la configurazione delle opere previste per l'armatura della foce del canale scolmatore, del quale nel frattempo era stato concluso l'iter autorizzativo.

In particolare per la realizzazione dell'imboccatura della darsena Fluviale secondo la configurazione di Piano sarebbe stato necessario salpare la parte terminale dell'opera di

armatura prevista in sponda sinistra e poiché la configurazione delle suddette opere di armatura, definita sulla base dei risultati di uno studio idrodinamico, impedisce la formazione della barra di fondale, tale modifica avrebbe potuto compromettere l'efficacia della soluzione studiata.

Pertanto, alla luce di tali osservazioni, l'imboccatura della darsena è stata traslata verso ovest, oltre la testata del pennello in massi naturali prevista nel progetto della Provincia di Pisa in modo da adeguare la configurazione della darsena fluviale e del molo a scogliera posto sulla sponda destra (nord) del canale scolmatore alla configurazione del suddetto progetto della Provincia di Pisa

Nella figura 21 è riportata la configurazione definitiva prevista per il nuovo Piano Regolatore Portuale del porto di Livorno che risulta quindi adeguata a tutte le indicazioni e prescrizioni emerse nel corso del suo iter autorizzativo.

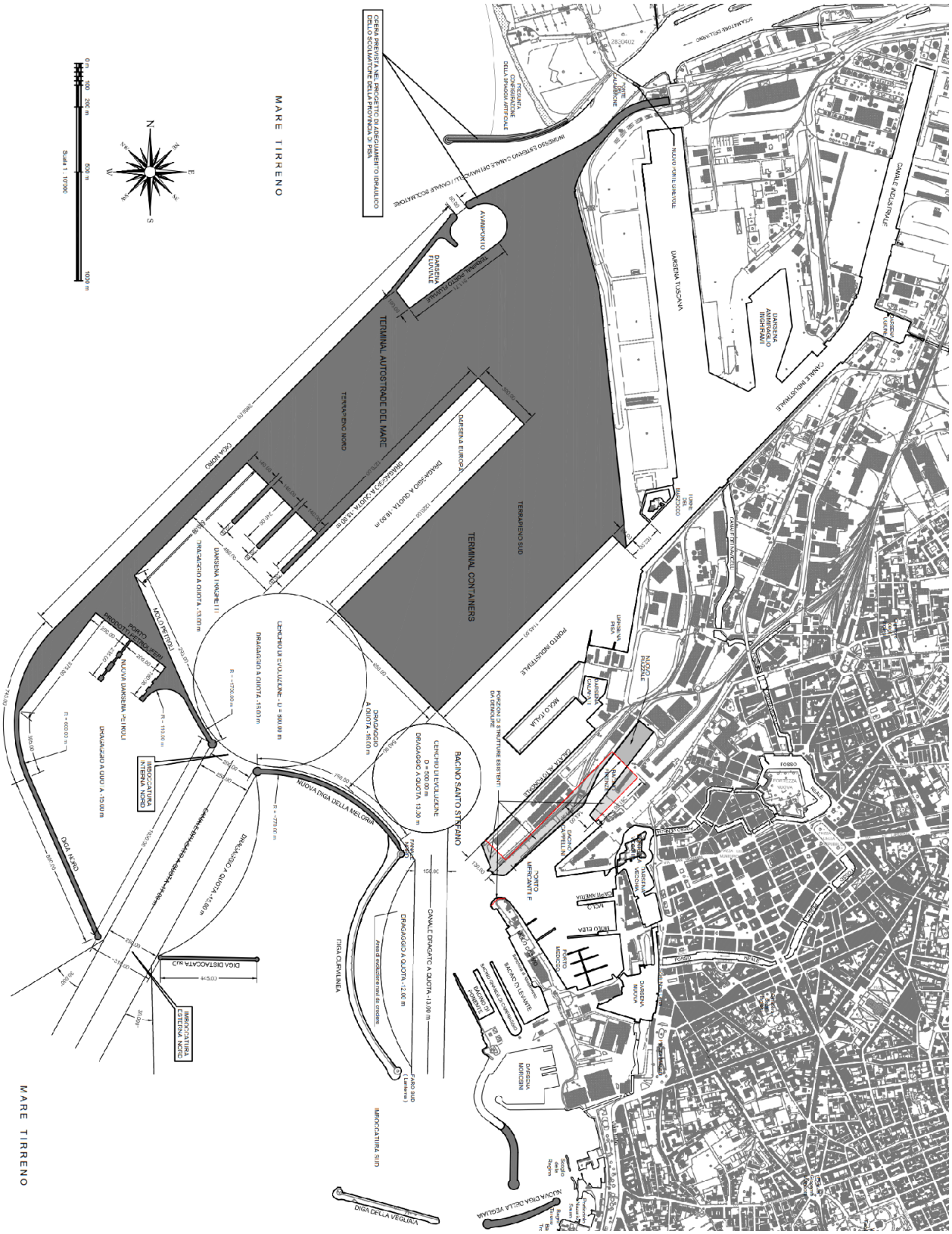


Figura 21 – Configurazione finale di Piano Regolatore

7 ANALISI DELLE ALTERNATIVE DI ASSETTO E DEFINIZIONE DELLA CONFIGURAZIONE DELLE NUOVE OPERE DI DIFESA DELLA ZONA SUD DEL PORTO

In questa parte del documento viene descritta l'analisi delle alternative di assetto svolta ai fini della definizione delle opere di difesa della zona a sud della darsena Morosini (c.d. località Bellana).

L'introduzione della previsione delle suddette opere di protezione nel nuovo P.R.P. del porto di Livorno è motivata dalla necessità di trovare una nuova collocazione alle imbarcazioni da diporto che attualmente utilizzano i pontili posti all'interno della Darsena Nuova che dovranno essere rimossi per consentire la realizzazione delle infrastrutture del nuovo porto turistico previsto all'interno del porto di Livorno che, secondo le previsioni del vigente P.R.P. di Livorno (Variante del 2006), occuperà la porzione meridionale del bacino Mediceo e l'intera Darsena Nuova.

Vista l'impossibilità di trovare all'interno del bacino del porto di Livorno un'area dove ricollocare le suddette infrastrutture diportistiche, si è deciso di realizzare immediatamente a sud della Darsena Morosini (v. figura 21), nella c.s. località Bellana, all'interno quindi dell'ambito di competenza dell'Autorità Portuale di Livorno che perviene fino allo Scoglio della Regina, uno specchio acqueo protetto destinato ad ospitare strutture di accoglienza per la nautica da diporto, prevalentemente di tipo sociale, attraverso la realizzazione di nuove opere di difesa che, insieme alle altre opere esistenti (v. diga della Vegliaia), garantiscono una adeguata protezione dall'ingresso del moto ondoso. Tali opere inoltre forniranno la necessaria protezione allo sbocco al mare del canale navigabile che, secondo le previsioni della variante al P.R.P. recentemente approvata, metterà in comunicazione la Darsena Nuova con i mare aperto. Infine, grazie alle mutate condizioni di attacco del moto ondoso, oltre a poter ripristinare la storica spiaggia della Bellana sarà possibile ripristinare anche l'acquaticità dello Scoglio della Regina

Nei successivi paragrafi, sulla base dei risultati di un confronto tra le possibili alternative di assetto, che ha coinvolto anche i tecnici della Capitaneria di Porto ed i Piloti, viene individuata la configurazione prevista per le suddette opere nel nuovo Piano Regolatore Portuale.

Figura 21 – Stato attuale

7.1 Criteri di impostazione

Le alternative di assetto delle nuove opere di difesa da realizzare per consentire la realizzazione, all'interno dell'ambito di competenza dell'A.P. di Livorno, di uno specchio acqueo protetto da destinare alla nautica da diporto, prevalentemente di tipo sociale, sono state definite nel rispetto dei seguenti criteri di impostazione:

1. la compatibilità dell'assetto delle opere con i limiti dell'ambito di competenza dell'A.P.;
2. la necessità di garantire l'accesso alla Darsena Morosini a yacht di lunghezza fino a 60 m;
3. la necessità di garantire alle navi che entrano/escono dal porto di Livorno un'area di evoluzione in corrispondenza dell'imboccatura portuale di dimensioni adeguate a consentire lo svolgimento delle manovre di ingresso/uscita in condizioni di sicurezza;
4. la necessità di non peggiorare le condizioni di agitazione ondosa in corrispondenza della suddetta area di manovra anche in condizioni meteomarine estreme in modo da non modificare le attuali condizioni di accessibilità del porto di Livorno;
5. la necessità di contenere, per quanto possibile e nel rispetto dell'obbiettivo di garantire la piena operatività del nuovo approdo turistico, l'impatto visivo delle nuove opere;
6. la necessità di non alterare le attuali condizioni di attacco del moto ondoso lungo il tratto di costa a sud della zona di intervento.

7.2 Analisi delle alternative di assetto e scelta della configurazione delle opere

Sulla base dei criteri di impostazione definiti nel precedente paragrafo, in una prima fase dello studio, sono state definite due alternative di assetto: nella prima (soluzione A – v. figura 22) è stata prevista la realizzazione di due opere distaccate delle quali una, ad andamento curvilineo e orientata secondo la direzione W-E, in prosecuzione della diga della Vegliaia, fornisce la protezione dai moti ondosi provenienti dal 2° e 3° quadrante, mentre l'altra, rettilinea e orientata secondo la direzione N-S, insieme alla diga di sopraflutto della darsena Morosini completa la protezione anche per i moti ondosi più intensi provenienti dal 4° quadrante.

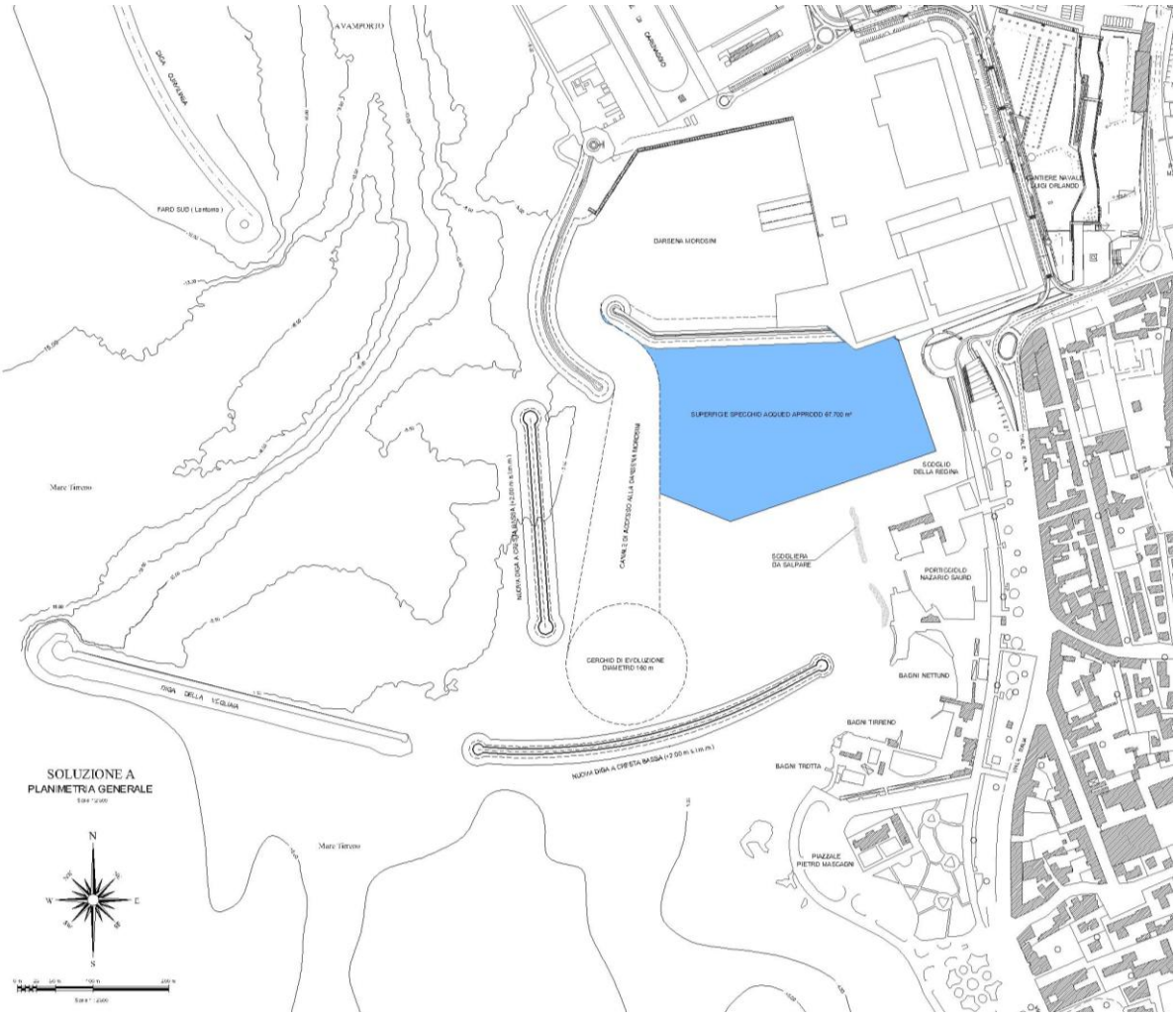


Figura 22 – Soluzione A

nella seconda soluzione (soluzione B – v. figura 23), rispetto alla precedente, la diga rettilinea viene prolungata verso nord fino a raccordarsi con il tratto iniziale della diga di sopraflutto della

darsena Morosini della quale, per migliorare le condizioni di accessibilità alla darsena suddetta, è previsto il salpamento del tratto terminale di testata. In questa soluzione i materiali provenienti dal salpamento del tratto di testata della diga di sopraflutto della darsena Morosini (tout venant, massi naturali e massi artificiali) possono essere riutilizzati per la realizzazione delle nuove opere a scogliera.

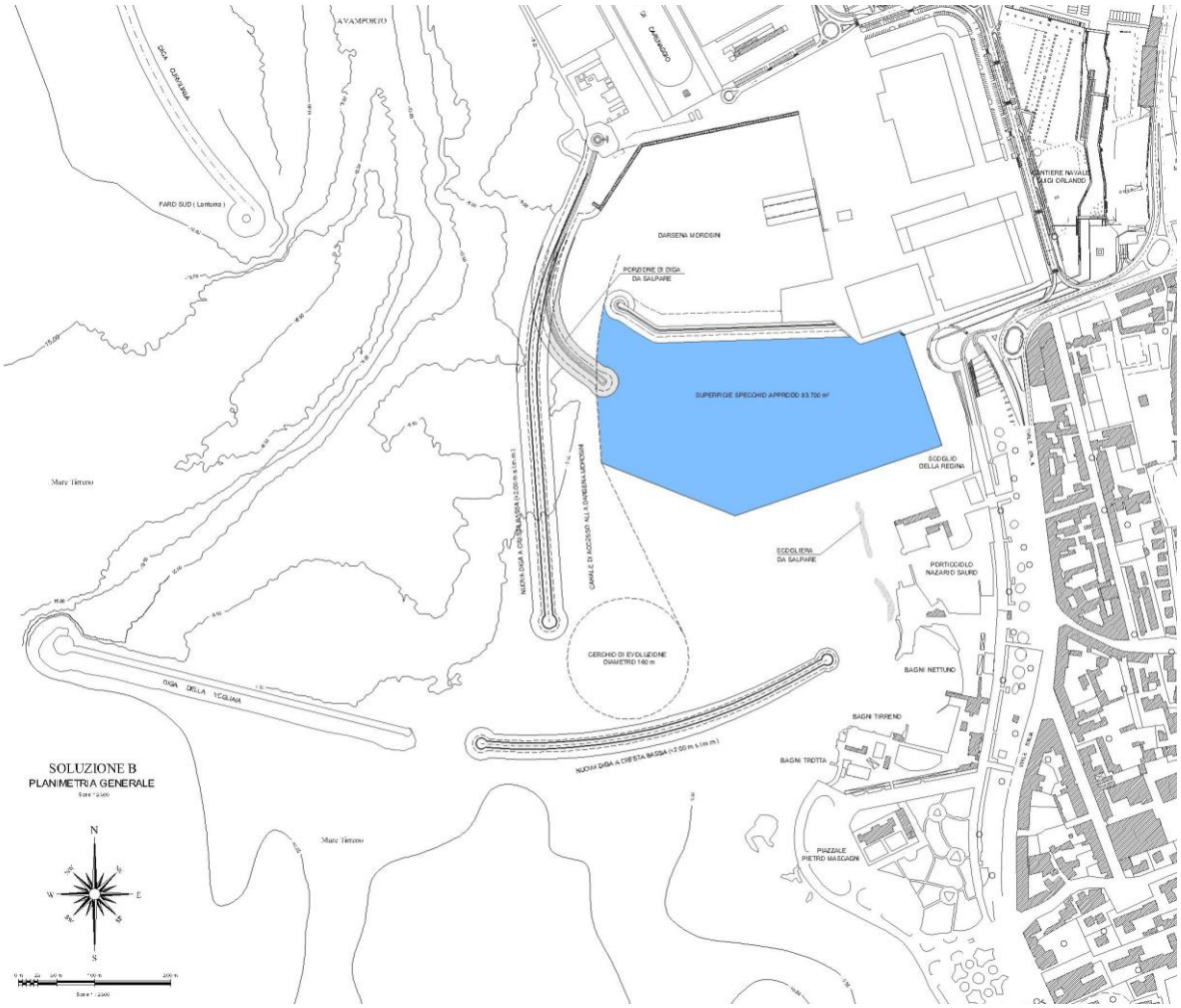


Figura 23 – Soluzione B

L'orientamento e la posizione delle nuove opere di difesa previste nelle due soluzioni derivano oltre che da considerazioni idraulico marittime anche dalla necessità di ridurne l'impatto ambientale ed dalla necessità che la loro presenza non modifichi l'attuale visuale che si gode passeggiando lungo il lungomare di Livorno.

Infatti la posizione delle due dighe, distanti dallo specchio acqueo destinato alla nautica da diporto prevalentemente di tipo sociale (v. aree campite in azzurro), oltre a realizzare un'ampia

area di evoluzione protetta a disposizione dei yacht che frequentano la darsena Morosini, migliorandone le attuali condizioni di accessibilità, consente di contenerne l'altezza ammettendo quindi la tracimazione del moto ondoso in occasione degli eventi meteo marini più intensi. In particolare le quote di sommità delle dighe è stata prevista pari a +2.00 m s.m., inferiore alla quota della visuale dei cittadini che passeggiano lungo il lungomare, così da non costituire un ostacolo visivo.

Per entrambe le soluzioni i risultati dello studio dell'agitazione ondosa hanno mostrato che la costruzione delle nuove opere a scogliera praticamente non ha alcun effetto sulle condizioni di agitazione ondosa sia nell'area di evoluzione posta in prossimità dell'imboccatura portuale, sia sul canale di acceso utilizzato dalle navi commerciali che entrano/escono dal porto attraverso l'imboccatura sud, sia lungo il litorale a sud delle opere. Infatti le variazioni dei livelli di agitazione ondosa, peraltro di modestissima entità (variazioni dell'altezza d'onda rispetto all'attuale situazione contenuti all'interno del 1%), sono limitati alla zona d'ombra della diga del Marzocco mentre nell'area di evoluzione, lungo il canale di accesso e lungo il litorale a sud delle opere non si produce alcuna variazione alle attuali condizioni di agitazione ondosa.

Sia la Capitaneria di Porto che i Piloti del porto di Livorno analizzando le due soluzioni, per motivi connessi alla sicurezza della navigazione, hanno sollevato alcune perplessità sulla posizione della diga rettilinea, anche in considerazioni dei programmati lavori di approfondimento dell'area di evoluzione posta in corrispondenza dell'imboccatura del porto.

In particolare dalle loro analisi emergeva che seppure, in entrambe le soluzioni, l'opera si trova su fondali con profondità inferiori a 8 m, specie in condizioni meteomarine estreme, ed in particolare per eventi provenienti dal IV quadrante, riduce eccessivamente l'estensione degli specchi acquei a disposizione delle navi commerciali e dei rimorchiatori che le assistono nel corso delle manovre di ingresso e di uscita dal porto.

Inoltre da un esame congiunto con i tecnici dell'Autorità Portuale tra le due soluzioni, che praticamente garantiscono lo stesso grado di protezione dall'ingresso del moto ondoso, è stata preferita quella con la diga rettilinea distaccata dal molo di sopraflutto della darsena Morosini in quanto, seppur consente di realizzare un bacino da destinare all'ormeggio delle imbarcazioni da diporto della nautica sociale di minori dimensioni (67.700 m² della soluzione A contro i

83.700 m² della soluzione B) garantisce minori costi di realizzazione ed un miglior ricambio alle acque del bacino protetto.

Sulla base delle precedenti considerazioni è stata quindi elaborata una terza soluzione (Soluzione C – v. figura 24) nella quale, mantenendo invariata la posizione e la configurazione della diga sud, la diga rettilinea ovest è stata traslata verso riva e ruotata verso est in modo da mantenerla sempre su fondali con profondità massima pari a 5 m.

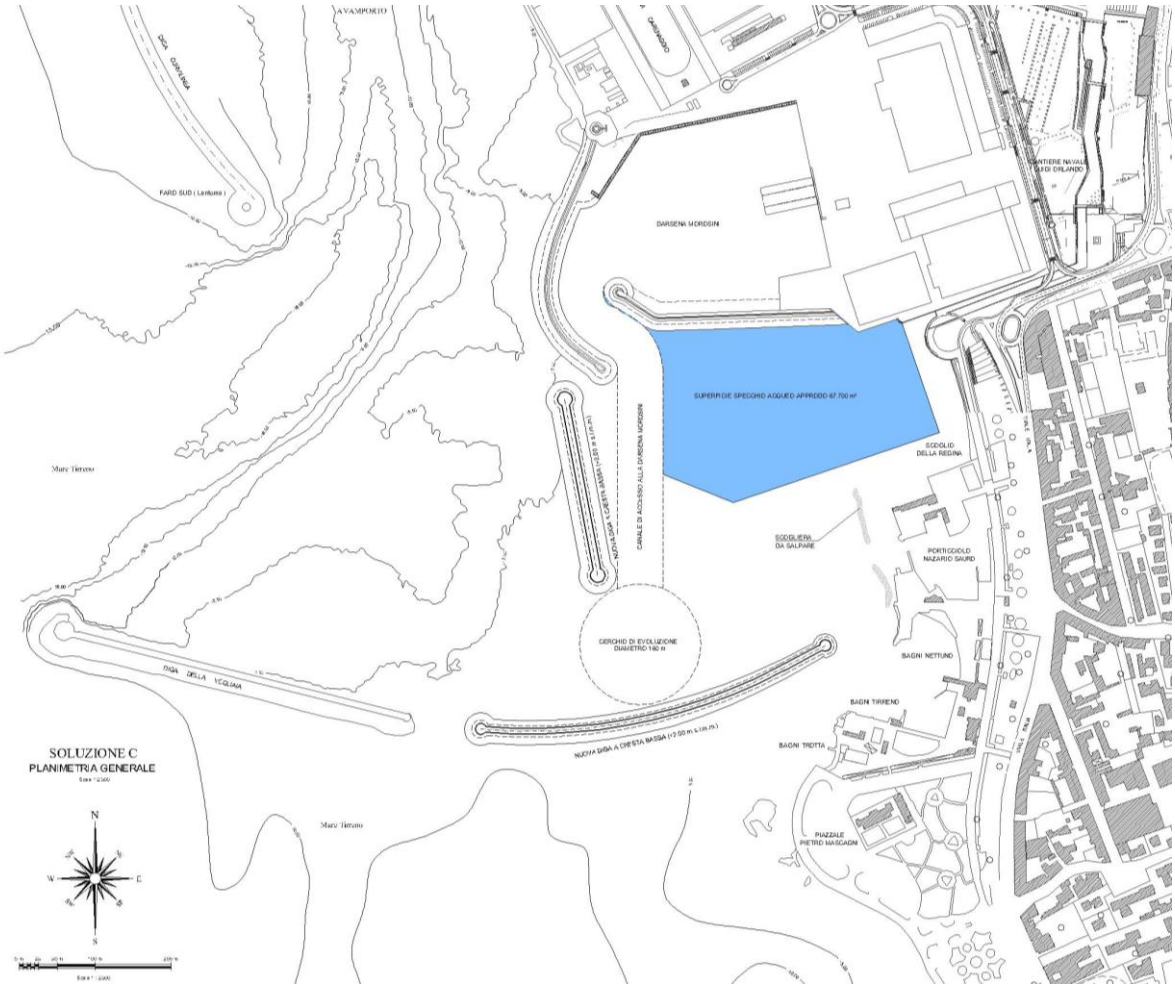


Figura 24 – Soluzione C

Pertanto, al fine fornire un parere positivo nei riguardi della sicurezza della navigazione delle navi che frequentano il porto di Livorno hanno posto la condizione che la diga venisse traslata ulteriormente verso la riva oltre la testata del molo di sopraflutto della darsena Morosini.

Sulla base di questa prescrizione è stata quindi elaborata una ulteriore soluzione (soluzione D – v. figura 25), concordata con Capitaneria di Porto e Piloti, che rappresenta la soluzione indicata nella configurazione di Piano Regolatore

Figura 25 – Soluzione D – Configurazione di piano

In questa soluzione per la protezione dei moti ondosi più intensi provenienti dal IV quadrante è prevista la realizzazione di una diga a scogliera che ha origine dalla testata del molo di sopraflutto della darsena Morosini e dopo un tratto rettilineo di circa 50 m compie una curva di circa 90° verso sud e poi prosegue in direzione sud e si interrompe dopo circa 150 m. In questa configurazione la diga posta in prosecuzione della diga della Vegliaia, che garantisce la

protezione per i moti ondosi provenienti dal II e III quadrante, rispetto alle soluzioni precedenti, è stata accorciata di circa 140 m ed ha una lunghezza complessiva di circa 320 m.

Analogamente alle soluzioni precedenti il cerchio di evoluzione a disposizione dei yacht diretti alla darsena Morosini, protetto dalle due opere di difesa descritte in precedenza, ha un diametro di circa 160 m mentre il canale di accesso alla suddetta darsena ha una larghezza minima di 60 m; mentre le dimensioni dello specchio acqueo protetto da destinare alla nautica da diporto prevalentemente di tipo sociale si sono ridotte a circa 52.000 m².

Dal punto di vista marittimo e navigazionale la soluzione D garantisce i stessi livelli prestazionali delle soluzioni precedenti. Infatti le dimensioni delle aree di evoluzione e del canale di accesso alla darsena Morosini sono sicuramente adeguati alle imbarcazioni che la frequenteranno ed inoltre il grado di attenuazione del moto ondoso incidente prodotto dalle due nuove opere di difesa, unitamente a quelle esistenti, come risulta dai risultati dello studio specialistico svolto al quale si rimanda per maggiori dettagli, garantisce livelli di agitazione ondosa residua sia nello specchio acqueo destinato all'istallazione di infrastrutture per il diporto che nelle aree di evoluzione e di navigazione adeguati al loro utilizzo in condizioni di sicurezza.

Per quanto riguarda infine le caratteristiche geometriche delle nuove opere di difesa mentre per quella sud è possibile confermare una quota di sommità pari a +2.00 m s.m., per la diga ovest posta in prosecuzione della diga di sopraflutto della darsena Morosini, a causa della vicinanza con il canale di accesso e con l'area destinata all'ormeggio delle imbarcazioni da diporto, è stato necessario elevare la quota di sommità a +3.00 m s.m. così da contenere i fenomeni di tracimazione.