



ALLEGATO 7 ANALISI DI ORMEGGIO

(da BG)



1st Floor, Friars Bridge Court, 41-45 Blackfriars Road, London SE1 8NZ
 Telephone: 020 7922 8950, Fax: 020 7922 8901
 E-mail: elp@elpmarine.com Website: www.elpmarine.com

BLNG
Ship Manoeuvring Simulation
Final Report Volume 1 (Narrative Report)
Report No: ELP - 57210 - 1207 - 55265 - Rev 3

Contract Ref BLNG – SER – 003



DOCUMENT DETAILS AND ISSUE RECORD					
AUTHOR: Tom Drennan					
Revision	Date	Details	Author	Checked	Approved
0	20 th Oct 2006	Draft Report – Issued For Comment	TMD	CSC	CSC
1	31st Jan 2007	Final Report – Issued To Client	TMD	CSC	CSC
2	30 th Nov 2007	Revised Final Report – Issued To Client	TMD	CSC	CSC
3	21st Dec 2007	Revised Final Report – Issued To Client	TMD	CSC	CSC

TABLE OF CONTENTS

SECTION	PAGE
Summary and Conclusions	3
1. BACKGROUND AND INTRODUCTION	5
1.1 General Background	5
1.2 Structure of Report.....	5
2. PREPARING THE SIMULATOR	6
2.1 Simulation Layout.....	6
2.2 Design Ships	6
2.3 Navigation and Berthing Aids	9
2.4 Environmental Conditions	9
2.5 Programme Of Runs	11
2.6 Other Information and Assumptions.....	12
3. SIMULATION RESULTS – 137,000m ³ LNG TANKER.....	13
3.1 Introduction.....	13
3.2 137,000m ³ LNG Carrier Arrivals.....	13
3.3 Summary Of 137,000m ³ Carrier Arrivals	14
3.4 137,000m ³ LNG Carrier Departures	14
3.5 Summary Of 137,000m ³ Tanker Departures	16
4. SIMULATION RESULTS - 165,000M ³ LNG TANKER	17
4.1 165,000m ³ LNG Tanker Arrivals.....	17
4.2 Summary 165,000m ³ Carrier Arrivals.....	18
4.3 165,000m ³ LNG Carrier Departures	18
4.4 Summary 165,000m ³ Carrier Departures	19
5. BERTHING LIMITS AND AVAILABILITY	20

5.1	Wind Limitations	20
5.2	Tug Power, Berthing Availability and Wind Limits	21
6.	TOWAGE	22
6.1	Introduction - Factors To Be Considered.....	22
6.2	Bollard Pull.....	22
6.3	Tug Types	23
6.4	Towing Methods.....	25
6.5	Tug Specification.....	26
6.6	Towage Contracts	26

Volume 2

Appendix 1	Simulator Plots
-------------------------	------------------------

Summary and Conclusions

Introduction

To assess the navigational feasibility of berthing LNG tankers in Brindisi, a series of computer simulations has been performed. The simulation process is one which is used for most new port developments, and always within the LNG industry.

To ensure long term sustainability and flexibility to accommodate a range of LNG carriers, the simulations considered arrival and departures of two sizes of LNG tanker - 137,000m³ and 165,000m³ capacity. Both were spherical tank type as this is a more conservative design basis.

Water Depths

The water depths at the channel, the harbour and the berth area are shown below, along with the normal maximum draft of each LNG tanker.

Area	Water Depth	LNG Tanker Size	Normal Draft
Approach Channel	> 18.0m	137,000m ³	11.0m.
Harbour	> 15.0m	165,000m ³	11.0m
Berth Area	14.5m		

From the above, it can be seen that the existing water depth is adequate for LNG tankers up to 165,000 m³ without any dredging.

Ship Manoeuvring

The ship manoeuvring simulation focused on testing upper limit wind conditions assuming that the vessels had functioning bow thrusters and had four tugs of 50t bollard pull to provide turning and berthing assistance. (The upper limit is revealed by testing to failure in simulations).

Wind Speed Limits and Availability

The simulation study concluded the following:

LNG Tanker	Maximum Wind Conditions Recommended
137,000m ³	20 knots from southeast and 25 knots from other directions
165,000m ³	20 knots from southeast and 25 knots from other directions

These wind speed limits would result in berthing being possible in approximately 98% of the time.

Tug Specification

By employing tugs of 75 tonnes bollard pull the study shows that that it would be possible for marine operations to continue in higher wind speeds – up to 30 knots in some cases – see section 5.

The tugs should be modern ASD or Voith Schneider tractor tugs with bollard pull of 50t or 75t depending on the wind limit selected.

It is common practice within the LNG industry for tugs to be dedicated to the LNG terminal. This will ensure an adequate level of technical specification, operating practice, reliability and availability of towage services for handling LNG vessels.

If the number of LNG vessels does not commercially justify a dedicated tug fleet, the required technical and performance aspects must be clearly written in to the towage contract with the nominated tug company.

Validity of Study

It should be noted that this study has been performed to identify the maximum wind conditions for LNG tanker manoeuvring and berthing. It has been based on the defined metocean, bathymetric and vessel data. The study has not evaluated the safety margins to define the constraints for actual operations.

The safety margins and other constraints will be developed in association with the Brindisi Harbour Master prior to any LNG tanker activities and would be set after taking into consideration potential events such as failure of a tug or tug line during ship manoeuvring.

1. BACKGROUND AND INTRODUCTION

1.1 General Background

1.1.1 The terminal operators, Brindisi LNG (BLNG) wish to use electronic simulation to test the safe navigation of LNG tankers using the LNG terminal with its existing bathymetry.

1.1.2 The simulations were also used to help establish:

- a) safe environmental operating limits for the largest LNG tankers to be employed
- b) the towage requirement for LNG tankers, assuming use of tugs of a size already known to be capable of operating successfully in the port.

1.2 Structure of Report

1.2.1 Section 2 describes the way that the simulator has been prepared.

1.2.2 Sections 3 and 4 give the results of the simulation exercise in detail. To make reading easier, the computer simulation printouts are contained within a separate document (Volume 2).

1.2.3 Section 5 describes the berth availability that can be expected.

1.2.4 Section 6 describes the towage services that are considered necessary to handle LNG tankers in Brindisi.

2. PREPARING THE SIMULATOR

2.1 Simulation Layout

2.1.1 Figures 2.1 shows the layout of the LNG terminal within Brindisi harbour.



Figure 2.1 – Brindisi Outer Harbour With LNG Terminal

2.2 Design Ships

2.2.1 “Design Ships” have been adopted to test the limiting ship size (if any) and the maximum wind conditions. The Design Ships have the following details:

Particular	137,000m³	165,000m³
Length Overall (LOA)	283.5m	286.7m
Length Between Perpendiculars (LBP)	270.0m	273.0m
Beam	46.0m	50.7m
Laden Draft	10.8m	11.0m
Ballast Draft	9.0m	9.0m
Block coefficient (laden)	0.730	0.700
End-on windage Area – Laden	1824m ²	2099m ²
- Ballast	1907m ²	2200m ²
Side-on windage Area – Laden	8104m ²	8654m ²
- Ballast	8602m ²	9214m ²
Number of Propellers	1	1
Propeller Diameter	7.5m	7.5m
Number of Rudders	1	1
Bow thrusters	Yes	Yes

Table 2.1 – Principal Particulars Of Design Ships

2.2.2 An analysis of Fairplay Encyclopaedia of World Shipping (Reference 13) has been carried out to consider the profile of the existing world fleet of LNG carriers and those currently on order. The source has records for 377 vessels, from which it can be seen that:

- approximately 85% of vessels are between 125,000 and 165,000 m³ capacity (Fig 2.2)
- the age profile is dominated by the large number of new LNG carriers which have been built since 2000 (Fig 2.3)
- A small number of future vessels are the Q-Flex and Q-Max vessels, which are being built to serve dedicated markets from Qatar (Fig 2.4).

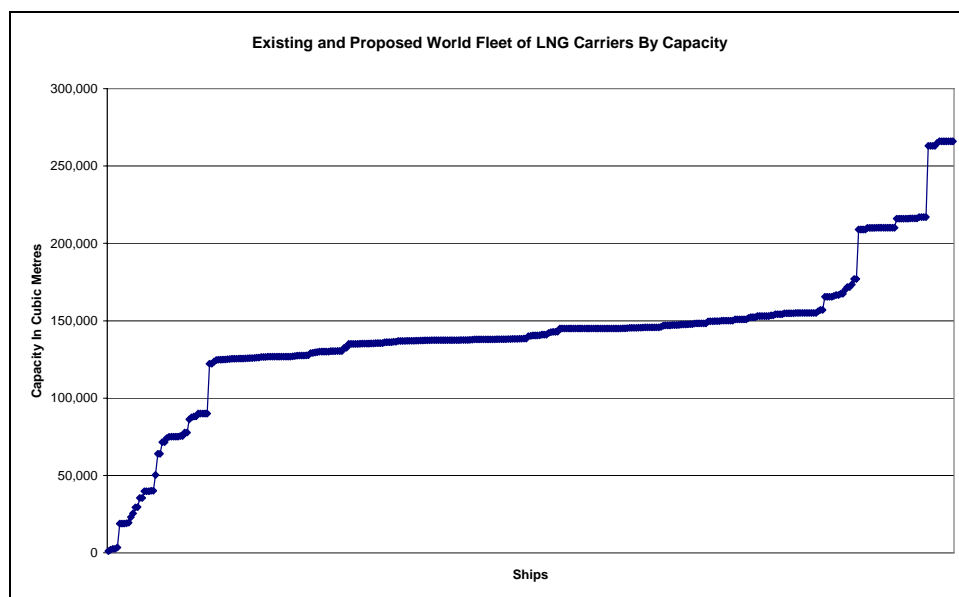


Fig 2.2 – World Population Of LNG Carriers (Existing and Future) By Capacity

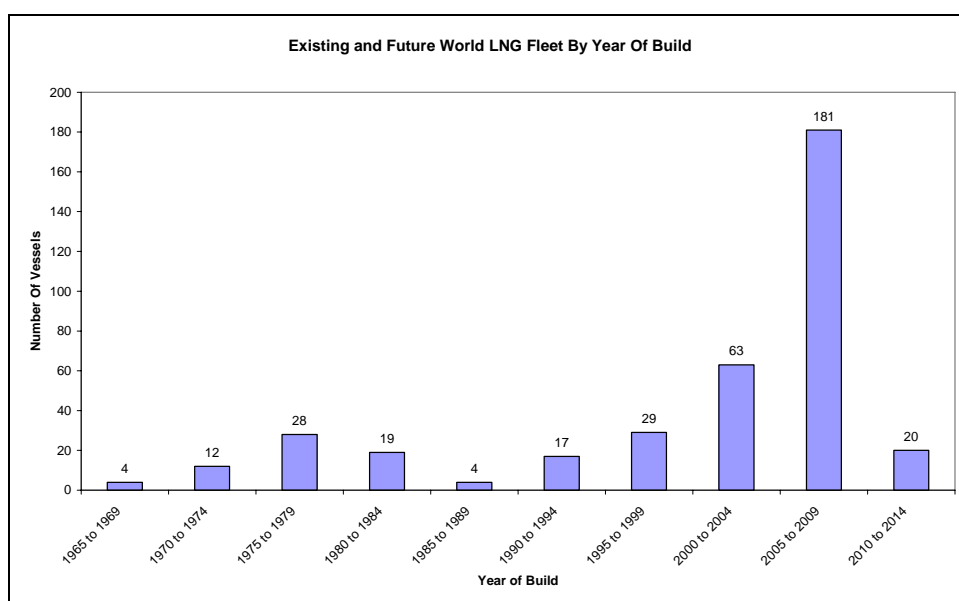


Fig 2.3 – World Population Of LNG Carriers (Existing and Future) By Age

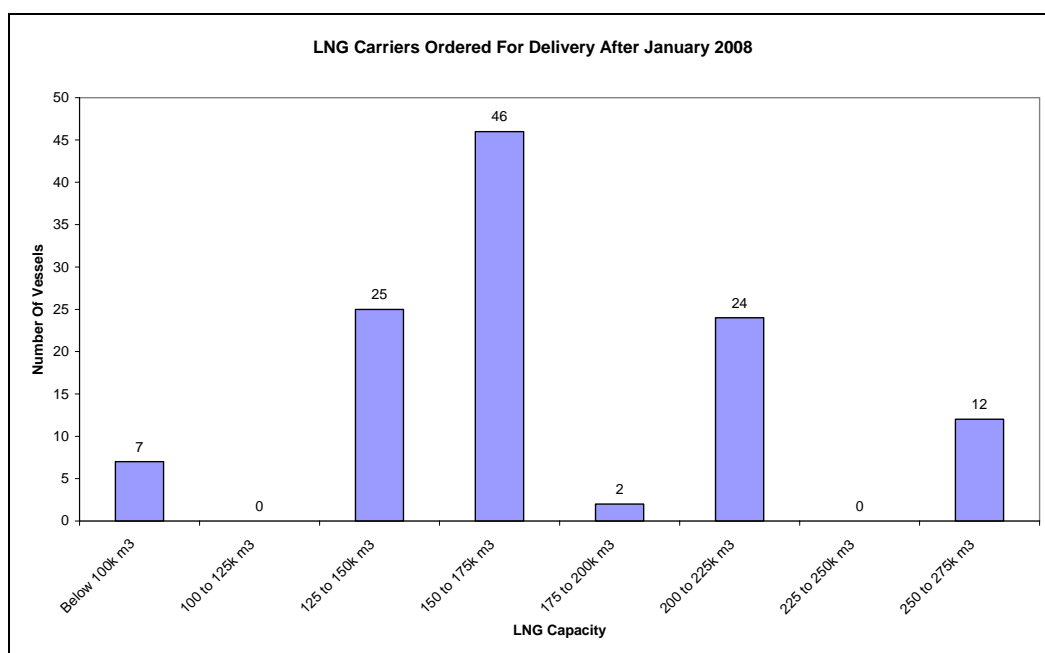


Fig 2.4 – LNG Carriers (Scheduled Delivery After January 2008) By Capacity

2.2.3 The Design LNG Ships were chosen for the simulations because:

- They are similar to the largest size of ships currently using Brindisi port
- They are very typical of the largest LNG tankers which would use the Brindisi LNG terminal
- They are very typical of many of the existing world fleet of LNG tankers
- The basic software model already exists for the vessel types.

2.2.4 The vessels chosen are of the Moss Rosenberg spherical tank design. Similar sized vessels of membrane tank design are more manoeuvrable as can be seen from the following comparison of wind surface and under water ratios.

Ship	137,000m ³ Spherical Type	137,000m ³ Membrane Type	165,000m ³ Spherical Type
End-on area/(beam.draft) - load	3.671	2.82	3.764
End-on area/(beam.draft) - ballast	4.606	3.58	4.821
Side-on area/(length.draft) - load	2.779	1.86	2.882
Side-on area/(length.draft) - ballast	3.540	2.43	3.761

2.2.5 These ratios indicate the ease with which the vessels may be handled in a wind. The ratios are high for spherical tank vessels, especially in ballast conditions. Those for the membrane carrier are less extreme and more in keeping with most merchant vessels.

- 2.2.6 This indicates that handling will be more difficult for spherical tank LNG carriers. The indications are that membrane tank carriers will be easier to handle in similar conditions thus the simulations were based on a spherical tank carrier at the maximum authorised size for the port.

2.3 Navigation and Berthing Aids

- 2.3.1 The turning circle was selected as 2.4 times the length of the 137,000m³ LNG carrier and 680m in diameter. As can be seen below, this is a large turning circle by modern standards.

TURNING CIRCLES	
Ref	Recommended diameter (x length of ship)
C. Thoresen (Reference 15)	2.0 (1.6 lower limit under very good conditions)
Transport Canada	2.5 (2.0 minimum under good conditions)
US Army Corps of Engineers	1.5 (1.2 if less than 0.5kt current)
Society of International Gas Tanker and Terminal Operators	Between 2.0 and 3.0
Permanent International Association of Navigation Congresses	Between 1.0 and 2.0

- 2.3.2 In reality, there is no real “turning circle” for LNG carriers at Brindisi as the whole of the outer harbour is wide and deep enough for swinging the ship. The turning circle of 2.4 times the ship length selected for the simulations is therefore a preferred turning area rather than one which is restricted by area or depth.
- 2.3.3 The simulated LNG carrier was assumed to have a bow thruster, and this was used to assist in the manoeuvres as necessary.
- 2.3.4 Four tugs each with a bollard pull of 50t were assumed to assist the LNG carrier in the simulated berthing and other manoeuvres.

2.4 Environmental Conditions

- 2.4.1 This subsection summarises the environmental conditions which are typical for the port, and which were used in this study.
- 2.4.2 **Wind.** Winds at the port are predominantly aligned on a North West / South East axis as the extract from Reference 1 in figure 2.5 below shows. The analysis of wind data used in that study was based on data provided by HR Wallingford [Reference 5]. The LNG berth alignment of 326° was selected following consideration of a number of factors including foreshore availability and the need to maintain navigational clearances from the PE berth, the Naval Base approach, and the main “through route” to the inner harbour.

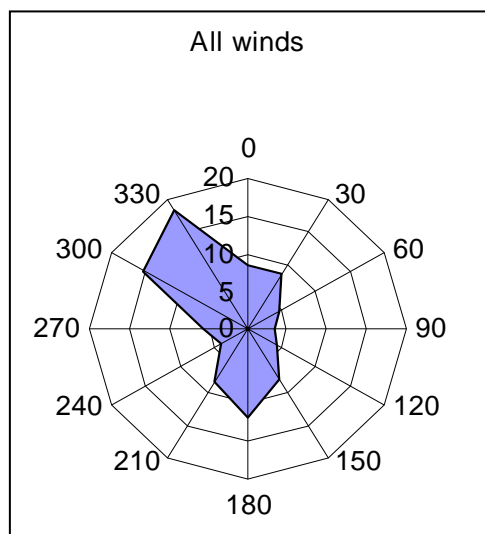


Figure 2.5 – Distribution Of All Winds By Direction

However, given that winds can come from any direction, the simulations have been carried out using winds from the dominant 326° direction and the three other directions described below.

Wind directions used	
Direction	Comment: To assess the effect of winds
326° NW	on the bow when berthing
236° SW	on the port beam when berthing
056° NE	on the starboard beam when berthing
168° SE	on the stern / port quarter when berthing *

* This is not an exact opposite of the prevailing wind and jetty alignment, but it represents the axis of the prevailing winds from this general south-easterly direction.

2.4.3 **Current.** For all simulations, a north-to-south cross current of 0.5 knot was assumed to set across the harbour entrance, based on the general circulatory flow in the area [Ref 6].

2.4.4 **Wave.** Wave activity induces vertical motion (heave, pitch and roll) on the ship – all of which may reduce the under keel clearance (UKC). As the greater wave effect will be felt in the harbour approaches where the water depth is in excess of 25 metres, sufficient UKC will always be maintained.

An earlier ELP report at the FEED studies [Ref7] drew attention to the wave data within the harbour, which is based on analysis of a further HR Wallingford report [Ref 8]. An extract from reference 7 is reproduced below.

Return Period (Years)	Significant Wave Height At Proposed Berth (Hs in metres)
0.1	0.9 m
1	1.6 m
100	1.8 m
200	1.8 m

Table 2.2 – Wave Heights At Berth Location

As also pointed out in Reference 7, a significant wave height of 1.6 metres, does not result in an induced vertical ship motion of 1.6 metres. However, the issue of wave motion and reduced UKC must be kept in mind when reviewing the results of the simulations carried out in this study.

2.4.5 **Tide.** All runs were carried out at zero tide elevation, ie at chart datum soundings from chart BA 1418.

2.5 Programme Of Runs

2.5.1 To test the safe navigation of the proposed new LNG berth and set upper wind limits for ship manoeuvring, a programme of 16 cases / scenarios was developed for use in the simulator. This is shown in Table 2.3 below.

2.5.2 All of the scenarios were based on high wind conditions. The assumption was that, if safe navigation can take place in strong winds, then LNG tankers can operate safely in weak wind conditions.

Case	Ship	Operation	Wind	Current
1	137,000m ³ Moss	Arrival	326° at 30 knots	All runs - south easterly across the harbour entrance at 0.5 knot. None inside the harbour
2	137,000m ³ Moss	Arrival	236° at 30 knots	
3	137,000m ³ Moss	Arrival	056° at 30 knots	
4	137,000m ³ Moss	Arrival	168° at 25 knots	
5	137,000m ³ Moss	Departures	326° at 30 knots	
6	137,000m ³ Moss	Departures	236° at 25 knots	
7	137,000m ³ Moss	Departures	056° at 30 knots	
8	137,000m ³ Moss	Departures	168° at 25 knots	
9	165,000m ³ Moss	Arrival	326° at 30 knots	
10	165,000m ³ Moss	Arrival	236° at 30 knots	
11	165,000m ³ Moss	Arrival	056° at 30 knots	
12	165,000m ³ Moss	Arrival	168° at 25 knots	
13	165,000m ³ Moss	Departures	326° at 30 knots	
14	165,000m ³ Moss	Departures	236° at 30 knots	
15	165,000m ³ Moss	Departures	056° at 30 knots	
16	165,000m ³ Moss	Departures	168° at 25 knots	

Table 2.3 – Programme Of Cases Simulated

2.6 Other Information and Assumptions

- 2.6.1 In carrying out this simulation, due consideration has been given to the other shipping and berths in the harbour including the PE berth, the “naval corridor” to the east of the LNG berth and the central part of the harbour used by vessels proceeding to and from the inner port area.
- 2.6.2 The turning basin for the LNG terminal is not really a defined dredged turning basin similar to that found in some ports. The pilot therefore has freedom to swing the ship in any part of the main deep water part of the harbour.

3. SIMULATION RESULTS – 137,000m³ LNG TANKER

3.1 Introduction

3.1.1 This section describes the simulation results for the 137,000m³ LNG tanker. Each case or scenario is described and the result is given as either:

Successful meaning that the simulation was completed without problems and a similar result can be expected from a real LNG tanker of this size in these conditions

Marginal meaning that the simulation was completed but the exercise presented some difficulty. This may be due to the combined bollard pull of the simulated tugs being only just sufficient to match the effects of the simulated ship and wind forces.

Failed meaning that the simulation was not successful. Again this may be due to an operator error during the computer simulation or due to some reason such as the simulated wind strength.

3.1.2 Runs which are ‘marginal’ and ‘failed’ help to identify the limits of safe operation with respect to environmental conditions and equipment capacity.

3.1.3 This section should be read in conjunction with Volume 2, which shows the run plots for each case and, where appropriate, the graph of tug power used.

3.2 137,000m³ LNG Carrier Arrivals

Case	Runs	Ship	Operation	Wind	Current
1	1	137,000m ³ Moss	Arrival	326° at 30 knots	SE 0.5

3.2.1 Case 1 result – **successful**.

Case	Runs	Ship	Operation	Wind	Current
2	2,3,4	137,000m ³ Moss	Arrival	236° at 30 knots	SE 0.5

3.2.2 Case 2 result – **marginal**.

3.2.3 This case took more than one run until success was achieved – runs 2 and 3 were not good but run 4 was successful. It became clear that, to have a successful backing manoeuvre as shown in **run 4**, all four 50 tonne tow forces were needed throughout the simulation to counter the 30 knot wind on the beam.

Case	Runs	Ship	Operation	Wind	Current
3	5	137,000m ³ Moss	Arrival	056° at 30 knots	SE 0.5

3.2.4 Case 3 result – **marginal**.

- 3.2.5 Again, the manoeuvre needed all four tugs to pull against the wind to prevent excessive drift to port during the simulation.

Case	Runs	Ship	Operation	Wind	Current
4	6, 7, 8	137,000m ³ Moss	Arrival	168° at 25 knots	SE 0.5

- 3.2.6 Case 4 result – **failed**.

- 3.2.7 **Run 6** shows the difficulties encountered, they stem from the stern of the vessel passing through the wind, followed by a rapid swing to port or starboard. In spite of using bow thrusters as well as tugs in the simulation, the run was aborted when the vessel ran out of room to manoeuvre.

- 3.2.8 A repeat in **run 7** was even less successful as the ship could not be swung in spite of using tugs at bow and stern, together with both bow thrusters in the simulation. When the run was aborted, the ship was beginning to swing to port, rather than to starboard as required.

- 3.2.9 **Run 8** was also unsuccessful, even though all four tugs, each applying a 50 tonne tow force (see separate plot), were used together with the bow thrusters in the simulation.

3.3 Summary Of 137,000m³ Carrier Arrivals

- 3.3.1 Simulations with a 30 knot wind blowing along the jetty from the north gave least risk, whereas a wind from a southerly direction, even when reduced to 25 knots, posed the most risk and was unlikely to allow a berthing, even with bow thrusters and four 50t bollard pull tugs.

- 3.3.2 Winds on either the port or starboard beam at the 30 knot wind speed could be dealt with at the margin of safety.

- 3.3.3 In most cases it was apparent that the full towing/pushing capacities of all four ASD tugs would be required for the design ship and environmental conditions simulated.

- 3.3.4 It should be noted that using the four tugs at their full capacity would leave no residual tow force available. If one tug suffered a mechanical or tow line failure, the other tugs may not be able to hold the LNG tanker safely.

3.4 137,000m³ LNG Carrier Departures

- 3.4.1 Two contingency departures were made with the 137,000m³ vessel at its loaded draft to test the occasion when a loaded vessel may need to leave the berth. Other departures were at ballast draught of 9 metres with no trim.

Case	Runs	Ship	Operation	Wind	Current
5	9	137,000m ³ Moss	Departures Load draft	326° at 30 knots	SE 0.5
6	10	137,000m ³ Moss	Departures	236° at 25 knots	SE 0.5

Case	Runs	Ship	Operation	Wind	Current
			Load draft		

3.4.2 The overall conclusions from both these runs are the same as those from the same Cases 5 and 6, when run in ballast draught, and described below.

Case	Runs	Ship	Operation	Wind	Current
5	11	137,000m ³ Moss	Departures	326° at 30 knots	SE 0.5

3.4.3 Case 5 result (loaded and ballast) – **successful**.

Case	Runs	Ship	Operation	Wind	Current
6	12, 13	137,000m ³ Moss	Departures	236° at 30 knots	SE 0.5

3.4.4 Case 6 result (loaded and ballast) – **failed**.

3.4.5 Although leaving the berth was easy, the simulated ship would not swing against the wind, even when using a “crash turn” technique.

3.4.6 A further test in **run 13** used all four tugs in the simulation, each applying maximum tow force, in an attempt to swing the vessel. All they did was achieve a state of balance in the simulation as the ship moved toward the breakwater. The conclusion from this therefore was that Case 6 was not likely to allow a successful departure.

Case	Runs	Ship	Operation	Wind	Current
7	14, 15	137,000m ³ Moss	Departures	056° at 30 knots	SE 0.5

3.4.7 Case 7 result – **marginal**.

3.4.8 **Run 14** was an operator error.

3.4.9 In **run 15** the four tugs, all at maximum force, were used to breast the ship well away from the berthing face and into the wind before being let go. Once at the swinging circle, the wind helped the swing, which was accomplished successfully in the simulation, in spite of some acceptable drift down wind, with two tugs and the bow thrusters. The tow forces used are shown in the separate plot and show prolonged period at 50t bollard pull.

Case	Runs	Ship	Operation	Wind	Current
8	16, 17, 18	137,000m ³ Moss	Departures	168° at 25 knots	SE 0.5

3.4.10 Case 8 result – **marginal**.

- 3.4.11 **Run 16** failed due to leaving the swing too late and allowing excessive wind-induced drift to occur in the simulation.
- 3.4.12 This was corrected in **run 17** by starting the swing much sooner, a manoeuvre accomplished with comparatively small tow forces from the tugs at bow and stern and bollard pull to 50t (see separate plot). However, in this simulation the wind took the ship close to the end of the breakwater on exit and cannot be considered a complete success.
- 3.4.13 **Run 18** was a repeat where the ship was manoeuvred south in the channel after the swing to give more clearance on exit.

3.5 Summary Of 137,000m³ Tanker Departures

- 3.5.1 Departures were slightly easier than arrivals in that, as the ship had to increase, rather than reduce, speed during the manoeuvre, control improved as each run progressed. It was therefore possible, in some simulations, to improve matters late in the run, as runs 17 and 18 showed.
- 3.5.2 However, control was not always easy, and, in simulations with a high wind on the port beam of the berthed ship it proved to be impossible.

4. SIMULATION RESULTS - 165,000M³ LNG TANKER

4.1 165,000m³ LNG Tanker Arrivals

4.1.1 This section describes the results for simulations of the 165,000m³ LNG tanker. The same descriptions (successful, marginal or failed) have been used.

4.1.2 Many of the simulation runs with the 165,000m³ tanker were the same as for the 137,000m³ vessel. The handling techniques learned with the smaller vessel were used and, in most cases, were successful. However, the increased wind area and mass of the larger vessel brought its own problems and these were dealt with on a case-by-case basis.

Case	Runs	Ship	Operation	Wind	Current
9	19	165,000m ³ Moss	Arrival	326° at 30 knots	SE 0.5

4.1.3 Case 9 result – **successful**.

Case	Runs	Ship	Operation	Wind	Current
10	20, 21	165,000m ³ Moss	Arrival	236° at 30 knots	SE 0.5

4.1.4 Case 10 result – **marginal**.

4.1.5 The poor result in **run 20** was corrected in **run 21** when all four tugs (all using high tow force values of 50t as shown in the accompanying plot) were used in the simulation to catch the vessel after the swing and hold it against and into the wind.

4.1.6 Once under control, the vessel was backed toward the jetty and the tow forces increased so that it was gradually eased toward the jetty. Once off the berth, the simulated ship's engine was used to adjust its longitudinal position so that a straight breast-in could be accomplished. The bow thrusters were used as required throughout the run and prolonged tow force of 50t (plus) per tug was used.

Case	Runs	Ship	Operation	Wind	Current
11	22, 23	165,000m ³ Moss	Arrival	056° at 30 knots	SE 0.5

4.1.7 Case 11 result – **marginal**.

4.1.8 In **run 22** the simulated approach to the swinging circle was made at too high a speed with the vessel positioned too far north as it entered the swinging circle. It could not be stopped in time and in the simulation would have struck the breakwater had the run not been aborted.

4.1.9 **Run 23** was more successful, but the simulated manoeuvre remains marginal in these conditions.

Case	Runs	Ship	Operation	Wind	Current
12	24, 25	165,000m ³ Moss	Arrival	168° at 25 knots	SE 0.5

4.1.10 Case 12 result – **failed**.

4.1.11 Problems of the stern of the vessel passing through the wind were experienced in the earlier Case 4, and this simulation it was the same.

4.1.12 **Run 24** shows an example where it proved impossible to swing the vessel and hold it stern-to-wind in the simulation.

4.1.13 In **run 25** this was overcome by using more tow force at the right time in the simulation (see separate plot with high tow forces of 50t for a prolonged time) so that some control was maintained in the backing manoeuvre. However, during the final breasting manoeuvre in the simulation, a slight misjudgement in one of the tow forces caused the stern to pass through the wind and it was impossible to regain control. The run was aborted with the strong impression that such a wind was beyond the safe operating limit for this vessel.

4.1.14 Moving a vessel with high windage astern into a strong wind is likely to cause problems due to the ship's inherently lower directional stability when backing as demonstrated in the simulations.

4.2 Summary 165,000m³ Carrier Arrivals

4.2.1 The 165,000m³ vessel arrival simulations were similar to those experienced with the 137,000m³ vessel. The additional wind area was comparatively small and tow forces needed for the larger vessel were similar to those used with its smaller counterpart.

4.2.2 The conclusion was that vessels of this size could arrive at Brindisi in steady 30 knot winds from most directions, except those which provide a wind on the stern when backing to the berth. But in all cases it was clear that control was at, or close to, the limit of safety in the simulations and all four tugs had to be able to exert maximum tow force at crucial times, generally when the ship was making up to 2 knots through the water.

4.3 165,000m³ LNG Carrier Departures

Case	Runs	Ship	Operation	Wind	Current
13	26	165,000m ³ Moss	Departures	326° at 30 knots	SE 0.5

4.3.1 Case 13 result – **successful**.

Case	Runs	Ship	Operation	Wind	Current
14	27, 28	165,000m ³ Moss	Departures	236° at 30 knots	SE 0.5

4.3.2 Case 14 results – **failed**.

4.3.3 Case 14 (runs 27 to 29) suffered, as before, from the inability to turn against the wind, even when using the full capability of all four tugs in the simulations.

4.3.4 **Run 27** shows the difficulty of bringing the stern into the wind and turning the vessel to starboard; the run was aborted as the simulated vessel was approaching the breakwater.

4.3.5 In **run 28** an attempt was made to turn the ship to starboard under its own power after dismissing the tugs. This proved impossible, after a brief change of heading in the correct direction, the simulated ship began to turn back again toward the wind. The continual 50t tow forces used in run 28 are shown on a separate plot.

4.3.6 **Run 29** was aborted and is not included in Volume 2.

Case	Runs	Ship	Operation	Wind	Current
15	30	165,000m ³ Moss	Departures	056° at 30 knots	SE 0.5

4.3.7 Case 15 result – **successful**.

Case	Runs	Ship	Operation	Wind	Current
16	31, 32	165,000m ³ Moss	Departures	168° at 25 knots	SE 0.5

4.3.8 Case 16 result – **marginal**.

4.3.9 **Run 31** was unsuccessful mainly because the bow tug, aiding the turn to starboard in the swinging circle, was dismissed too soon in the simulation and the ship was unable to complete the required change of heading before the wind took it on to the breakwater.

4.3.10 This was corrected in **run 32** by starting the starboard turn sooner and keeping the bow tug on longer. The tow forces used in the simulation are shown in the separate plot and it may be noted that a location at the bow for the tug was preferred because the lateral velocity induced by the tow force opposed the drift toward the breakwater induced by the wind.

4.4 Summary 165,000m³ Carrier Departures

4.4.1 As with the 137,000m³ vessel departures were easier than arrivals as the ship had to increase, rather than reduce, speed during the manoeuvre. It was therefore possible, on some occasions, to improve matters late in the run. However, control was not always easy in the simulations, and, in a wind on the port beam of the berthed ship it proved to be impossible.

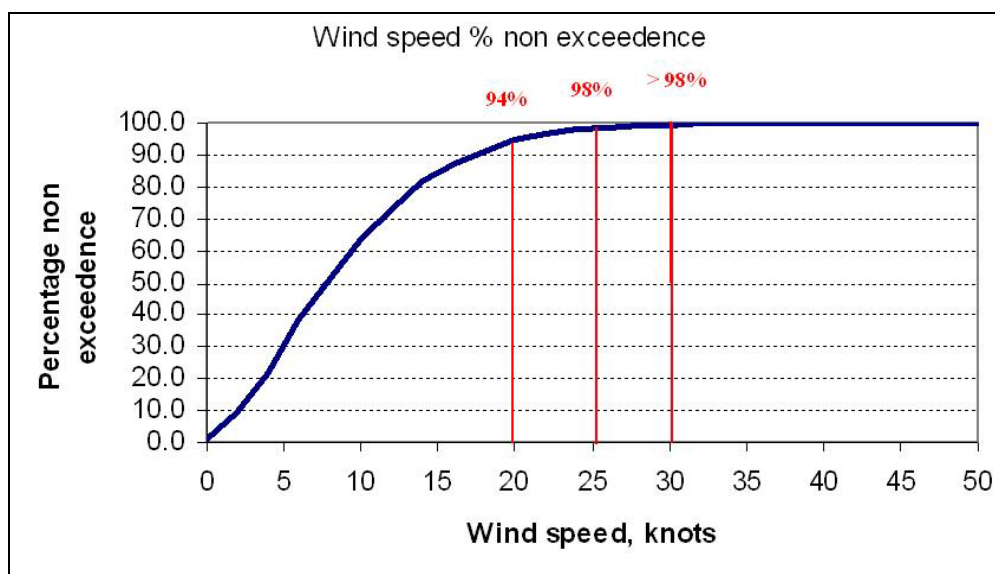
5. BERTHING LIMITS AND AVAILABILITY

5.1 Wind Limitations

5.1.1 The wind limits for routine berthing and un-berthing operations for LNG carriers with no bow thrusters and assisted by four 50t bollard pull tugs should be as shown below. This is based on a conservative assessment of the outcomes of the simulation exercise.

Wind Direction <u>+45°</u>	No 2 (East) Berth	
	Arrivals	Departures
NW 326°	25 knots	25 knots
SW 236°	25 knots	25 knots
NE 056°	25 knots	25 knots
SE 168°	20 knots	20 knots

5.1.2 This would give a berth availability of approximately 94% for the 20 knot limit and 98% for the 25 knot limit. These availability percentages are based on all-year figures and do not take into account that on many occasions of high winds the LNG tankers will not be requiring to berth or depart, leading to a higher availability figure.



5.1.3 If tug power is increased to 75 tonnes, it is estimated that the wind berthing limits can be increased to:

Wind Direction <u>+45°</u>	No 2 (East) Berth	
	Arrivals	Departures
NW 326°	30 knots	30 knots
SW 236°	30 knots	25 knots
NE 056°	30 knots	30 knots
SE 168°	25 knots	25 knots

5.1.4 This would give a berth availability of 98% in winds of 25 knots and 99% in winds of 30 knots. Again, availability will be higher when the co-occurrence of adverse winds and requirement to berth or sail the LNG tankers is taken into account.

5.1.5 The runs for all simulations are summarised below.

Summary Of All Runs Showing Successful, Marginal and Failed Simulation Runs In Peak Wind Conditions						
Wind Conditions		137,000m3 LNG Tanker		165,000m3 LNG Tanker		Status
Direction Degrees	Speed Knots	Arrival	Departure	Arrival	Departure	
326°	30 knots	None	None	None	None	Failed
326°	30 knots	1	11	19	26	Successful or Marginal
236°	30 knots	None	12,13	None	27, 28	Failed
236°	30 knots	2, 3, 4	-	20, 21	-	Successful or Marginal
056°	30 knots	None	None	None	None	Failed
056°	30 knots	5	14, 15	22, 23	30	Successful or Marginal
168°	25 knots	6,7,8	None	24, 25	None	Failed
168°	25 knots	-	16, 17, 18	-	31, 32	Successful or Marginal

Notes:
 Additional runs were undertaken as shown below. All these runs were successful or marginal.
 Runs 9 and 10 - Departure runs in a **loaded** 137,000m3 vessel during peak winds (emergency departures)

5.1.6 It can be concluded from the simulations that:

- Most of the cases simulated are **successful or marginal**
- In conditions which are **marginal**, a **successful** outcome can be achieved by increasing the tug power available from 50t per tug to 75t per tug
- Conditions described as **failed** may also become successful if larger tugs are used. Some of the conditions described as failed may, even with larger tugs, have to be revised downwards.

5.2 Tug Power, Berthing Availability and Wind Limits

5.2.1 Some LNG tankers may not have bow thrusters and it is safer to avoid tug operations where some or all tugs are at full bollard pull for prolonged period to maintain control of the vessel. Options to mitigate these circumstances include:

- reducing the maximum wind speed at which the terminal will permit ship manoeuvres to be conducted
- increasing the tug power available
- providing additional tug(s) on standby
- some combination of the above

6. TOWAGE

6.1 Introduction - Factors To Be Considered

6.1.1 LNG tankers, marine terminals, and cargoes have very high value. Integrity of supply to gas markets is a serious commitment. This means that reliable and effective towage services are a very important part of planning a new terminal.

6.1.2 Each port and terminal will have a number of different features to be considered including:

- Location of tug rendezvous position
- Distance to the berthing area
- Weather conditions at the location where tugs are to be secured
- Wind and currents in the area where towage is required
- Berthing limits acceptable to the terminal and host port authority
- Size of LNG carrier and design of tanks
- Standby arrangements at the terminal
- Additional duties such as pilot boarding, fire-fighting, and pollution control
- Whether tugs are dedicated to the LNG terminal or shared with other port users
- Any combination of the above.

6.1.3 Defining the optimum tug fleet for a particular operation is a reasonably straightforward activity which involves trying different options on a Full Mission Simulator (for an example, see www.marin.nl).

6.1.4 The factors above are all taken into account and some are discussed further below.

6.2 Bollard Pull

6.2.1 A key measure of a tug's effectiveness is its static bollard pull (BP). Reference 9 provides a generic recommendation that an LNG carrier of 135,000m³ should have a tug allocation of 120 to 140 tonnes provided by 3 or 4 tugs, some 40t to 50t per tug.

6.2.2 In the simulations described in this study, the full 50t bollard pull was required. In practice the operator would specify tugs and maximum operational wind speeds for the terminal to provide a residual level of power to arrest ship motion in the event of a pilot error or failure of propulsion system. These simulations are intended to provide initial guidance in that respect.

6.2.3 Figure 6.1 shows the bollard pull requirements for a 137,000 m³ LNG carrier in a range of wind speeds but with zero current (similar to the conditions most representative of the

swinging area inside Brindisi harbour). It is derived from research published in Reference 10. Assuming a berthing limit of 30 knots (the recommendation given in Reference 1), it can be seen that there is a BP requirement of 150t. However, it should be noted that:

- a) These bollard pull curves are not derived directly from this simulation study, (they are derived from Reference 10), and
- b) The bollard pull recommendations in this report are not extrapolated from these curves. The location specific simulations showed a requirement for a greater bollard pull for safe operations

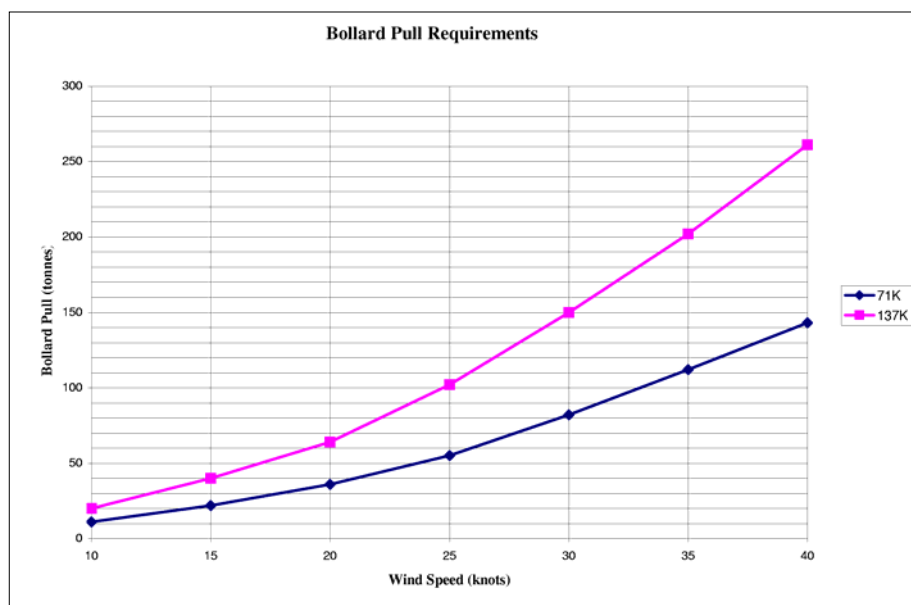


Figure 6.1 – Bollard Pull Requirements To Counteract Different Wind Speeds

- 6.2.4 The next issue in defining a tug fleet relates to the number of tugs. To allow maximum flexibility, it is better to avoid big differences in tug size so, in the above example, the 150 tonnes BP above would be better met by 4 tugs each having a BP of 37.5 tonnes rather than, for example, 2 tugs of 50 tonnes and 2 tugs of 25 tonnes.

6.3 Tug Types

- 6.3.1 Azimuth Stern Drive (ASD) or “Z Peller” Type.

The key features are:

- Towage is carried out from the forward end of the tug using a tugs line on a powerful bow winch
- The propulsion units are located at the stern. These consist of two variable pitch propellers each contained within a nozzle or duct which can be rotated in order to direct thrust in any direction
- Tug superstructure and fendering is configured to allow the tug to work in close quarters to the towed vessel, very often in “push – pull” mode.

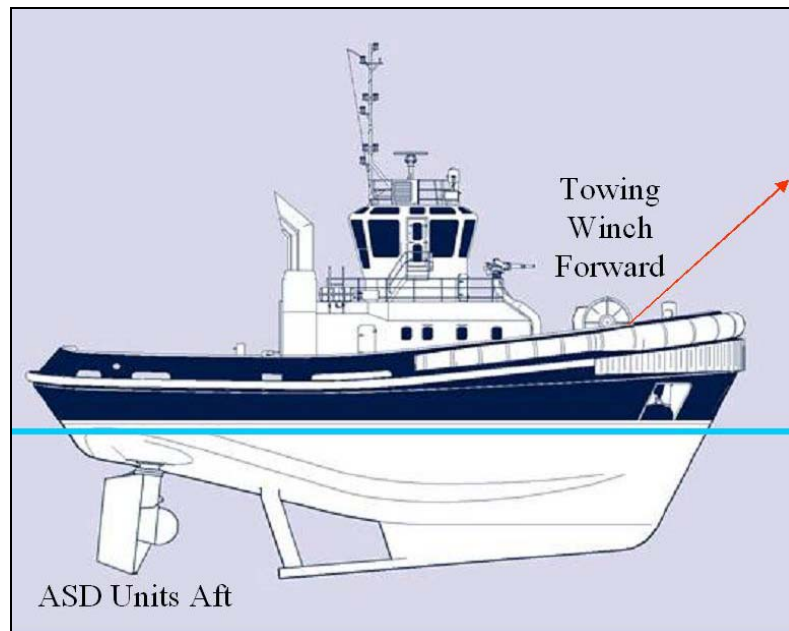


Figure 6.2 – ASD Tug in Profile

6.3.2 Voith Schneider Type.

The key features are:

- Towage is carried out from the stern of the tug using a tugs line on a powerful deck winch
- The propulsion units are at the front end. They comprise a unique system of vertically mounted rotating blades, the pitch angle of each blade being altered relative to the circumference being prescribed. The hydrodynamic effect is the ability to thrust water in any direction which enables the tug to render an effective towing service regardless of its relative towline angle
- Tug superstructure and fendering is configured to allow the tug to work in close quarters to the towed vessel, very often in “push – pull” mode.



Figure 6.3 – Voith Schneider Tug in Profile

6.4 Towing Methods

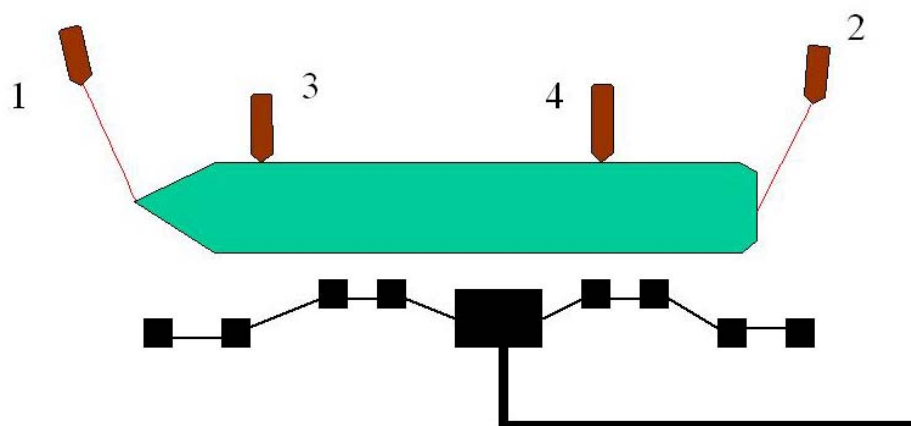
6.4.1 In Brindisi, there are no long port approach channels with bends to be negotiated, so the ship's entry into the port is best carried out by the ship navigating freely under its own control, but with tugs in attendance ready to respond rapidly if required.

6.4.2 Although the optimum deployment should be worked out in consultation with the tug operator and the pilots, the *passive escort* method is likely to prove most effective for Brindisi. Assuming a deployment of 4 tugs (which would be typical for large LNG carriers), the following towing procedures would be appropriate:

- All 4 tugs rendezvous with the ship at the agreed position outside the port and take up their positions – one tug forward and aft, and two on the starboard side (this will be the offshore side when berthed). No tug secured at this stage.
- Proceeding inwards, tugs secure but maintain slack lines. Tugs No. 3 and 4 are secured on short lines and lie alongside the LNG carrier ready to operate in “push-pull” mode.



- When inside the harbour and approaching the turning area, Tug 2 acts as a brake (drogue) tug whilst the others maintain directional control as required.
- When swinging to starboard in the required area, Tugs 1 and 3 pull the bow round to starboard. Tug 2 pulls the stern round to port and tug 4 pushes the stern to port.
- When approaching the berth, Tugs 3 and 4 are pushing the vessel bodily towards the berth whilst tugs 1 and 2 are out on longer lines ready to arrest any excessive speed of approach towards the berth.



6.5 Tug Specification

6.5.1 Given the above operational requirements, and subject to a properly tested and engineered appraisal of towage requirements, the following sets out a preliminary specification for the LNG Carrier tug fleet at Brindisi.

Feature	Requirement
Total BP	200 tonnes (to 300t subject to operating weather limit selected – see section 5)
Number of tugs	4
Tug BP	50 tonnes (to 75t subject to operating weather limit selected – see section 5)
Type	ASD or Voith Schneider
Fuel type	Marine gas oil / marine diesel
Fuel capacity	70 to 90 tonnes
Towing Equipment	Split winch (Braatvag or similar) with split drums to house a total of approximately 200 metres Superline, or HMPE (with a 30 metre tail section). Operated from wheelhouse and locally.
Ancillary	Fi Fi 1 specification is not always necessary, but can be a useful means of reassuring the host port authority and should be strongly considered
Crewing	<ul style="list-style-type: none"> • To be determined based on level of activity of LNG terminal and whether any non LNG towage is to be undertaken. • Assuming an active LNG shipping programme, tugs need to be continuously manned, which would mean two crews working (say) 2 weeks on and 2 weeks off. • Most European ports operate with a 3 man crew, but there may be local work practices which make this difficult to achieve in Brindisi. (Higher manning can be expected.)

6.6 Towage Contracts

6.6.1 Tugs may be sourced from two general sources:

- a) **As required:** Hiring on an “as required” basis from a suitable local supplier, who also supplies services to other port users
- b) **Terminal specific:** Establishing a terminal specific towage service, where the tugs are always under the full operational control of the LNG terminal.

6.6.2 Given the supply chain importance of fit-for-purpose, reliable towage services, it is more common for LNG terminals to seek some form of terminal specific services

- (option b). Having to have it's ships wait while tugs service other shipping in the port is not attractive to LNG terminals.
- 6.6.3 There are a number of models of how option b) might be achieved. It would not be common for the terminal to buy and operate the tugs and to be the provider of towage services – it is not their area of expertise.
- 6.6.4 Instead, it would be common to contract with a suitably qualified and experienced provider for towage, and possibly other “waterfront services” such as LNG tanker mooring / line-handling, and berth inspection / maintenance. In some remote terminals, “waterfront services” can even include pilotage, buoy maintenance and dredging but, as Brindisi already has these services locally, this would not be required.
- 6.6.5 For the purposes of defining liabilities during towage operations, it is common for the towage contract to be between the tug operator and the ship being towed, regardless of how the service is paid. A number of standard contracts are available between the tug operator and the ship-owner, but most are based on the UK Standard Condition For Towage and Other Services (as amended) 1996.
- 6.6.6 To set up a procurement exercise, it is necessary to:
- a) Define the level of shipping activity (number of ships per year)
 - b) Define the level of service availability required
 - c) Define an outline specification of tugs required (size, type, number)
 - d) Define service performance criteria
 - e) Define mechanism for financing the service
 - f) Issue an Invitation to Tender (ITT) to suitable operators
 - g) Review tenders using pre established assessment criteria
 - h) Select operator
 - i) Issue the contract and monitor the service in operation.
- 6.6.7 With regard to item e) above, there would be two general possibilities.
- A The LNG tanker charter would require the LNG tanker to use and pay for the services of the terminal's nominated towage provider, with the cost per tug being agreed between the terminal and the tug operator
- The LNG tanker operator would factor that cost into his charter rate, so the gas shipper is actually paying for towage anyway
- Over the year, the revenue earned by the towage operator covers his costs and provides a reasonable profit margin. If the towage activity was low, then the terminal has to pay the tug operator to reflect his lost revenue.

- B The LNG tanker charter would require the LNG tanker to use the services of the terminal's nominated towage provider. Although there would be no payment from tanker owner to tug operator, the contract of towage would remain between ship-owner and tug owner

The terminal's provision of towage services would be reflected in the LNG tanker charter rate

The annual fee for towage services paid by the terminal would be based on a formula combining number of towage acts plus retention.

- 6.6.8 In both cases, the terminal is effectively underwriting the service to guarantee reliability and adequacy of service.

References

- 1 Report ELP-57097-55137-1103-Rev 0 dated 15th June 2003.
- 2 ELP proposal to BLNG P55366 dated 15th June 2006.
- 3 Fugro survey chart Ref 213/476/03. Survey date 3rd to 16th July 2003. Chart 4 of 11 Issue 2 dated 3rd Sept. 2003.
- 4 British Admiralty chart 1414 (UK Hydrographic Office).
- 5 Report “Brindisi LNG – Extreme Winds and Wave Persistence Report” Reference EX 4856 Rev 1.0. HR Wallingford. August 2003.
- 6 Mediterranean Pilot Book Volume 3. NP 47 (UK Hydrographic Office).
- 7 Report ELP-57137-55137-1203-Rev 1 dated 17th Dec 2003;
- 8 Report “Brindisi LNG – Marine Considerations” Reference EX 4795. HR Wallingford. June 2003.
- 9 SIGTTO Working Paper 14 “Site Selection and Design for LNG Ports and Jetties” (1997).
- 10 The Use of Tugs For Manoeuvring Large Vessels in Ports. National Ports Council/General Council of British Shipping/Department of Industry. 1977.
- 11 Marine investigation modelling studies, report EX 4795 HR June 2003
- 12 British Admiralty Pilot Book NP 47, 10th Edition 1988.
- 13 Brindisi LNG Import Terminal Berth Availability, ELP-55137-1203-57095 rev 2
- 14 Fairplay Encyclopaedia of World Shipping (October 2007 edition).
- 15 C Thoresen “Port Design Guidelines and Recommendations”

BLNG

Simulazione di manovra delle navi

Rapporto Finale, Volume 1 (Rapporto discorsivo)

Rapporto N°: ELP - 57210 - 1207 - 55265 - Rev 3

Rif. Contratto BLNG – SER – 003



DICHIARAZIONE DI NON RESPONSABILITÀ

Il presente documento è stato tradotto al meglio delle nostre competenze e conoscenze dal testo originale in lingua inglese, con lo scopo di fornire il più alto livello di accuratezza. Comunque, in caso di discrepanze, si deve considerare il testo originale in lingua inglese, soprattutto per quanto concerne i dati tecnici.

INDICE

SEZIONE	PAGINA
Sintesi e Conclusioni.....	3
1. INFORMAZIONI DI BASE E INTRODUZIONE	5
1.1 Informazioni di base generali.....	5
1.2 Struttura del Rapporto.....	5
2. PREPARAZIONE DEL SIMULATORE.....	6
2.1 Configurazione della Simulazione	6
2.2 Navi-tipo	6
2.3 Ausili alla navigazione e all'ormeggio	9
2.4 Condizioni ambientali.....	9
2.5 Programma delle prove	11
2.6 Altre informazioni e presupposti	12
3. RISULTATI DELLA SIMULAZIONE – NAVE METANIERA DA 137.000 m ³	13
3.1 Introduzione.....	13
3.2 Arrivi della nave metaniera da 137.000 m ³	13
3.3 Riepilogo degli arrivi per la nave metaniera da 137.000 m ³	14
3.4 Partenze della nave metaniera da 137.000 m ³	14
3.5 Riepilogo delle partenze per la nave metaniera da 137.000 m ³	16
4. RISULTATI DELLA SIMULAZIONE – NAVE METANIERA DA 165.000 M ³	17
4.1 Arrivi della nave metaniera da 165.000 m ³	17
4.2 Riepilogo degli arrivi per la nave metaniera da 165.000 m ³	18
4.3 Partenze della nave metaniera da 165.000 m ³	18
4.4 Riepilogo delle partenze per la nave metaniera da 165.000 m ³	19
5. LIMITI E DISPONIBILITÀ DELL'ORMEGGIO	20

5.1	Limitazioni dovute al vento	20
5.2	Potenza dei Rimorchiatori, Disponibilità dell'ormeggio e Limiti dovuti al vento.....	21
6.	RIMORCHIO	23
6.1	Introduzione – Fattori da considerare	23
6.2	Capacità di trazione alla bitta.....	23
6.3	Tipi di rimorchiatori.....	24
6.4	Metodi di rimorchio	26
6.5	Specifiche dei rimorchiatori.....	27
6.6	Contratti di rimorchio	28
 Volume 2		
Appendice 1		Tracciati del Simulatore

Sintesi e Conclusioni

Introduzione

Per valutare la fattibilità, dal punto di vista della navigazione, dell'ormeggio di navi metaniere a Brindisi è stata condotta una serie di simulazioni al computer. La procedura di simulazione impiegata è quella utilizzata per la maggior parte dei nuovi piani di sviluppo portuali, e per tutti quelli relativi al settore del GNL.

Per accertare la sostenibilità a lungo termine e la flessibilità di accogliere una gamma estesa di navi metaniere, la simulazione ha considerato gli arrivi e le partenze di due tipi di navi metaniere, della capacità di 137.000 m³ e 165.000 m³. Entrambe sono del tipo a serbatoi sferici, trattandosi del concetto progettuale più tradizionale.

Profondità dei fondali

Le tabelle successive riportano le profondità dei fondali nel canale, nel porto e nell'area di ormeggio, insieme all'immersione massima normale di ciascuna metaniera.

Area	Profondità del fondale
Canale di approccio	> 18.0m
Porto	> 15.0m
Area di ormeggio	14.5m

Dimensioni metaniera	Immersione normale
137,000m ³	11.0m.
165,000m ³	11.0m

Dalle tabelle si può vedere come le profondità esistenti siano adeguate per navi metaniere fino a 165.000 m³ senza necessità di dragaggi.

Manovra delle navi

La simulazione di manovra delle navi si è concentrata sull'individuazione delle condizioni limite di vento massimo, supponendo che le navi dispongano di eliche di manovra prodriere funzionanti e dell'assistenza di quattro rimorchiatori con una capacità di trazione alla bitta di 50 t nelle manovre di evoluzione e di ormeggio (Il limite superiore viene individuato dal fallimento del test nelle simulazioni).

Limiti di velocità del vento e Disponibilità

Lo studio delle simulazioni ha portato alle seguenti conclusioni:

nave metaniera	Massime Condizioni di Vento Raccomandate
137.000m ³	20 nodi da sud-est e 25 nodi dalle altre direzioni
165.000m ³	20 nodi da sud-est e 25 nodi dalle altre direzioni

Con tali valori limite della velocità del vento, l'ormeggio è possibile per circa il 98% del tempo.

Specifiche dei rimorchiatori

Utilizzando rimorchiatori aventi una capacità di trazione alla bitta di 75 tonnellate, lo studio mostra la possibilità di continuare le operazioni in presenza di superiori velocità del vento – in alcuni casi fino a 30 nodi – si veda la sezione 5.

I rimorchiatori devono essere di costruzione moderna, di tipo ASD o Voith-Schneider, con capacità di trazione alla bitta di 50 t o 75 t, secondo del limite della velocità del vento prescelto.

È pratica comune, nell'industria del GNL, che il terminale GNL disponga di rimorchiatori dedicati. Ciò assicura un livello adeguato di rispondenza alle specifiche tecniche, di pratica operativa e di affidabilità e disponibilità dei servizi di rimorchio per la manovra delle navi gasiere.

Se il numero di navi gasiere non giustifica, dal punto di vista commerciale, il mantenimento di una flotta di rimorchiatori dedicati, gli aspetti tecnici e relativi alle prestazioni devono essere chiaramente specificati nel contratto di rimorchio con la compagnia di rimorchiatori prescelta.

Validità dello Studio

Si noti che il presente studio è stato condotto allo scopo di identificare le massime condizioni di vento per la manovra e l'ormeggio delle gasiere. È stato basato sui dati predefiniti relativi alle navi, alle condizioni meteomarine e batimetriche. Lo studio non ha valutato i margini di sicurezza necessari per definire i limiti delle operazioni vere e proprie.

I margini di sicurezza e gli altri limiti saranno sviluppati in collaborazione con la Capitaneria di Porto di Brindisi prima dell'inizio di qualsiasi attività di navi gasiere, e saranno determinati dopo aver preso in considerazione eventi potenziali, quali avarie occorrenti ad un rimorchiatore o rottura di un cavo di rimorchio durante la manovra della nave.

1. INFORMAZIONI DI BASE ED INTRODUZIONE

1.1 Informazioni di base generali

1.1.1 La Brindisi LNG (BLNG), l'operatore del terminale, desidera utilizzare una simulazione elettronica per verificare la navigazione sicura delle gasiere che utilizzino il terminale GNL con la batimetria esistente.

1.1.2 Le simulazioni sono state anche impiegate per aiutare a determinare:

- a) i limiti operativi ambientali di sicurezza per le navi gasiere più grandi impiegate,
- b) i requisiti di rimorchio per le navi gasiere, presumendo l'impiego di rimorchiatori aventi dimensioni di cui sia nota la capacità di operare efficacemente nel porto.

1.2 Struttura del Rapporto

1.2.1 La Sezione 2 descrive il modo in cui é stato preparato il simulatore.

1.2.2 Le Sezioni 3 e 4 forniscono i risultati della simulazione in dettaglio. Al fine di facilitare la lettura, le stampate della simulazione al computer sono contenute in un documento separato (volume 2).

1.2.3 La Sezione 5 descrive la prevedibile disponibilità di ormeggi.

1.2.4 La sezione 6 descrive i servizi di rimorchio considerati necessari per la manovra delle navi gasiere a Brindisi.

2. PREPARAZIONE DEL SIMULATORE

2.1 Configurazione della Simulazione

2.1.1 La Figura 2.1 mostra la configurazione del terminale GNL all'interno del porto di Brindisi.

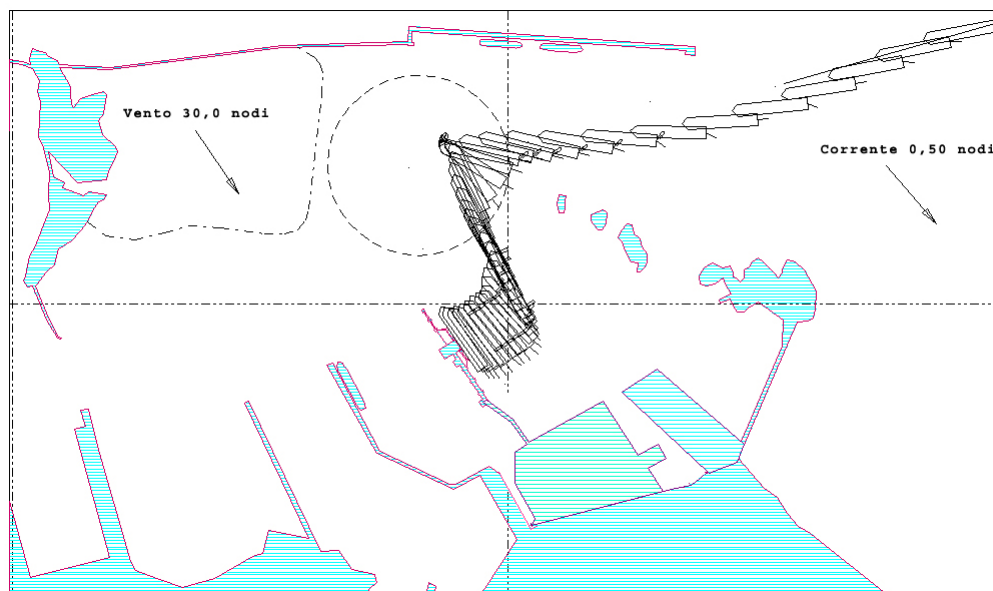


Figura 2.1 – Porto Esterno di Brindisi con il Terminale GNL

2.2 Navi-tipo

2.2.1 Sono state considerate delle “Navi-tipo” per verificare l’eventuale dimensione massima delle navi e le massime condizioni di vento. Le navi-tipo hanno le seguenti caratteristiche:

Caratteristica	137,000 m³	165,000 m³
Lunghezza “fuori tutto” (LOA)	283.5 m	286.7 m
Lunghezza tra le perpendicolari (LBP)	270.0 m	273.0 m
Larghezza	46.0 m	50.7 m
Immersione a nave carica	10.8 m	11.0 m
Immersione a nave in zavorra	9.0 m	9.0 m
Coefficiente di finezza (a nave carica)	0.730	0.700
Area frontale esposta al vento - carica	1824 m ²	2099 m ²
- in zavorra	1907 m ²	2200 m ²
Area laterale esposta al vento - carica	8104 m ²	8654 m ²
- in zavorra	8602 m ²	9214 m ²
Numero di eliche	1	1
Diametro elica	7.5 m	7.5 m
Numero di timoni	1	1
Eliche di manovra prodiere	Sì	Sì

Tabella 2.1 – Caratteristiche principali delle navi-tipo

2.2.2 È stata eseguita un'analisi sulla *Fairplay Encyclopaedia of World Shipping* (Riferimento 13) per valutare il profilo della flotta metaniera mondiale esistente e quello delle navi attualmente in ordine. La fonte elenca 377 navi, e da ciò si può notare che:

- circa l'85% delle navi hanno capacità compresa tra 125.000 e 165.000 m³ (Figura 2.2),
- dal punto di vista dell'età delle navi, predomina il gran numero di nuove navi metaniere costruite a partire dall'anno 2000 (Figura 2.3),
- una piccola quantità delle future costruzioni appartiene ai tipi Q-Flex e Q-Max, navi che vengono costruite per servire mercati dedicati a partire dal Qatar (Fig 2.4).

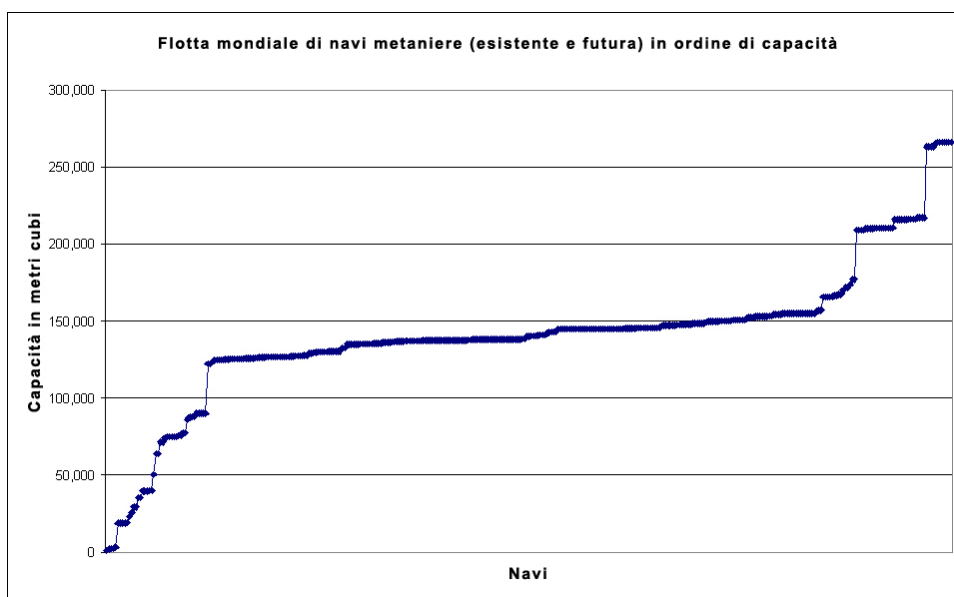


Figura 2.2 Flotta mondiale di navi metaniere (esistente e futura) in ordine di capacità

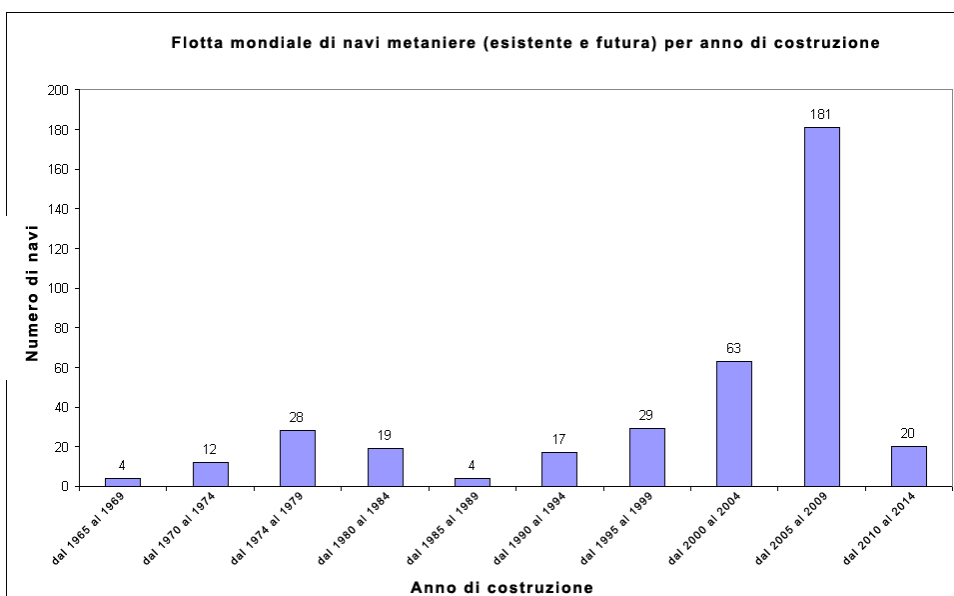


Figura 2.3 Flotta mondiale di navi metaniere (esistente e futura) per anno di costruzione

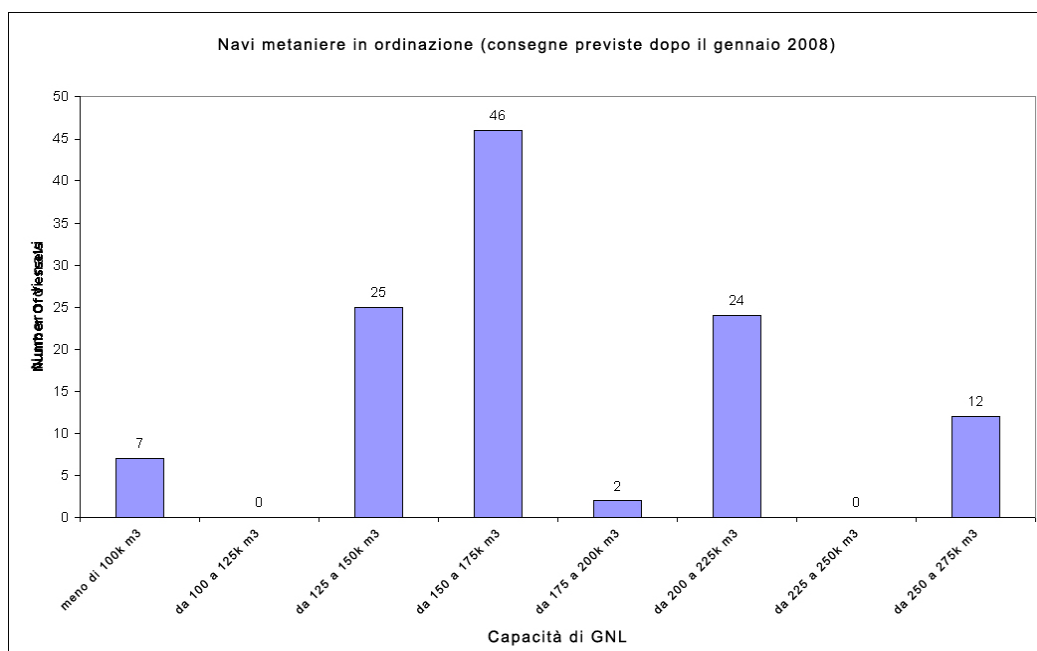


Figura 2.4 Navi metaniere (consegne previste dopo il gennaio 2008) in ordine di capacità

2.2.3 Le navi metaniere-tipo sono state scelte per le simulazioni per i seguenti motivi:

- Hanno dimensioni simili alle navi più grandi che fanno attualmente scalo a Brindisi.
- Sono molto rappresentative delle più grandi navi metaniere che faranno scalo al terminale GNL di Brindisi.
- Sono molto rappresentative di molte navi appartenenti alla flotta metaniera mondiale.
- Il modello base del software per questi tipi di navi é già esistente.

2.2.4 Le navi scelte sono del tipo con serbatoi sferici Moss Rosenberg. Le navi di dimensioni similari, dotate di serbatoi del tipo a membrana, sono più maneggevoli, come si può vedere dal seguente confronto tra i rispettivi rapporti tra la superficie esposta al vento e quella immersa.

Nave	137.000 m ³ Tipo Sferico	137.000 m ³ Tipo a membrana	165.000 m ³ Tipo Sferico
Area di estremità / (larghezza.immersione) -carica	3.671	2.82	3.764
Area di estremità / (larghezza.immersione) –in zavorra	4.606	3.58	4.821
Area laterale / (lunghezza.immersione) - carica	2.779	1.86	2.882
Area laterale / (lunghezza.immersione) – in zavorra	3.540	2.43	3.761

- 2.2.5 I rapporti sopraelencati indicano la facilità con cui la nave può essere manovrata in presenza di vento. Per le navi dotate di serbatoi sferici, i rapporti sono alti, specialmente in condizioni di zavorra. Quelli per le navi dotate di serbatoi a membrana, invece, sono meno pronunciati e più allineati a quelli della maggior parte delle navi mercantili.
- 2.2.6 Ciò indica che la manovra sarà più difficile per le metaniere dotate di serbatoi sferici. Secondo tali indicazioni, in condizioni simili le metaniere con serbatoi a membrana saranno più facili da manovrare, e, pertanto, le simulazioni sono state basate su una nave metaniera con serbatoi sferici della massima dimensione consentita per il porto.

2.3 Ausili alla navigazione e all'ormeggio

- 2.3.1 Il cerchio di evoluzione è stato fissato in 2,4 volte la lunghezza della nave metaniera da 137.000 m³, con un diametro, quindi, pari a 680 m. Come si può vedere dalla tabella seguente, si tratta di un cerchio di evoluzione molto ampio per gli standard contemporanei.

CERCHI DI EVOLUZIONE	
Riferimento	Diametro raccomandato (x lunghezza nave)
C. Thoresen (Riferimento 15)	2,0 (limite inferiore 1,6 in condizioni ottimali)
Transport Canada	2,5 (minimo 2,0 in buone condizioni)
US Army Corps of Engineers	1,5 (1,2 con corrente inferiore a 0,5 nodi)
Society of International Gas Tankers and Terminal Operators	Tra 2,0 e 3,0
Permanent International Association of Navigation Congresses	Tra 1,0 e 2,0

- 2.3.2 Nella realtà, per le navi metaniere a Brindisi non esiste un vero e proprio “cerchio di evoluzione”, dal momento che l'intero porto esterno è sufficientemente ampio e profondo da consentire la manovra delle navi.
- 2.3.3 Il cerchio di evoluzione scelto per la simulazione, pari a 2,4 la lunghezza della nave, rappresenta quindi un'area di evoluzione preferenziale piuttosto che una condizionata dalle condizioni di spazio e profondità.
- 2.3.4 Si è supposto che la nave metaniera simulata sia dotata di un'elica di manovra prodiera, che è stata usata, se necessario, come ausilio per la manovra.
- 2.3.5 Si è altresì supposta la presenza di quattro rimorchiatori con capacità di trazione alla bitta di 50 t per assistere la nave metaniera nell'ormeggio simulato e nelle altre manovre.

2.4 Condizioni ambientali

- 2.4.1 La presente sotto-sezione riassume le condizioni ambientali tipicamente presenti nel porto, impiegate nella simulazione.
- 2.4.2 **Vento.** I venti nel porto sono prevalentemente allineati su un asse Nord – Ovest/Sud – Est, come mostrato dall'estratto dal Riferimento 1 nella successiva figura 2.5. L'analisi dei dati anemometrici impiegata in tale studio si è basata sui dati forniti da HR Wallingford [Riferimento 5]. L'orientamento per 326° dell'ormeggio GNL è stato scelto considerando diversi fattori, comprendenti la disponibilità di aree sulla battigia e la necessità di

mantenere i margini di navigazione rispetto all'ormeggio PE, all'accesso alla Base Navale ed alla "rotta di passaggio" principale verso il porto interno.

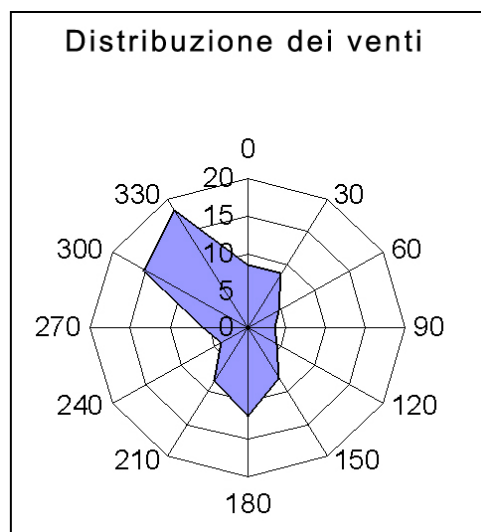


Figura 2.5 Distribuzione dei venti secondo la direzione

Dal momento che il vento può, tuttavia, provenire da qualsiasi direzione, le simulazioni sono state eseguite considerando venti provenienti dalla direzione predominante di 326° e da tre altre direzioni descritte in seguito.

Direzioni del vento considerate	
Direzione	Commento: per valutare l'effetto del vento
326° NO	da prua durante le operazioni di ormeggio
236° SO	dal traverso a sinistra durante le operazioni di ormeggio
056° NO	dal traverso a dritta durante le operazioni di ormeggio
168° SO	da poppa/da poppavia a sinistra durante le operazioni di ormeggio*

* Questa direzione non è l'esatto opposto della direzione del vento prevalente e dell'allineamento del pontile, ma rappresenta l'asse dei venti prevalenti dalla direzione generica sud-orientale.

2.4.3 **Correnti.** Per tutte le simulazioni è stata supposta la presenza, all'imboccatura del porto, di una corrente trasversale di 0,5 nodi in direzione nord-sud, basandosi sul flusso circolatorio generale dell'area [Rif. 6].

2.4.4 **Onde.** Il moto ondoso provoca diversi movimenti verticali (sollevamento, beccheggio e rollio) della nave – che possono tutti ridurre lo spazio libero sotto la chiglia (*UKC – Under Keel Clearance*). Dal momento che i maggiori effetti del moto ondoso saranno sperimentati negli accessi al porto, dove i fondali sono superiori a 25 m, lo spazio libero sotto la chiglia si manterrà sempre su valori sufficienti.

Un precedente rapporto di ELP, relativo agli studi FEED [Rif. 7], richiamava l'attenzione sui dati relativi al moto ondoso all'interno del porto, basandosi sull'analisi di un ulteriore rapporto di HR Wallingford [Rif.8]. Un estratto dal Riferimento 7 è riportato nella tabella seguente.

Periodo di ritorno (Anni)	Altezza significativa delle onde all'ormeggio proposto (Hs in metri)
0.1	0,9 m
1	1,6 m
100	1,8 m
200	1,8 m

Tabella 2.2 – Altezza delle onde nel sito di ormeggio

Come peraltro evidenziato nel Riferimento 7, un'altezza significativa delle onde pari a 1,6 metri non comporta un movimento verticale indotto della nave di 1,6 metri. E' necessario, tuttavia, tenere in debito conto la questione dell'altezza delle onde e dello spazio libero ridotto sotto la chiglia durante il riesame dei risultati delle simulazioni eseguite nel presente studio.

2.4.5 **Marea.** Tutte le prove sono state condotte con altezza di marea pari a zero, ovvero considerando i dati nominali della profondità riportati nella carta BA 1418.

2.5 Programma delle prove

2.5.1 Allo scopo di verificare la sicurezza di navigazione per il nuovo ormeggio GNL e di stabilire i limiti massimi di vento per la manovra delle navi, è stato elaborato un programma di 16 casi/scenari da impiegare nel simulatore. Ciò è illustrato nella sottostante Tabella 2.3.

2.5.2 Tutti gli scenari sono basati su condizioni di vento forte. Si é supposto che, se é possibile navigare in sicurezza in condizioni di vento forte, le navi metaniere potranno operare in sicurezza in condizioni di vento debole.

Caso	Nave	Operazione	Vento	Corrente
1	137.000 m ³ Moss	Arrivo	326° a 30 nodi	Per tutte le prove – in direzione sud–est all’imbocco del porto, a 0,5 nodi. Nessuna all’interno del porto
2	137.000 m ³ Moss	Arrivo	236° a 30 nodi	
3	137.000 m ³ Moss	Arrivo	056° a 30 nodi	
4	137.000 m ³ Moss	Arrivo	168° a 25 nodi	
5	137.000 m ³ Moss	Partenza	326° a 30 nodi	
6	137.000 m ³ Moss	Partenza	236° a 25 nodi	
7	137.000 m ³ Moss	Partenza	056° a 30 nodi	
8	137.000 m ³ Moss	Partenza	168° a 25 nodi	
9	165.000 m ³ Moss	Arrivo	326° a 30 nodi	
10	165.000 m ³ Moss	Arrivo	236° a 30 nodi	
11	165.000 m ³ Moss	Arrivo	056° a 30 nodi	
12	165.000 m ³ Moss	Arrivo	168° a 25 nodi	
13	165.000 m ³ Moss	Partenza	326° a 30 nodi	
14	165.000 m ³ Moss	Partenza	236° a 30 nodi	
15	165.000 m ³ Moss	Partenza	056° a 30 nodi	
16	165.000 m ³ Moss	Partenza	168° a 25 nodi	

Tabella 2.3 – Programma dei casi simulati

2.6 Altre informazioni e presupposti

- 2.6.1 Durante l’esecuzione della simulazione in oggetto, sono stati tenuti in debita considerazione gli altri traffici ed accosti, inclusi il molo PE, il “corridoio navale” ad est dell’ormeggio GNL e la parte centrale del porto usata dalle navi dirette e provenienti dalla zona del porto interno.
- 2.6.2 Il bacino di evoluzione per il terminale GNL non è, in realtà, un bacino di evoluzione definito e dragato come quelli che si trovano in alcuni porti. Il pilota, quindi, è libero di manovrare la nave in qualsiasi parte della zona di acque profonde del porto.

3. RISULTATI DELLA SIMULAZIONE – NAVE METANIERA DA 137.000 m³

3.1 Introduzione

3.1.1 La presente sezione descrive i risultati della simulazione per la nave metaniera da 137.000 m³. Ciascun caso o scenario viene descritto, ed il risultato viene fornito come:

Successo indicante che la simulazione é stata portata a termine senza problemi e che si può prevedere un risultato analogo per una nave metaniera reale di queste dimensioni in tali condizioni.

Marginale indicante che la simulazione é stata portata a termine ma che sono sorte alcune difficoltà. Ciò può essere dovuto alla capacità di trazione combinata dei rimorchiatori simulati che si dimostra appena sufficiente a compensare gli effetti delle forze simulate della nave e del vento.

Fallimento indicante che la simulazione non é stata portata a termine con successo. Anche in questo caso, il motivo può essere un errore dell'operatore durante la simulazione al computer o un altro motivo, ad esempio la forza simulata del vento.

3.1.2 Le prove che danno come risultato “marginale” e “fallimento” aiutano a identificare i limiti di sicurezza per le operazioni rispetto alle condizioni ambientali ed alle capacità delle attrezzature.

3.1.3 Questa sezione dovrebbe essere letta insieme al Volume 2, che mostra i tracciati di rotta per ogni caso e, dove ciò sia appropriato, il grafico della potenza di rimorchio usata.

3.2 Arrivi della nave metaniera da 137.000 m³

Caso	Prove	Nave	Operazione	Vento	Corrente
1	1	137,000 m ³ Moss	Arrivo	326° a 30 nodi	SE 0,5

3.2.1 Risultato del Caso 1 – **successo**.

Caso	Prove	Nave	Operazione	Vento	Corrente
2	2,3,4	137.000 m ³ Moss	Arrivo	236° a 30 nodi	SE 0,5

3.2.2 Risultato del Caso 2 – **marginale**.

3.2.3 Questo caso ha richiesto più di una prova prima di ottenere un successo – le prove 2 e 3 non sono andate a buon fine, ma la prova 4 si è conclusa con un successo. Si é dimostrato evidente come, per ottenere una manovra di rotazione riuscita come quella mostrata nella **prova 4**, siano state necessarie tutte le 4 forze da 50 tonnellate per l'intera simulazione per contrastare il vento di 30 nodi al traverso.

Caso	Prove	Nave	Operazione	Vento	Corrente
3	5	137,000 m ³ Moss	Arrivo	056° a 30 nodi	SE 0,5

3.2.4 Risultato del Caso 3 – **marginale**.

3.2.5 Anche in questo caso, la manovra ha richiesto che tutti e quattro i rimorchiatori spingessero controvento per impedire un'eccessiva deriva a sinistra durante la simulazione.

Caso	Prove	Nave	Operazione	Vento	Corrente
4	6, 7, 8	137.000 m ³ Moss	Arrivo	168° a 25 nodi	SE 0,5

3.2.6 Risultato del Caso 4 – **fallimento**.

3.2.7 La **prova 6** mostra le difficoltà incontrate, che hanno origine dal momento in cui la poppa della nave oltrepassa il vento ed è seguita da una rapida accostata a sinistra o a dritta. Nonostante l'uso, nella simulazione, delle eliche di manovra prodire e dei rimorchiatori, la prova è stata interrotta, quando alla nave è mancato lo spazio per effettuare la manovra.

3.2.8 La ripetizione nella **prova 7** ha avuto ancor meno successo, dal momento che la nave non ha potuto essere tenuta sotto controllo, nonostante nella simulazione siano stati impiegati rimorchiatori a prua ed a poppa, insieme alle eliche di manovra prodire. Quando la prova è stata interrotta, la nave stava cominciando ad accostare a sinistra, anziché a dritta come necessario.

3.2.9 Anche la **prova 8** non ha avuto successo, nonostante nella simulazione siano stati impiegati, insieme alle eliche di manovra prodire, tutti e quattro i rimorchiatori, ciascuno dei quali applicava una forza di rimorchio di 50 tonnellate (vedere tracciato separato).

3.3 Riepilogo degli arrivi per la nave metaniera da 137.000 m³

3.3.1 Le simulazioni con un vento di 30 nodi che soffia lungo il pontile da nord sono risultate le meno rischiose; mentre il vento proveniente da sud, anche quando ridotto a 25 nodi, ha presentato i maggiori rischi ed è improbabile che permetta l'ormeggio, anche facendo uso delle eliche di manovra prodire e di quattro rimorchiatori con capacità di trazione di 50 t.

3.3.2 I venti al traverso, sia a sinistra che a dritta, con velocità di 30 nodi possono essere affrontati restando nei margini di sicurezza.

3.3.3 Nella maggior parte dei casi è stato evidente come, la nave-tipo e le condizioni ambientali simulate abbiano richiesto la capacità totale di rimorchio/spinta di tutti e quattro i rimorchiatori ASD.

3.3.4 Si noti come l'impiego dei quattro rimorchiatori alla loro capacità totale non lasci disponibile alcuna capacità di rimorchio residua. Se un rimorchiatore dovesse subire un'avaria meccanica o la rottura di un cavo di rimorchio, gli altri rimorchiatori potrebbero non essere in grado di trattenere la nave gasiera in sicurezza.

3.4 Partenze della nave metaniera da 137.000 m³

3.4.1 Sono state eseguite due partenze impreviste con la nave da 137.000 m³ all'immersione a carico, per esaminare le occasioni in cui una nave carica può dover lasciare l'ormeggio. Le altre partenze sono state eseguite con l'immersione in zavorra di 9 metri, senza correzioni di assetto.

Caso	Prove	Nave	Operazione	Vento	Corrente
5	9	137.000 m ³ Moss	Partenza Imm.Carico	326° a 30 nodi	SE 0,5
6	10	137.000 m ³ Moss	Partenza Imm.Carico	236° a 25 nodi	SE 0,5

3.4.2 Le conclusioni globali da entrambe le prove sono le stesse derivate dai casi 5 e 6, eseguiti con immersione a nave in zavorra, e sono descritte nei paragrafi seguenti.

Caso	Prove	Nave	Operazione	Vento	Corrente
5	11	137.000 m ³ Moss	Partenza	326° a 30 nodi	SE 0,5

3.4.3 Risultato del caso 5 (a nave carica ed in zavorra) – **successo**.

Caso	Prove	Nave	Operazione	Vento	Corrente
6	12, 13	137.000 m ³ Moss	Partenza	236° a 30 nodi	SE 0,5

3.4.4 Risultato del caso 6 (a nave carica ed in zavorra) – **fallimento**.

3.4.5 Anche se lasciare l'ormeggio è stato facile, la nave simulata non è riuscita ad accostare controvento, anche quando si è ricorso alla tecnica di "accostata di emergenza".

3.4.6 La **prova 13**, è stato un ulteriore tentativo, facente uso di tutti e quattro i rimorchiatori che applicavano la massima capacità di trazione cercando di manovrare la nave. Tutto ciò che si è conseguito è stato una condizione di equilibrio, mentre la nave si spostava verso la diga frangiflutti. La conclusione che se ne trae, quindi, è che è improbabile che il Caso 6 permetta una partenza coronata da successo.

Caso	Prove	Nave	Operazione	Vento	Corrente
7	14, 15	137.000 m ³ Moss	Partenza	056° a 30 nodi	SE 0,5

3.4.7 Risultato del caso 7 – **marginale**.

3.4.8 La **prova 14** è stata un errore dell'operatore.

3.4.9 Nella **prova 15** i quattro rimorchiatori, tutti alla massima potenza, sono stati usati per scostare la nave dall'ormeggio fino ad una distanza adeguata e portarla controvento prima di lasciarla andare. Una volta raggiunto il cerchio di evoluzione, il vento ha aiutato la manovra, che nella simulazione è stata portata a termine con successo, nonostante un'accettabile deriva sottovento, con due rimorchiatori e le eliche di manovra prodire. Le forze di rimorchio impiegate sono illustrate nel tracciato separato, e mostrano un periodo prolungato con trazione pari a 50 t.

Caso	Prove	Nave	Operazione	Vento	Corrente
8	16, 17, 18	137.000 m ³ Moss	Partenza	168° a 25 nodi	SE 0,5

3.4.10 Risultato del caso 8 – **marginale**.

- 3.4.11 La **prova 16** è fallita perché l'accostata è stata conclusa troppo tardi, permettendo il verificarsi, nella simulazione, di un'eccessiva deriva causata dal vento.
- 3.4.12 Ciò è stato corretto nella **prova 17**, iniziando l'accostata molto prima, e la manovra è stata portata a termine impiegando forze di rimorchio relativamente piccole da parte dei rimorchiatori a prua ed a poppa, e trazione di 50 t (vedere tracciato separato). In questa simulazione, tuttavia, il vento ha portato la nave vicino all'estremità della diga frangiflutti durante l'uscita, e quindi non può essere considerata un successo pieno.
- 3.4.13 La **prova 18** è stata una ripetizione in cui la nave è stata manovrata verso sud nel canale dopo l'accostata, per aver maggior spazio libero in uscita.

3.5 Riepilogo delle partenze per la nave metaniera da 137.000 m³

- 3.5.1 Le partenze sono risultate leggermente più facili degli arrivi, dal momento che, aumentando, anziché diminuendo, la velocità della nave durante la manovra, il controllo della nave migliora con il progredire della prova. È stato quindi possibile, in alcune simulazioni, migliorare i risultati nella parte finale della prova, come mostrano le prove 17 e 18.
- 3.5.2 Il controllo, tuttavia, non si è sempre rivelato facile e nelle simulazioni con vento forte al traverso a sinistra della nave ormeggiata si è dimostrato impossibile.

4. RISULTATI DELLA SIMULAZIONE – NAVE METANIERA DA 165.000 M³

4.1 Arrivi della nave metaniera da 165.000 m³

4.1.1 La presente sezione descrive i risultati delle simulazioni per la nave metaniera da 165.000 m³. Sono state usate le stesse descrizioni (successo, marginale o fallimento).

4.1.2 Molte delle prove simulate per la nave da 165.000 m³ sono le stesse eseguite per la nave da 137.000 m³. Sono state usate le tecniche di manovra apprese con la nave più piccola che, nella maggior parte dei casi, si sono rivelate ugualmente valide. La maggior area esposta al vento e la maggior massa della nave più grande, tuttavia, hanno comportato problemi specifici che sono stati affrontati caso per caso.

Caso	Prove	Nave	Operazione	Vento	Corrente
9	19	165.000 m ³ Moss	Arrivo	326° a 30 nodi	SE 0,5

4.1.3 Risultato del Caso 9 – **successo**.

Caso	Prove	Nave	Operazione	Vento	Corrente
10	20, 21	165.000 m ³ Moss	Arrivo	236° a 30 nodi	SE 0,5

4.1.4 Risultato del Caso 10 – **marginale**.

4.1.5 Il risultato insoddisfacente della **prova 20** è stato corretto nella **prova 21**, in cui tutti e quattro i rimorchiatori (tutti impieganti alti valori di forza di trazione pari a 50 t, come mostrato dal tracciato allegato) sono stati usati nella simulazione per fermare la nave dopo l'accostata e bloccarla contro vento.

4.1.6 Una volta sotto controllo, la nave è stata spinta verso il pontile e le forze di rimorchio sono state aumentate in modo da spostarla lentamente verso di questo. Una volta raggiunte le vicinanze del pontile, si è impiegato il motore della nave simulata per correggerne la posizione longitudinale in modo da ottenere un corretto accosto. Durante la prova, le eliche di manovra prodriere sono state impiegate secondo necessità, ed è stato fatto uso prolungato di forze di rimorchio pari a 50 t e più per rimorchiatore.

Caso	Prove	Nave	Operazione	Vento	Corrente
11	22, 23	165.000 m ³ Moss	Arrivo	056° a 30 nodi	SE 0,5

4.1.7 Risultato del Caso 11 – **marginale**.

4.1.8 Durante la **prova 22** l'approccio simulato al cerchio di accostata è stato eseguito a velocità eccessiva, con la nave posizionata troppo a nord al suo ingresso nel cerchio di accostata. Non sarebbe stato possibile arrestarla in tempo, e nella simulazione avrebbe colpito la diga frangiflutti, se la prova non fosse stata interrotta.

4.1.9 La **prova 23** ha avuto miglior esito, ma il risultato della manovra simulata, in queste condizioni, rimane marginale.

Caso	Prova	Nave	Operazione	Vento	Corrente
12	24, 25	165.000m ³ Moss	Arrivo	168° a 25 nodi	SE 0,5

4.1.10 Risultato del Caso 12 – **fallimento**.

4.1.11 Nel precedente Caso 4 si sono avuti problemi dovuti alla poppa della nave che oltrepassava il vento, e lo stesso è accaduto in questa simulazione.

4.1.12 La **prova 24** mostra un esempio in cui, nella simulazione, si è dimostrato impossibile manovrare la nave e tenerla con la poppa al vento.

4.1.13 Nella **prova 25** il problema è stato superato, nella simulazione, usando una maggiore forza di rimorchio al momento giusto (si veda il tracciato separato con elevate forze di rimorchio di 50 t per periodi prolungati) in modo da mantenere un certo controllo durante la manovra di arretramento. Tuttavia, durante la manovra finale di accosto nella simulazione, una valutazione leggermente erronea di una delle forze di rimorchio ha fatto sì che la poppa oltrepassasse il vento ed è risultato impossibile riprendere il controllo. La prova è stata interrotta, con la sensazione netta che per questo tipo di nave tale vento si ponga al di là dei limiti operativi di sicurezza.

4.1.14 È molto probabile che spostando all'indietro, contro un forte vento, una nave con una vasta area esposta al vento, insorgano problemi, a causa della stabilità direzionale intrinsecamente minore durante l'arretramento, come dimostrato dalle simulazioni.

4.2 Riepilogo degli arrivi per la nave metaniera da 165.000 m³

4.2.1 Le simulazioni di arrivo per la nave metaniera da 165.000 m³ sono state simili a quelle sperimentate con la nave da 137.000m³. L'area addizionale esposta al vento è relativamente piccola e le forze di rimorchio necessarie per la nave più grande sono state simili a quelle usate con la controparte più piccola.

4.2.2 La conclusione è che navi di queste dimensioni possono arrivare a Brindisi con vento costante di 30 nodi proveniente dalla maggior parte delle direzioni, eccetto quelle in cui il vento provenga da poppa durante la manovra di arretramento verso l'ormeggio. In tutti i casi, comunque, è evidente che il controllo durante le simulazioni sia stato mantenuto in condizioni al limite di sicurezza o vicino ad esso, e tutti e quattro i rimorchiatori hanno dovuto essere in grado di sviluppare la massima forza di rimorchio nei momenti critici, solitamente quando la nave si muoveva fino alla velocità di 2 nodi.

4.3 Partenze della nave metaniera da 165.000 m³

Caso	Prove	Nave	Operazione	Vento	Corrente
13	26	165.000 m ³ Moss	Partenze	326° a 30 nodi	SE 0,5

4.3.1 Risultato del Caso 13 – **successo**.

Caso	Prove	Nave	Operazione	Vento	Corrente
14	27, 28	165.000 m ³ Moss	Partenze	236° a 30 nodi	SE 0,5

4.3.2 Risultato del Caso 14 – **fallimento**.

4.3.3 Il Caso 14 (prove dalla 27 alla 29) ha risentito, come in precedenza, dell'incapacità di virare contro vento, anche facendo uso dell'intera capacità di tutti e quattro i rimorchiatori nella simulazione.

4.3.4 La **prova 27** mostra la difficoltà nel portare la poppa verso la direzione del vento e di far virare la nave a dritta; la prova è stata interrotta, quando la nave simulata si stava avvicinando alla diga frangiflutti.

4.3.5 Nella **prova 28** è stato fatto un tentativo di far virare la nave a dritta con i propri motori dopo aver allontanato i rimorchiatori. Ciò si è dimostrato impossibile: dopo una breve variazione della prora nella giusta direzione la nave simulata ha iniziato a virare nuovamente seguendo il vento. Le forze di rimorchio continue di 50 t impiegate nella prova 28 sono illustrate in un tracciato separato.

4.3.6 La **prova 29** è stata interrotta e non è contenuta nel Volume 2.

Caso	Prove	Nave	Operazione	Vento	Corrente
15	30	165.000 m ³ Moss	Partenza	056° a 30 nodi	SE 0,5

4.3.7 Risultato del Caso 15 – **successo**.

Caso	Prove	Nave	Operazione	Vento	Corrente
16	31, 32	165.000m ³ Moss	Partenze	168° a 25 nodi	SE 0,5

4.3.8 Risultato del Caso 16 – **marginale**.

4.3.9 La **prova 31** non ha avuto esito positivo principalmente perché nella simulazione il rimorchiatore di prua, impegnato ad aiutare la virata a dritta nel cerchio di accostata, è stato allontanato troppo presto, e la nave non è stata in grado di completare il cambiamento di direzione richiesto prima che il vento la spingesse verso la diga.

4.3.10 Ciò è stato corretto nella **prova 32**, iniziando prima la virata a dritta e tenendo il rimorchiatore di prua più a lungo. Le forze di rimorchio impiegate nella simulazione sono illustrate nel tracciato separato e si può osservare che la posizione prodiera del rimorchiatore è stata preferita perché la velocità laterale indotta dalla forza di rimorchio si oppone alla deriva verso la diga causata dal vento.

4.4 Riepilogo delle partenze per la nave metaniera da 165.000 m³

4.4.1 Come per la nave da 137.000 m³, le partenze sono state più facili degli arrivi, poiché la nave deve aumentare, anziché diminuire, la velocità durante la manovra. È stato quindi possibile, in alcune occasioni, migliorare i risultati nella parte finale della prova. Il controllo, tuttavia, non si è sempre rivelato facile e nelle simulazioni con vento forte al traverso a sinistra della nave ormeggiata si è dimostrato impossibile.

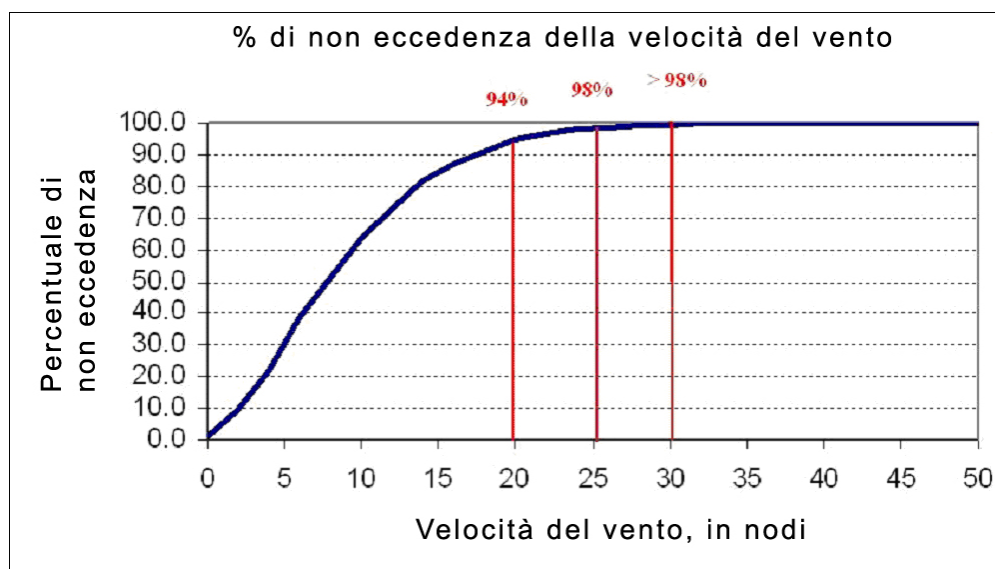
5. LIMITI E DISPONIBILITÀ DELL'ORMEGGIO

5.1 Limitazioni dovute al vento

5.1.1 Le limitazioni dovute al vento per le operazioni di ormeggio e disormeggio, per navi gasiere non dotate di eliche di manovra prodriere ed assistite da quattro rimorchiatori con capacità di trazione alla bitta di 50 t, dovrebbero essere quelle indicate in tabella. Essi si basano su una valutazione prudentiale degli esiti delle prove simulate.

Direzione del Vento $\pm 45^\circ$	Ormeggio N° 2 (Est)	
	Arrivi	Partenze
NO 326°	25 nodi	25 nodi
SO 236°	25 nodi	25 nodi
NE 056°	25 nodi	25 nodi
SE 168°	20 nodi	20 nodi

5.1.2 Ciò significa una disponibilità dell'ormeggio pari a circa il 94% per il limite dei 20 nodi ed al 98% per il limite dei 25 nodi. Tali percentuali di disponibilità si basano sulle cifre relative ad un intero anno e non considerano che in molti casi di presenza di vento forte non vi saranno navi gasiere in arrivo o partenza e ciò comporterà un più elevato valore di disponibilità.



5.1.3 Se la potenza dei rimorchiatori viene aumentata a 75 tonnellate, si presume che i limiti per l'ormeggio dovuti al vento possano essere aumentati fino a:

Direzione del Vento $\pm 45^\circ$	Ormeggio N° 2 (Est)	
	Arrivi	Partenze
NO 326°	30 nodi	30 nodi
SO 236°	30 nodi	25 nodi
NE 056°	30 nodi	30 nodi
SE 168°	25 nodi	25 nodi

5.1.4 Ciò significherebbe una disponibilità dell'ormeggio pari al 98% con venti di 25 nodi e del 99% con venti di 30 nodi. Anche in questo caso la disponibilità sarà più alta considerando la coincidenza tra venti sfavorevoli e necessità di ormeggio o partenza di navi gasiere.

5.1.5 Le prove per tutte le simulazioni sono riepilogate nella seguente tabella:

Riepilogo di tutte le prove con esito di Successo, Marginale e Fallimento nelle condizioni di vento massimo						
Condizioni del vento		Nave metaniera da 137.000m3		Nave metaniera da 165.000m3		Esito
Direzione Gradi	Velocità Nodi	Arrivo	Partenza	Arrivo	Partenza	
326°	30 nodi	Nessuno	Nessuno	Nessuno	Nessuno	Failimento
326°	30 nodi	1	11	19	26	Successo o Marginale
236°	30 nodi	Nessuno	12,13	Nessuno	27, 28	Failimento
236°	30 nodi	2, 3, 4	-	20, 21	-	Successo o Marginale
056°	30 nodi	Nessuno	Nessuno	Nessuno	Nessuno	Failimento
056°	30 nodi	5	14, 15	22, 23	30	Successo o Marginale
168°	25nodi	6,7,8	Nessuno	24, 25	Nessuno	Failimento
168°	25nodi	-	16, 17, 18	-	31, 32	Successo o Marginale

Note:
Sono state condotte ulteriori prove, come mostrato in seguito, tutte con esito Successo o Marginale
Prove 9 e 10 - Partenze di una nave da 137.000m3 *carica* con vento massimo (partenze di emergenza)

5.1.6 Dalle simulazioni si possono trarre le seguenti conclusioni:

- Nella maggior parte dei casi simulati, il risultato è stato **successo o marginale**.
- Nelle condizioni in cui l'esito è stato **marginale**, si può ottenere un **successo** aumentando la potenza dei rimorchiatori da 50t a 75t per rimorchiatore.
- Le condizioni descritte come **fallimenti** possono anch'esse diventare successi impiegando rimorchiatori più grandi. Alcune delle condizioni descritte come fallimenti possono, anche impiegando rimorchiatori più grandi, richiedere una revisione verso il basso dei limiti.

5.2 Potenza dei Rimorchiatori, Disponibilità dell'ormeggio e Limiti dovuti al vento

5.2.1 Alcune navi metaniere possono non essere dotate di eliche di manovra prodiera ed è più sicuro evitare operazioni di rimorchio in cui alcuni o tutti i rimorchiatori devono sviluppare la piena capacità di trazione alla bitta per periodi prolungati per mantenere il controllo della nave. Le opzioni per mitigare tali circostanze comprendono:

- ridurre la massima velocità del vento per cui il terminale permette di condurre le manovre delle navi,
- aumentare la potenza di rimorchio disponibile,

- c) fornire uno o più rimorchiatori extra pronti ad intervenire,
- d) una qualche combinazione delle opzioni precedenti.

6. RIMORCHIO

6.1 Introduzione – Fattori da considerare

6.1.1 Le navi metaniere, i terminali marittimi ed i carichi sono elementi di grande valore. La continuità delle forniture ai mercati del gas è un impegno importante. Ciò significa che dei servizi di rimorchio affidabili ed efficaci costituiscono una parte molto importante nella pianificazione di un nuovo terminale.

6.1.2 Ciascun porto e terminale avrà una serie di caratteristiche differenti da considerare, comprendenti:

- Posizione del punto di incontro con i rimorchiatori.
- Distanza fino all'area di ormeggio.
- Condizioni meteorologiche nel punto in cui la nave viene presa a rimorchio.
- Venti e correnti nell'area in cui è richiesto il rimorchio.
- Limiti all'ormeggio accettabili dal terminale e dall'autorità portuale ospite.
- Dimensioni delle navi metaniere e tipo di serbatoi.
- Disposizioni per le riserve al terminale.
- Compiti addizionali quali trasbordo del pilota, antincendio ed anti-inquinamento.
- Se i rimorchiatori sono dedicati al terminale GNL o condivisi con altri utilizzatori del porto.
- Qualsiasi combinazione dei fattori sopraelencati.

6.1.3 La definizione di una flotta ottimale di rimorchiatori per una determinata operazione è un'attività ragionevolmente semplice che comporta la sperimentazione di diverse opzioni su un Full Mission Simulator (per un esempio, si veda www.marin.nl).

6.1.4 I fattori sopraelencati sono tutti presi in considerazione, ed alcuni sono ulteriormente analizzati in seguito.

6.2 Capacità di trazione alla bitta

6.2.1 Una misura chiave dell'efficacia di un rimorchiatore é la sua capacità di trazione statica alla bitta ($BP = Bollard Pull$).

6.2.2 Il riferimento 9 fornisce una raccomandazione generica, secondo al quale per una nave metaniera da 135.000 m³ è necessaria un'assegnazione da 120 a 140 tonnellate, fornite da 3 o 4 rimorchiatori con una capacità da 40 t a 50 t ciascuno.

6.2.3 Nelle simulazioni descritte nel presente studio è stata necessaria l'intera capacità di 50 t. In pratica, l'operatore dovrebbe specificare i rimorchiatori e la massima velocità del vento

operativa per il terminale in modo da fornire un livello residuo di potenza per arrestare il moto della nave in caso di errori del pilota o avarie ai sistemi di propulsione. Lo scopo delle presenti simulazioni è quello di fornire una guida iniziale per tali specifiche.

6.2.4 La figura 6.1 mostra i requisiti, in termini di capacità di trazione alla bitta, per una nave metaniera da 137.000 m³ in un intervallo di velocità del vento ma con correnti nulle (condizioni simili alle più rappresentative dell'area di manovra nel porto di Brindisi).

6.2.5 È derivato dalle ricerche pubblicate nel Riferimento 10. Supponendo un limite per l'ormeggio di 30 nodi (la raccomandazione fornita nel Riferimento 1), si può notare come il requisito di capacità di trazione alla bitta sia di 150 t. È necessario tuttavia osservare che:

- a) tali curve di capacità di trazione alla bitta non sono direttamente derivate dal presente studio di simulazione (sono derivate dal Riferimento 10) e che
- b) le raccomandazioni sulla capacità di trazione alla bitta nel presente rapporto non sono estrapolate da tali curve. Le simulazioni specifiche per località hanno mostrato la necessità di una maggiore capacità di trazione alla bitta per la sicurezza delle operazioni.

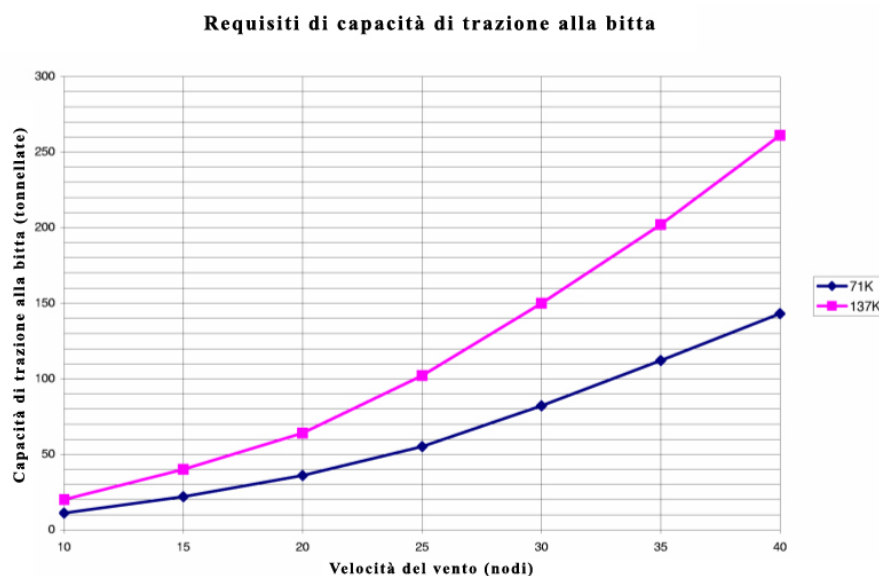


Figura 6.1 – Requisiti di Capacità di trazione alla bitta per diverse Velocità del vento

6.2.6 L'elemento successivo nella definizione di una flotta di rimorchiatori è relativo al numero dei rimorchiatori stessi. Per consentire la massima flessibilità, è meglio evitare grandi disparità nelle dimensioni dei rimorchiatori e quindi, nell'esempio precedente, il requisito per 150 tonnellate di capacità di trazione sarebbe soddisfatto meglio da 4 rimorchiatori da 37,5 tonnellate piuttosto che da 2 da 50 tonnellate e 2 da 25 tonnellate.

6.3 Tipi di rimorchiatori

6.3.1 Tipo azimutale (ASD) o "Z Peller"

Le caratteristiche chiave sono:

- Il rimorchio viene eseguito dall'estremità prodiera del rimorchiatore, impiegando un cavo da rimorchio su un potente verricello prodiero
- Le unità propulsive sono poste a poppa. Sono costituite da due eliche a passo variabile, ciascuna contenuta all'interno di un ugello o condotto che può essere ruotato per dirigere la spinta in qualsiasi direzione.
- La sovrastruttura ed i parabordi del rimorchiatore sono configurati in modo da permettere al rimorchiatore di operare a distanza ravvicinata dalla nave rimorchiata, molto spesso in modalità “push – pull”.

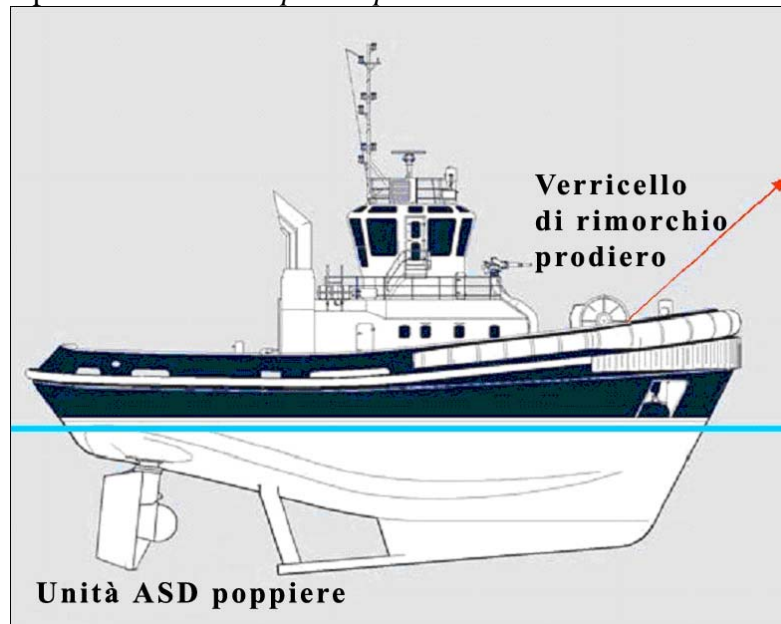


Figura 6.2 – Profilo di un rimorchiatore azimutale (ASD)

6.3.2 Tipo Voith – Schneider.

Le caratteristiche chiave sono:

- Il rimorchio viene eseguito dalla poppa del rimorchiatore, impiegando un cavo da rimorchio su un potente verricello montato sul ponte
- Le unità propulsive sono poste all'estremità prodiera. Comprendono un particolare sistema di pale montate verticalmente; il passo di ciascuna pala viene variato in relazione alla circonferenza prescritta. L'effetto idrodinamico conseguente è la capacità di spingere l'acqua in qualsiasi direzione, che permette al rimorchiatore di eseguire un servizio di rimorchio effettivo qualunque sia l'angolo relativo del cavo di rimorchio.
- La sovrastruttura ed i parabordi del rimorchiatore sono configurati in modo da permettere al rimorchiatore di operare a distanza ravvicinata dalla nave rimorchiata, molto spesso in modalità “push – pull”.

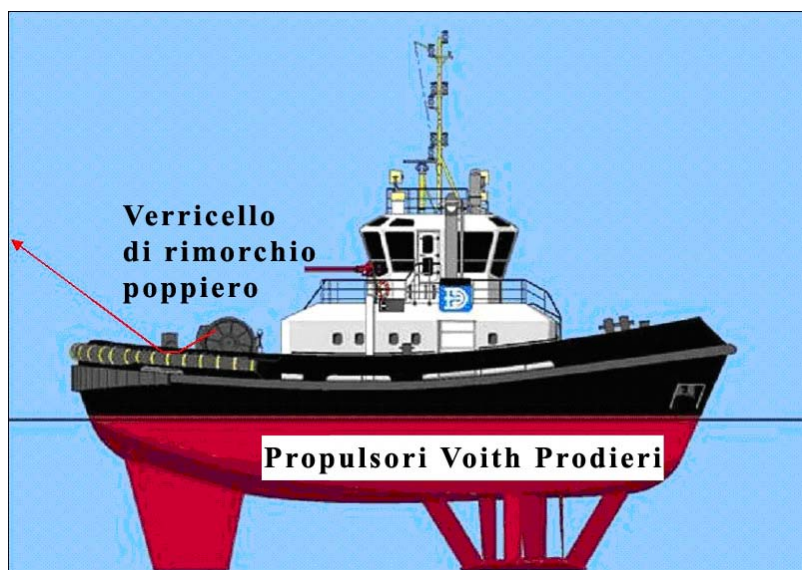


Figura 6.3 – Profilo di un rimorchiatore Voith – Schneider

6.4 Metodi di rimorchio

6.4.1 A Brindisi, non ci sono lunghi canali di accesso al porto con anse da affrontare, quindi il miglior modo in cui la nave può entrare in porto è navigare liberamente con i propri mezzi, ma con i rimorchiatori in attesa, pronti a rispondere rapidamente se necessario.

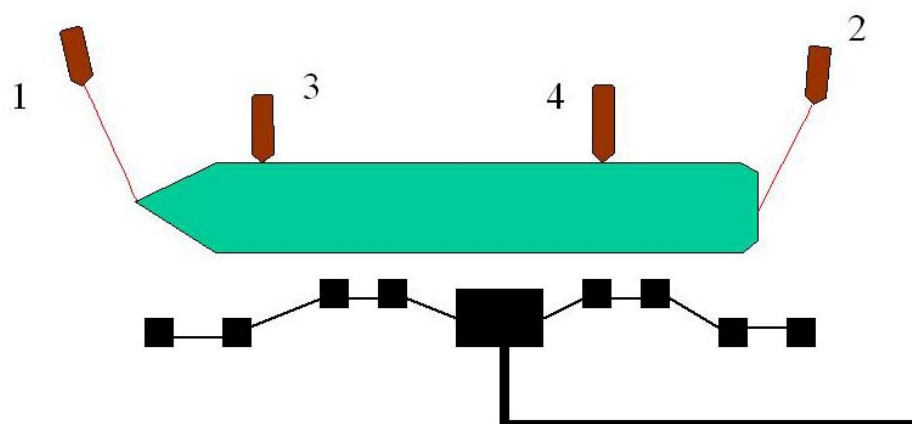
6.4.2 Anche se lo spiegamento ottimale dovrà essere elaborato con la consulenza dell'operatore dei rimorchiatori e dei piloti, è probabile che a Brindisi il metodo della scorta passiva si dimostri il più efficace. Supponendo uno spiegamento di 4 rimorchiatori (il numero tipico per le grandi navi metaniere) sarebbe appropriato l'uso delle seguenti procedure di rimorchio:

- Tutti e 4 i rimorchiatori si incontrano con la nave nella posizione concordata fuori dal porto ed assumono le rispettive posizioni – un rimorchiatore a prua, uno a poppa e due sulla dritta (il lato verso il mare aperto, a nave ormeggiata). In questa fase, nessun rimorchiatore è collegato alla nave.
- Procedendo verso l'interno, i cavi vengono fissati, ma tenuti allentati. I rimorchiatori N° 3 e 4 sono collegati con cavi corti e si dispongono lungo la murata della nave metaniera, pronti ad operare in modalità “*push-pull*”.



- Una volta all'interno del porto ed in avvicinamento all'area di manovra, il rimorchiatore 2 agisce come rimorchiatore freno (come un'ancora galleggiante) mentre gli altri mantengono il controllo direzionale secondo necessità.
- Durante l'accostata a dritta nell'area apposita, i rimorchiatori 1 e 3 trainano la prua verso dritta. Il rimorchiatore 2 traina la poppa verso sinistra ed il rimorchiatore 4 spinge la poppa verso sinistra.

- Durante l'avvicinamento all'ormeggio, i rimorchiatori 3 e 4 spingono la nave verso l'ormeggio, mentre i rimorchiatori 1 e 2 si tengono pronti, con cavi più lunghi, a contrastare un'eventuale eccessiva velocità di avvicinamento all'ormeggio.



6.5 Specifiche dei rimorchiatori

- 6.5.1 Dati i requisiti operativi sopraelencati, e previa valutazione appropriatamente esaminata ed elaborata dei requisiti di rimorchio, la seguente tabella delinea una specifica preliminare per la flotta di rimorchiatori per navi metaniere a Brindisi.

Caratteristica	Requisito
6.5.2 Capacità di trazione alla bitta totale	200 tonnellate (fino a 300 t a seconda del limite operativo meteorologico prescelto –vedi sezione 5)
6.5.3 Numero di rimorchiatori	4
Capacità di trazione alla bitta del singolo rimorchiatore	50 tonnellate (fino a 75 t a seconda del limite operativo meteorologico prescelto – vedi sezione 5)
Tipo	Azimutale (ASD) o Voith – Schneider
Tipo di combustibile	Gasolio marino / nafta marina
Capacità di combustibile	da 70 a 90 tonnellate
Rimorchio Attrezzature	Verricello a doppio tamburo (Braatvag o similare) capace di alloggiare circa 200 metri di cavo Superline o HMPE (con sezione di coda di 30 metri). Azionabile dalla timoniera e localmente.
Ausiliarie	La specifica Fi Fi 1 non è sempre necessaria, ma può essere un utile

	mezzo per assicurare l'autorità portuale ospite e dovrebbe essere presa in seria considerazione
Equipaggio	<ul style="list-style-type: none"> • Da determinare a seconda del livello di attività del terminale GNL e dell'impiego per il rimorchio di altre navi oltre alle metaniere. • Supponendo l'esistenza di un intenso traffico di navi metaniere, i rimorchiatori dovranno essere continuamente presenziati, il che comporta l'impiego di due equipaggi che lavoreranno (per esempio) per 2 settimane, seguite da 2 settimane di riposo. • La maggior parte dei porti europei utilizzano equipaggi di tre uomini, ma potrebbero esistere pratiche lavorative locali che rendano difficile ottenere ciò a Brindisi (si possono prevedere equipaggi più numerosi.)

6.6 Contratti di rimorchio

6.6.1 I rimorchiatori possono provenire da due fonti:

- a) **Secondo necessità** Noleggio secondo necessità (*as required*) da un adeguato fornitore locale, che fornisce servizi anche ad altri utenti del porto
- b) **Specifici per il Terminale** Istituzione di un servizio di rimorchio specifico per il terminale, in cui i rimorchiatori sono sempre sotto il completo controllo operativo del Terminale GNL.

6.6.2 Data l'importanza per la filiera di servizi di rimorchio affidabili ed idonei allo scopo, è più frequente, per i terminali GNL, richiedere qualche forma di servizio specifico per il terminale (opzione b). Per i terminali GNL, non è desiderabile essere costretti a vedere le proprie navi attendere mentre i rimorchiatori assistono altre navi nel porto.

6.6.3 Esistono diversi modelli per la realizzazione dell'opzione b). Solitamente, il terminale non acquista e gestisce i rimorchiatori, e non agisce come fornitore di servizi di rimorchio – non è la loro area di competenza.

6.6.4 È molto più diffuso, invece, stipulare un contratto con un fornitore adeguatamente qualificato ed esperto per il rimorchio ed eventualmente per altri “servizi di banchina” quali l'ormeggio e la manovra dei cavi delle navi metaniere ed il controllo e la manutenzione del posto di ormeggio. In alcuni terminali in aree remote, i “servizi di banchina” possono anche comprendere il pilotaggio, la manutenzione delle boe ed il dragaggio, ma dal momento che Brindisi dispone già di tali servizi *in loco*, ciò non sarà necessario.

6.6.5 Allo scopo di definire le responsabilità durante le operazioni di rimorchio, solitamente il contratto di rimorchio viene stipulato tra l'operatore dei rimorchiatori e la nave che viene rimorchiata, indipendentemente da come viene pagato il servizio. Sono disponibili una serie di contratti standard tra l'operatore dei rimorchiatori e l'armatore, ma la maggior parte sono basati sulle Condizioni Standard per il Rimorchio ed altri Servizi del Regno Unito (*UK Standard Condition For Towage and Other Services*) del 1996 (come emendate).

6.6.6 Per avviare una procedura di approvvigionamento, è necessario:

- a) Definire il livello di traffico (numero di navi per anno).
- b) Definire il livello di disponibilità del servizio richiesto.
- c) Definire una specifica di massima dei rimorchiatori richiesti (dimensioni, tipo, numero).
- d) Definire i criteri per lo svolgimento del servizio.
- e) Definire il meccanismo per finanziare il servizio.
- f) Emettere un bando di gara rivolto agli operatori appropriati.
- g) Esaminare le offerte usando criteri di valutazione prestabiliti.
- h) Scegliere l'operatore.
- i) Emettere il contratto e supervisionare il servizio durante le operazioni.

6.6.7 Per quanto riguarda il precedente punto e), ci saranno due possibilità generiche:

- A Il contratto di noleggio della nave metaniera richiederà che la nave metaniera utilizzi e paghi per i servizi del fornitore del rimorchio designato dal terminale, con il costo per rimorchiatore concordato tra il terminale e l'operatore dei rimorchiatori.

L'operatore della nave metaniera includerà tale costo nella propria tariffa di noleggio, quindi lo speditore del gas paga comunque per il rimorchio.

Nel corso dell'anno, i ricavi ottenuti dall'operatore del rimorchio coprono i suoi costi e forniscono un ragionevole margine di guadagno. Se l'attività di rimorchio è scarsa, il terminal deve pagare l'operatore del rimorchio per compensare i suoi mancati ricavi.

- B Il contratto di noleggio della nave metaniera richiederà che la nave metaniera utilizzi i servizi del fornitore del rimorchio designato dal terminale. Anche se non vi sarà alcun pagamento da parte dell'armatore della nave metaniera all'operatore dei rimorchiatori, il contratto di rimorchio continuerà ad essere stipulato tra l'armatore della nave e l'armatore dei rimorchiatori.

La fornitura dei servizi di rimorchio da parte del terminale si ripercuoterà sulla tariffa di noleggio della nave metaniera.

Il compenso annuale per i servizi di rimorchio pagato dal terminale sarà basato su una formula che combinerà il numero di azioni di rimorchio e le trattenute.

6.6.8 In entrambi i casi, il terminale assume l'impegno di garantire l'affidabilità e l'adeguatezza del servizio.

Riferimenti

- 1 Rapporto ELP-57097-55137-1103-Rev 0 in data 15 Giugno 2003.
- 2 Proposta ELP a BLNG P55366 in data 15 Giugno 2006.
- 3 Carta del rilevamento Fugro Rif. 213/476/03. Date dei rilievi dal 3 al 16 Luglio 2003. Carta 4 di 11 Edizione 2 in data 3 Settembre 2003.
- 4 Carta dell’Ammiragliato britannico N° 1414 (Ufficio Idrografico del Regno Unito).
- 5 Rapporto “Brindisi LNG – Extreme Winds and Wave Persistence Report” (“*Brindisi LNG – Rapporto sui valori massimi del vento e sulla persistenza delle onde*”) Riferimento EX 4856 Rev 1.0. HR Wallingford. Agosto 2003.
- 6 Mediterranean Pilot Book (*Portolano del Mediterraneo*), Volume 3. NP 47 (Ufficio Idrografico del Regno Unito).
- 7 Rapporto ELP-57137-55137-1203-Rev 1 in data 17 Dicembre 2003;
- 8 Rapporto “Brindisi LNG – Marine Considerations” (“*Brindisi LNG – Considerazioni marittime*”) Riferimento EX 4795. HR Wallingford. Giugno 2003
- 9 SIGTTO Working Paper 14 “Site Selection and Design for LNG Ports and Jetties” (“*Scelta dei siti e Progettazione per Porti e Pontili per GNL*”) (1997).
- 10 The Use of Tugs For Manoeuvring Large Vessels in Ports (*Uso dei rimorchiatori per la manovra di navi di grandi dimensioni nei porti*). National Ports Council/General Council of British Shipping/Department of Industry. 1977.
- 11 Studi di modellazione per indagini marittime, rapporto EX 4795 HR, Giugno 2003
- 12 British Admiralty Pilot Book NP 47 (*Portolano dell’Ammiragliato Britannico NP47*), 10^a Edizione, 1988.
- 13 Brindisi LNG Import Terminal Berth Availability (*Disponibilità dell’ormeggio presso il terminale per l’importazione di Brindisi LNG*), ELP-55137-1203-57095 rev 2
- 14 Fairplay Encyclopaedia of World Shipping (Edizione Ottobre 2007).
- 15 C Thoresen “Port Design Guidelines and Recommendations” (“*Linee guida e raccomandazioni per la progettazione di porti*”)

1st Floor, Friars Bridge Court, 41-45 Blackfriars Road, London SE1 8NZ
Telefono: 020 7922 8950, Fax: 020 7922 8901

E-mail: elp@elpmarine.com Website: www.elpmarine.com

BLNG

Simulazione di Manovra di Navi

Relazione Finale Volume 2

Relazione No: ELP-57210-1107-55265- Rev 2

Contratto Ref BLNG – SER – 003

Brindisi LNG
Gas Naturale Liquefatto



DETTAGLIO DEI DOCUMENTI E REGISTRAZIONE DEI RISULTATI					
AUTORE: Tom Drennan					
Revisione	Data	Dettagli	Autore	Controllato	Approvato
0	20 oct. 2006	Relazione della Bozza – Emessa per Commenti	CSC	TCL	CSC
1	31 genn. 2007	Relazione Finale – Rilasciata al Cliente	TMD	DJF	TMD
2	30 nov. 2007	Revisione della Relazione Finale – Rilasciata al Cliente	TMD	CSC	TMD

Comprende la descrizione di ogni caso o scenario e i relativi risultati, che vengono indicati quali:

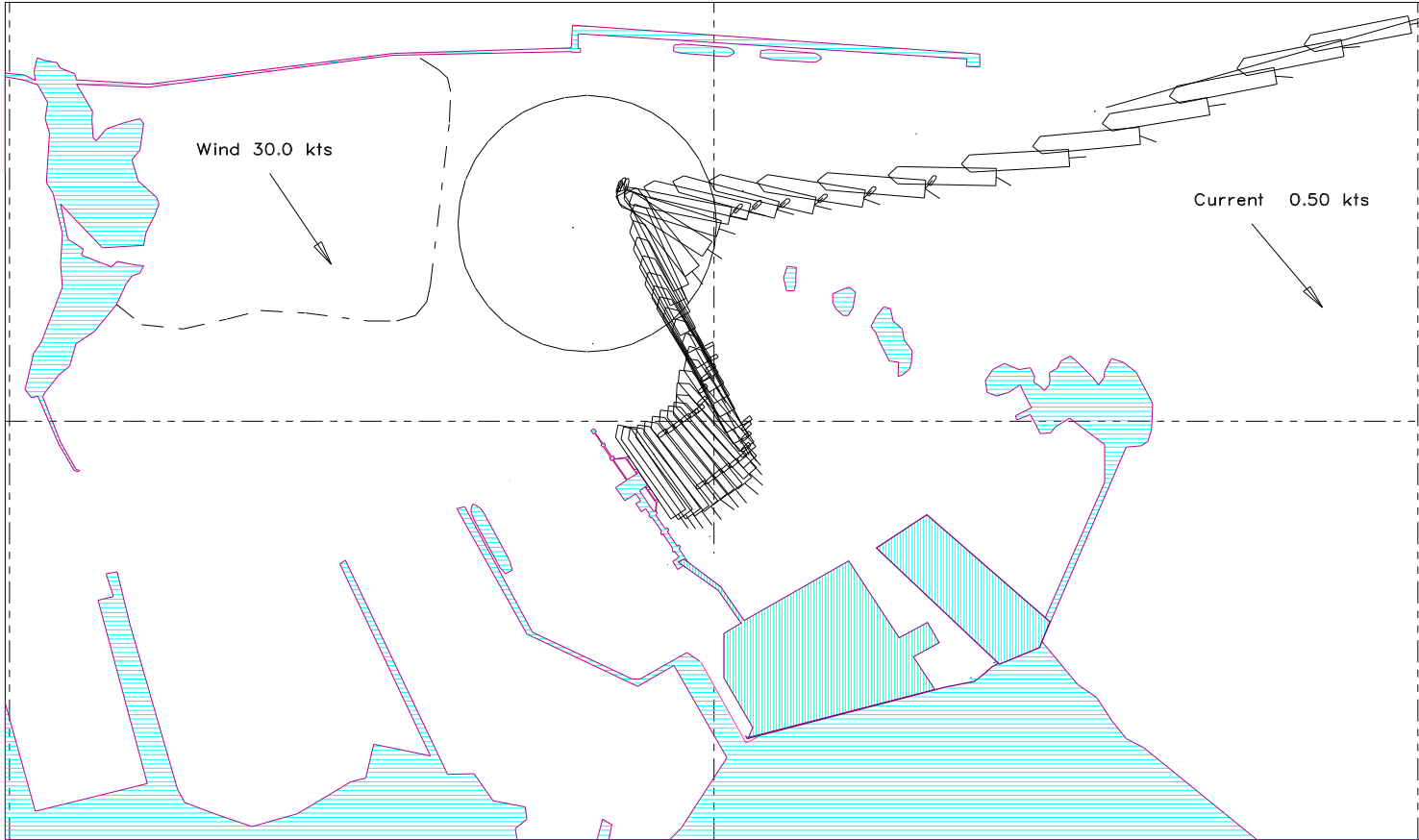
- Successo** ciò significa che la simulazione é stata completata senza alcun problema e che si può prevedere un risultato simile con una nave cisterna delle stesse dimensioni e nelle stesse condizioni
- Incerto** ciò significa che la simulazione è stata completata ma ha presentato alcune difficoltà. Questo può essere dovuto ad un errore da parte dell'operatore nel corso della simulazione al computer o per motivi quali l'intensità del vento
- Fallito** ciò significa che la simulazione non è riuscita. Anche in questo caso ciò può essere dovuto ad un errore da parte dell'operatore nel corso della simulazione al computer o per motivi quali l'intensità del vento.

Sommario di tutte le prove con esito di successo, incerto e fallito eseguite in condizioni di vento estreme						
Condizioni di vento		Nave cisterna per LNG da 137.000m3		Nave cisterna per LNG da 165.000m3		Esito
Direzione in gradi	Velocità in nodi	Arrivo	Partenza	Arrivo	Partenza	
326°	30 nodi	-	-	-	-	
326°	30 nodi	1	11	19	26	Successo o Incerto
236°	30 nodi	-	12,13	-	27,28	Fallito
236°	30 nodi	2,3,4	-	20,21	-	Successo o Incerto
056°	30 nodi	-	-	-	-	Fallito
056°	30 nodi	5	14,15	22,23	30	Successo o Incerto
168°	25 nodi	6,7,8	-	24,25	-	Fallito
168°	25 nodi	-	16,17,18	-	31,32	Successo o Incerto

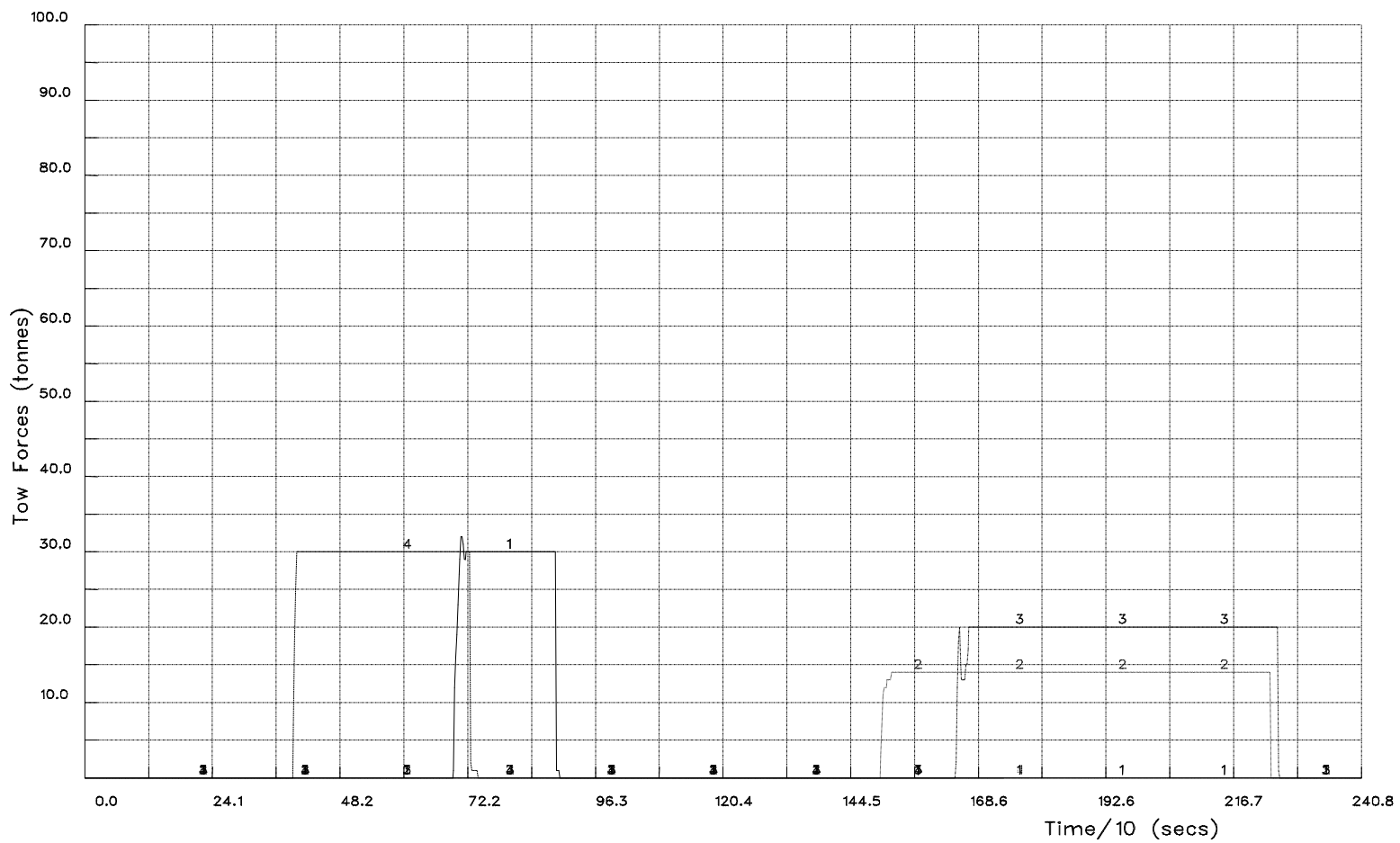
Note: Sono state effettuate ulteriori prove, come illustrato sotto. Tutte queste prove hanno dato esito di successo o incerto.
 Prove 9 e 10 – Partenza di nave da 137.000m3 *carica* in condizioni estreme di vento (partenza di emergenza).

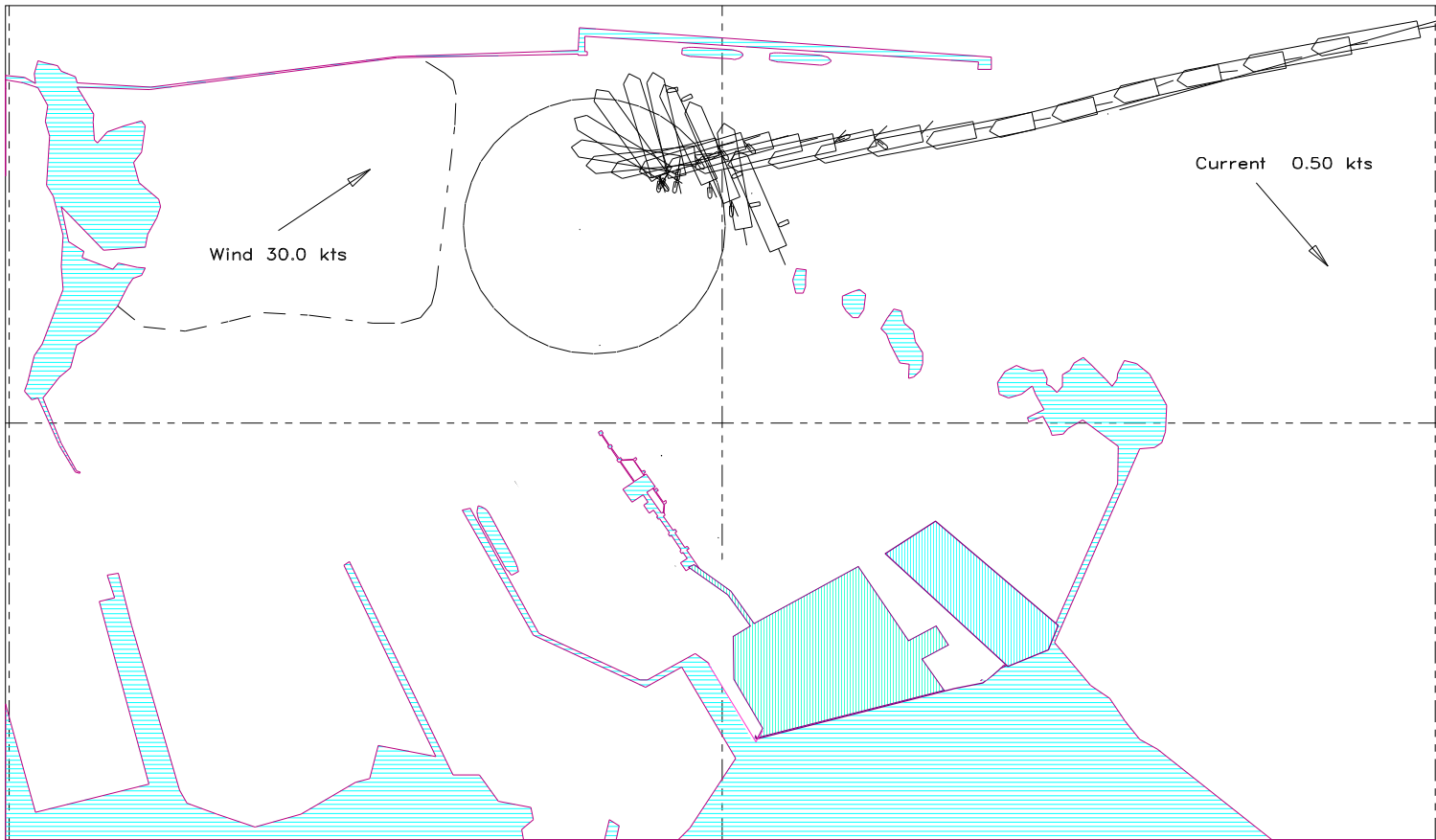
APPENDICE 1 – DIADRAMMI DEL SIMULATORE

Caso	Nave	Operazione	Vento	Corrente
1	Moss da 137.000m ³	Arrivo	326° a 30 nodi	Per tutte le prove – vento di 0,5 nodi da sud-est trasversale rispetto all'ingresso al porto. Assenza di vento all'interno del porto
2	Moss da 137.000m ³	Arrivo	236° a 30 nodi	
3	Moss da 137.000m ³	Arrivo	056° a 30 nodi	
4	Moss da 137.000m ³	Arrivo	168° a 25 nodi	
5	Moss da 137.000m ³	Partenze	326° a 30 nodi	
6	Moss da 137.000m ³	Partenze	236° a 25 nodi	
7	Moss da 137.000m ³	Partenze	056° a 30 nodi	
8	Moss da 137.000m ³	Partenze	168° a 25 nodi	
9	Moss da 165.000m ³	Arrivo	326° a 30 nodi	
10	Moss da 165.000m ³	Arrivo	236° a 30 nodi	
11	Moss da 165.000m ³	Arrivo	056° a 30 nodi	
12	Moss da 165.000m ³	Arrivo	168° a 25 nodi	
13	Moss da 165.000m ³	Partenze	326° a 30 nodi	
14	Moss da 165.000m ³	Partenze	236° a 30 nodi	
15	Moss da 165.000m ³	Partenze	056° a 30 nodi	
16	Moss da 165.000m ³	Partenze	168° a 25 nodi	

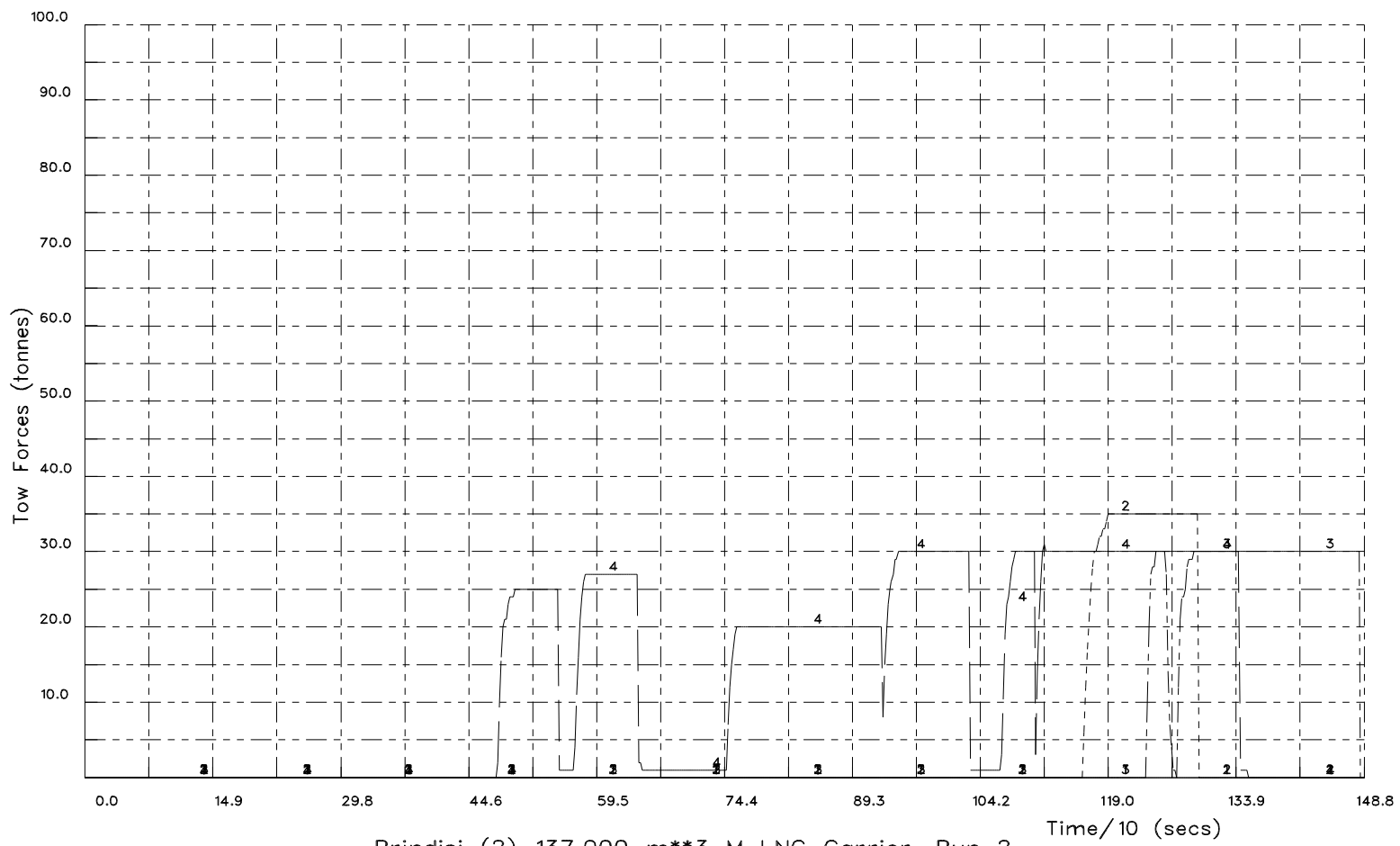


Brindisi (2) 137,000 m**3 M LNG Carrier. Run 1

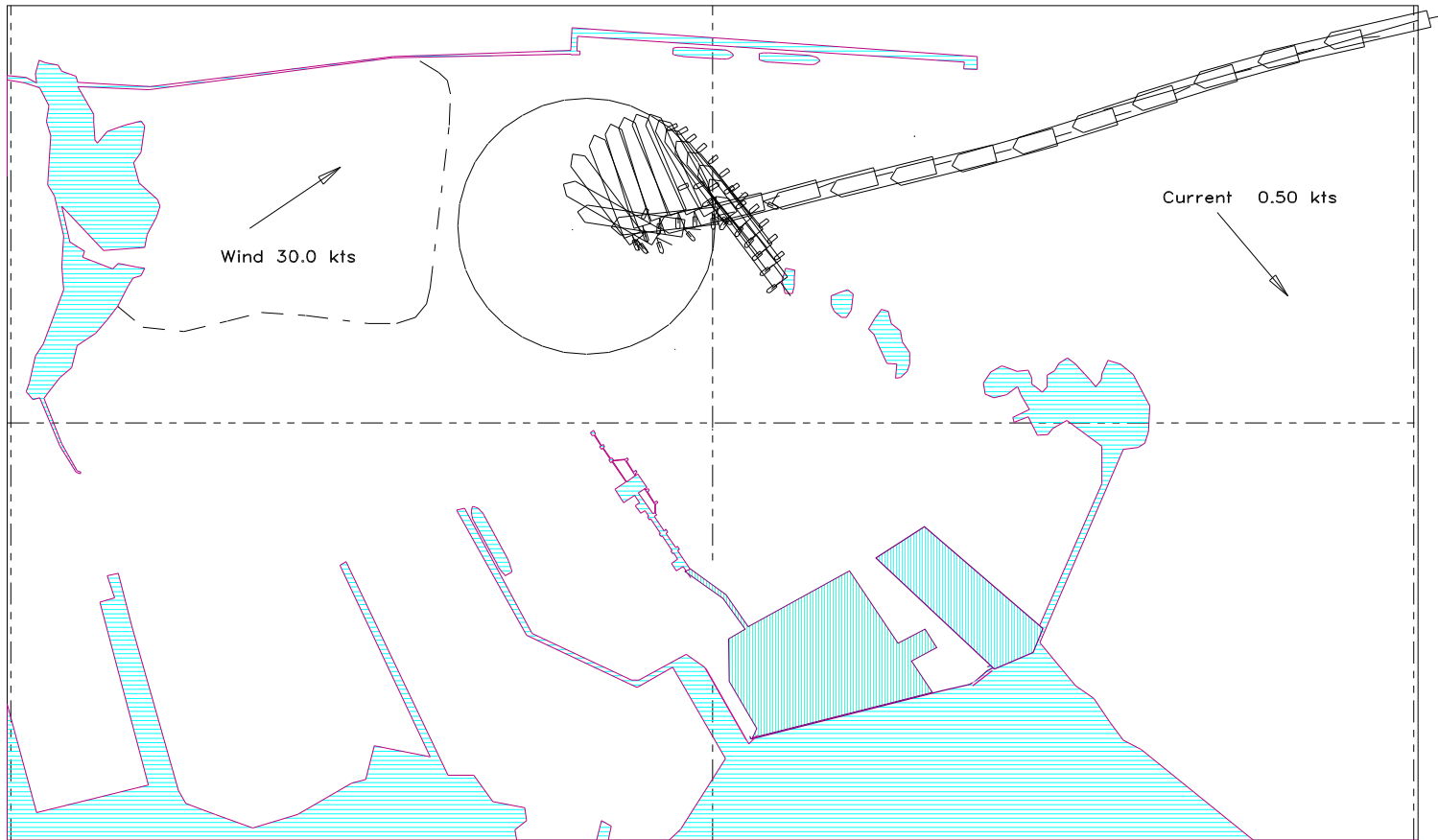




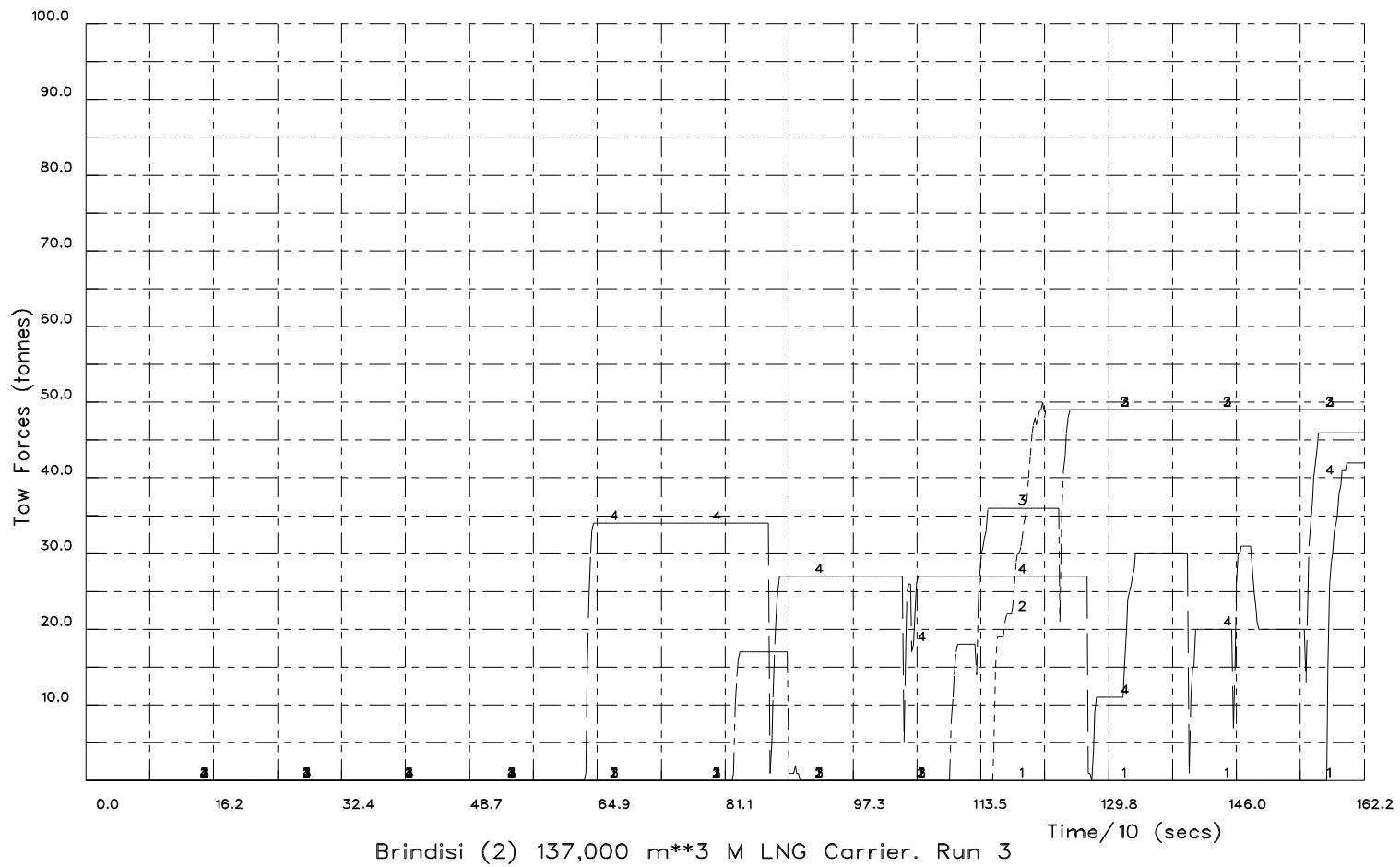
Brindisi (2) 137,000 m**3 M LNG Carrier. Run 2

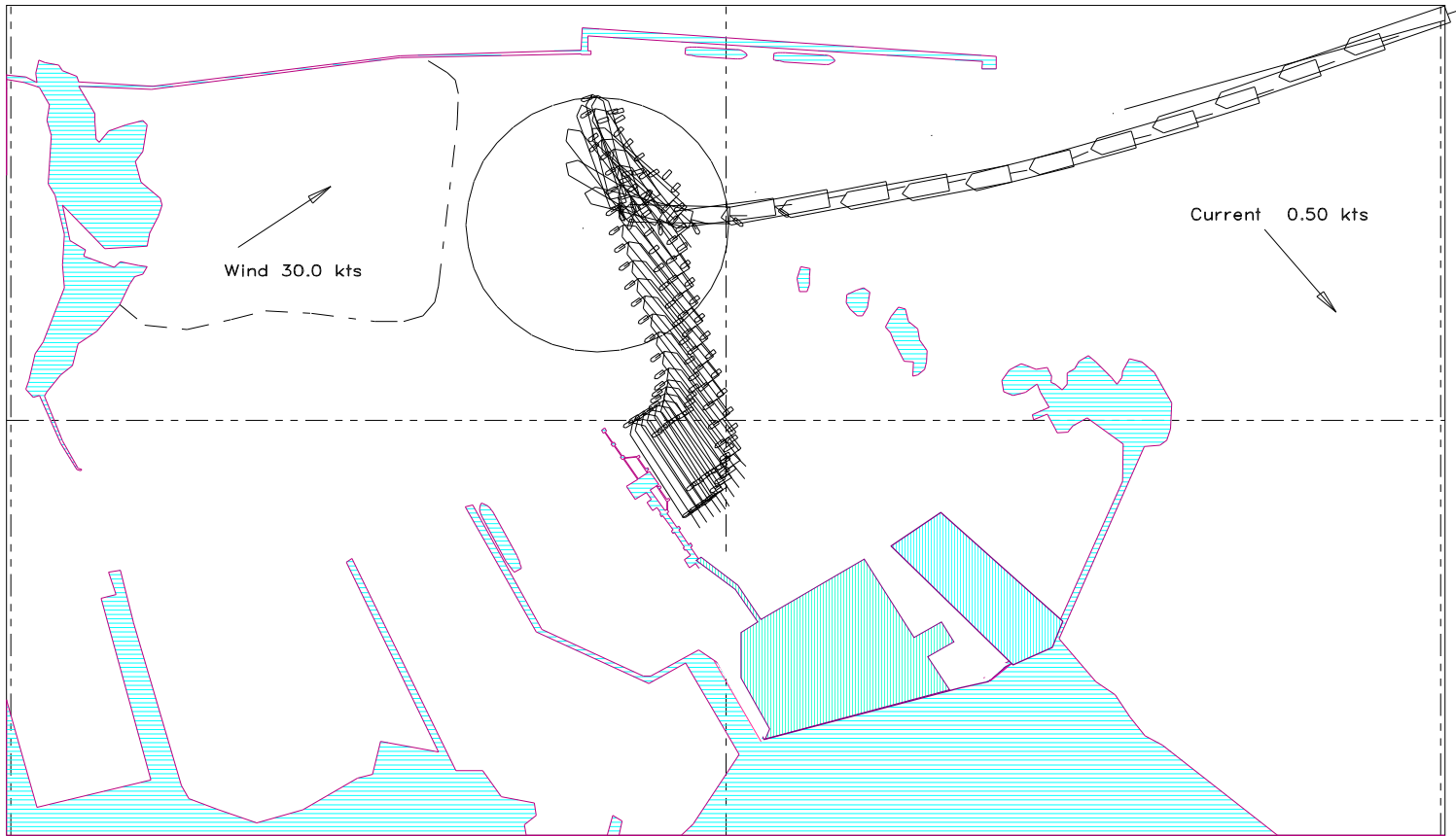


Brindisi (2) 137,000 m**3 M LNG Carrier. Run 2

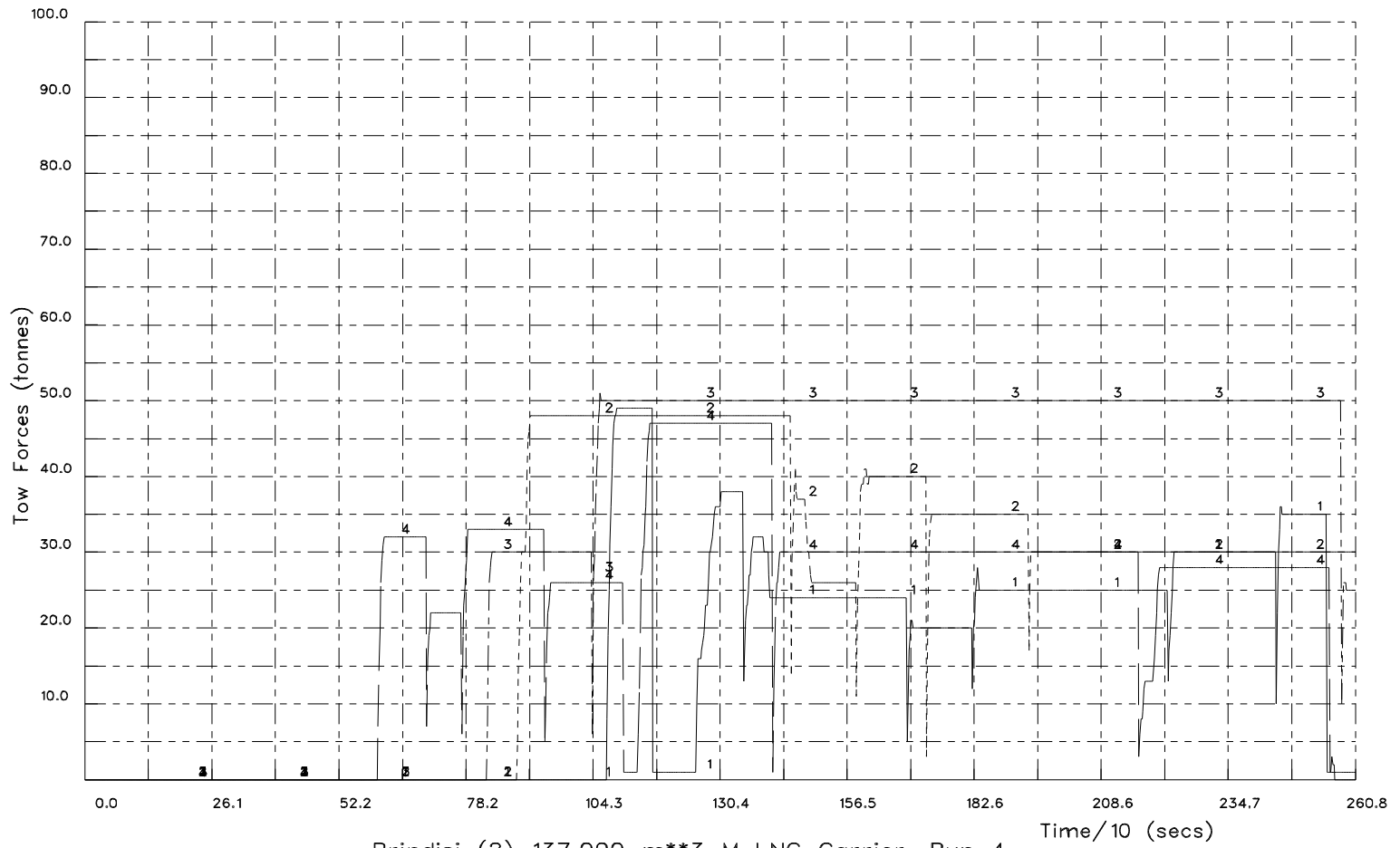


Brindisi (2) 137,000 m**3 M LNG Carrier. Run 3



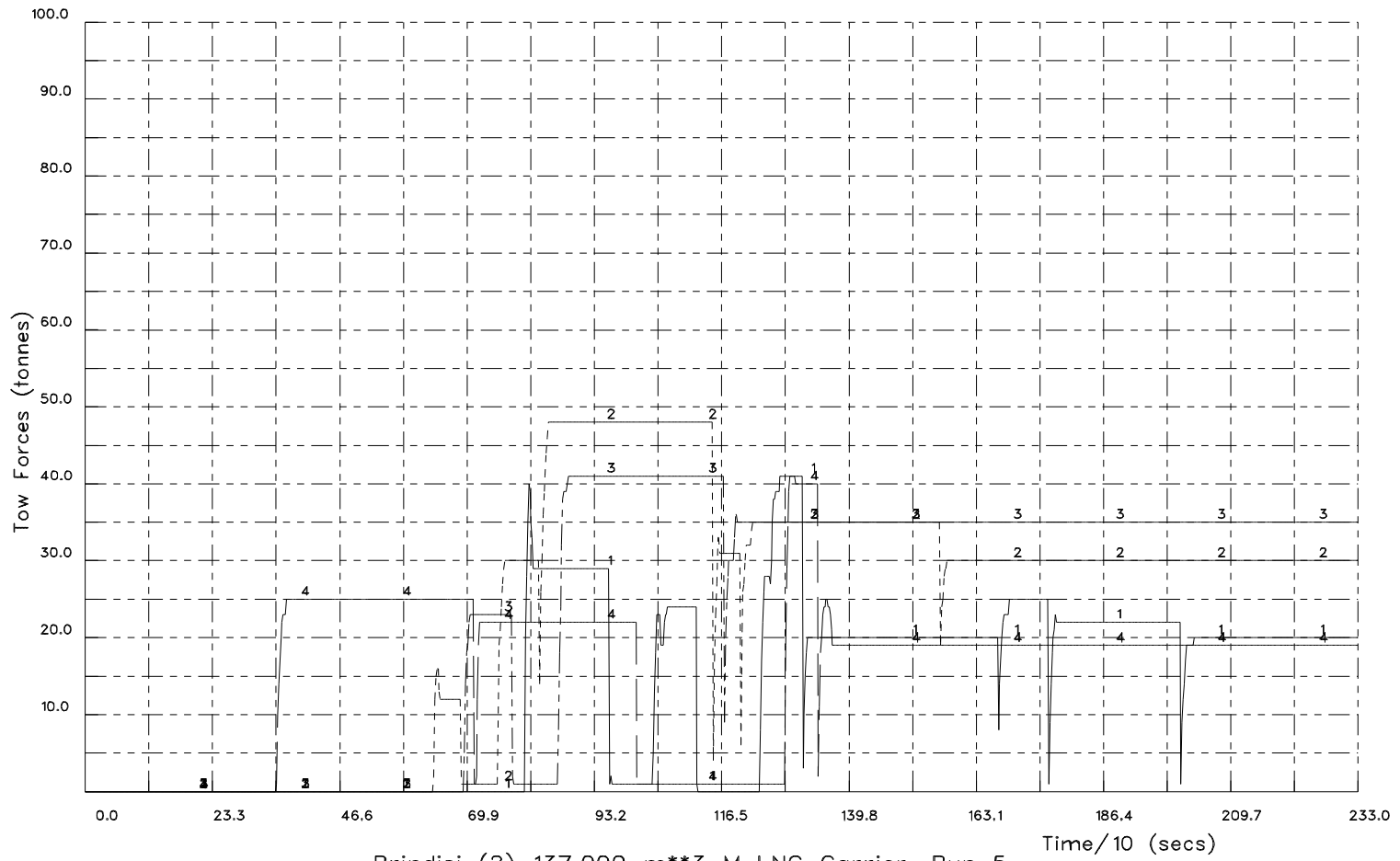


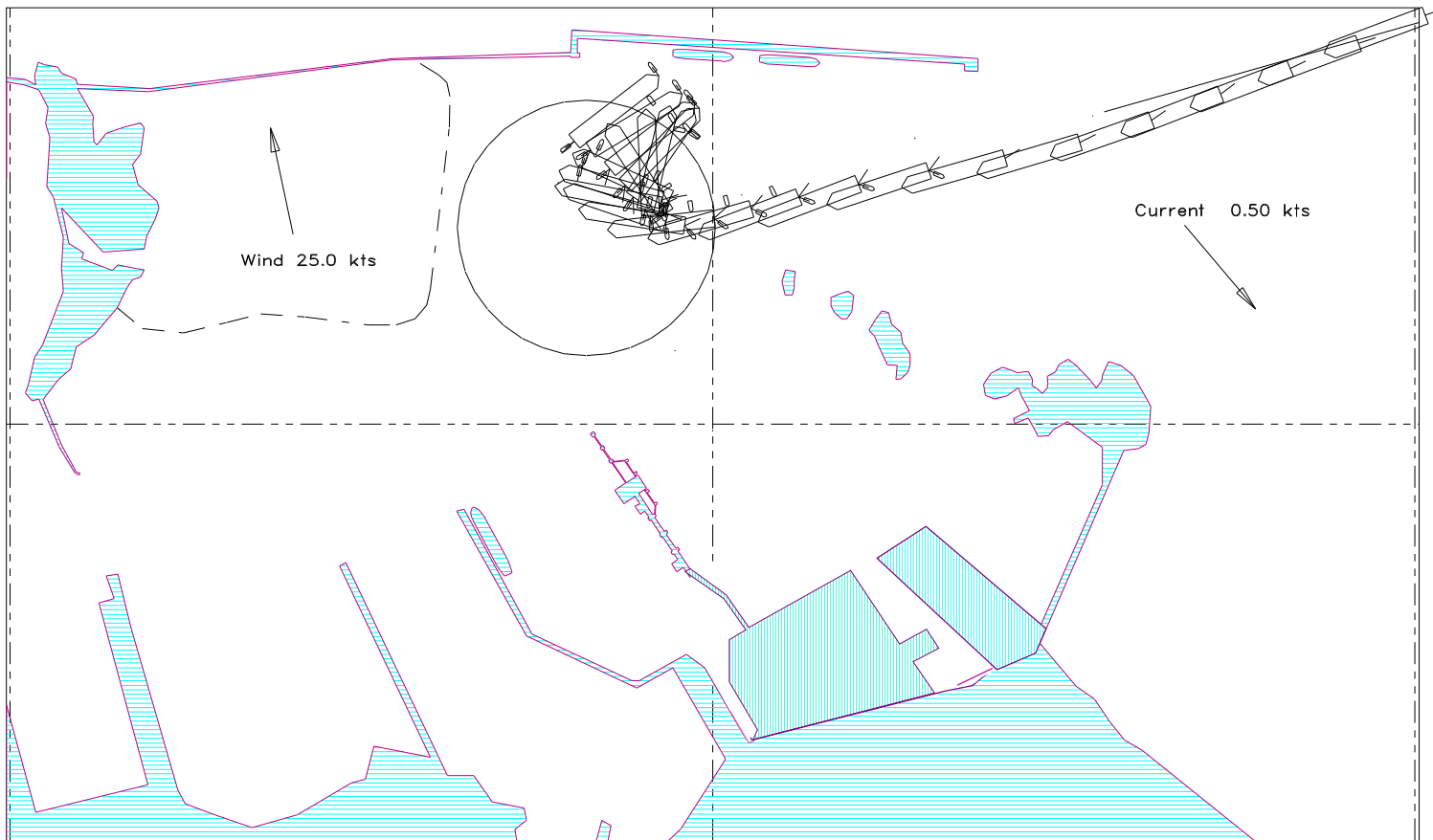
Brindisi (2) 137,000 m**3 M LNG Carrier. Run 4



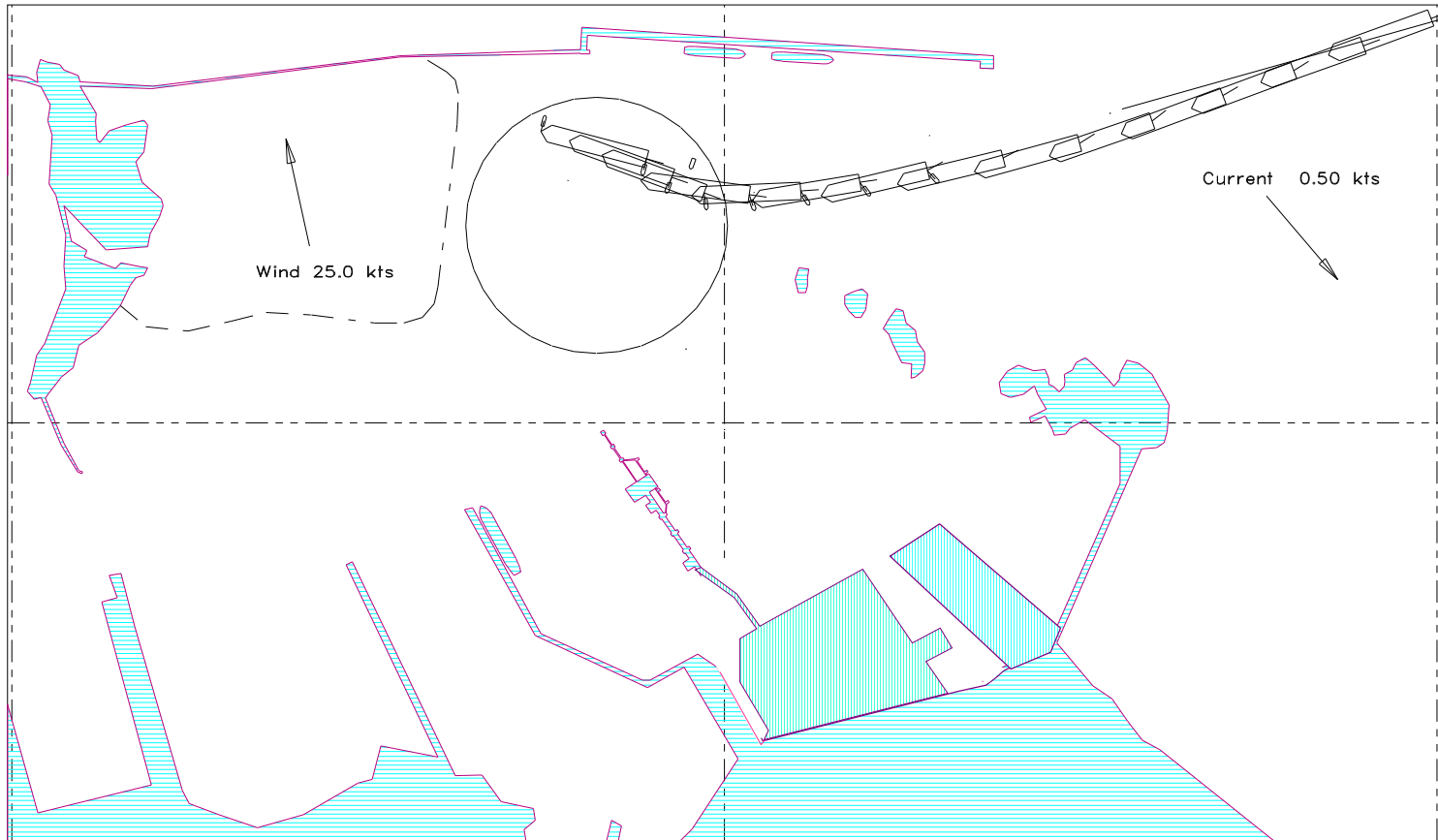


Brindisi (2) 137,000 m**3 M LNG Carrier. Run 5

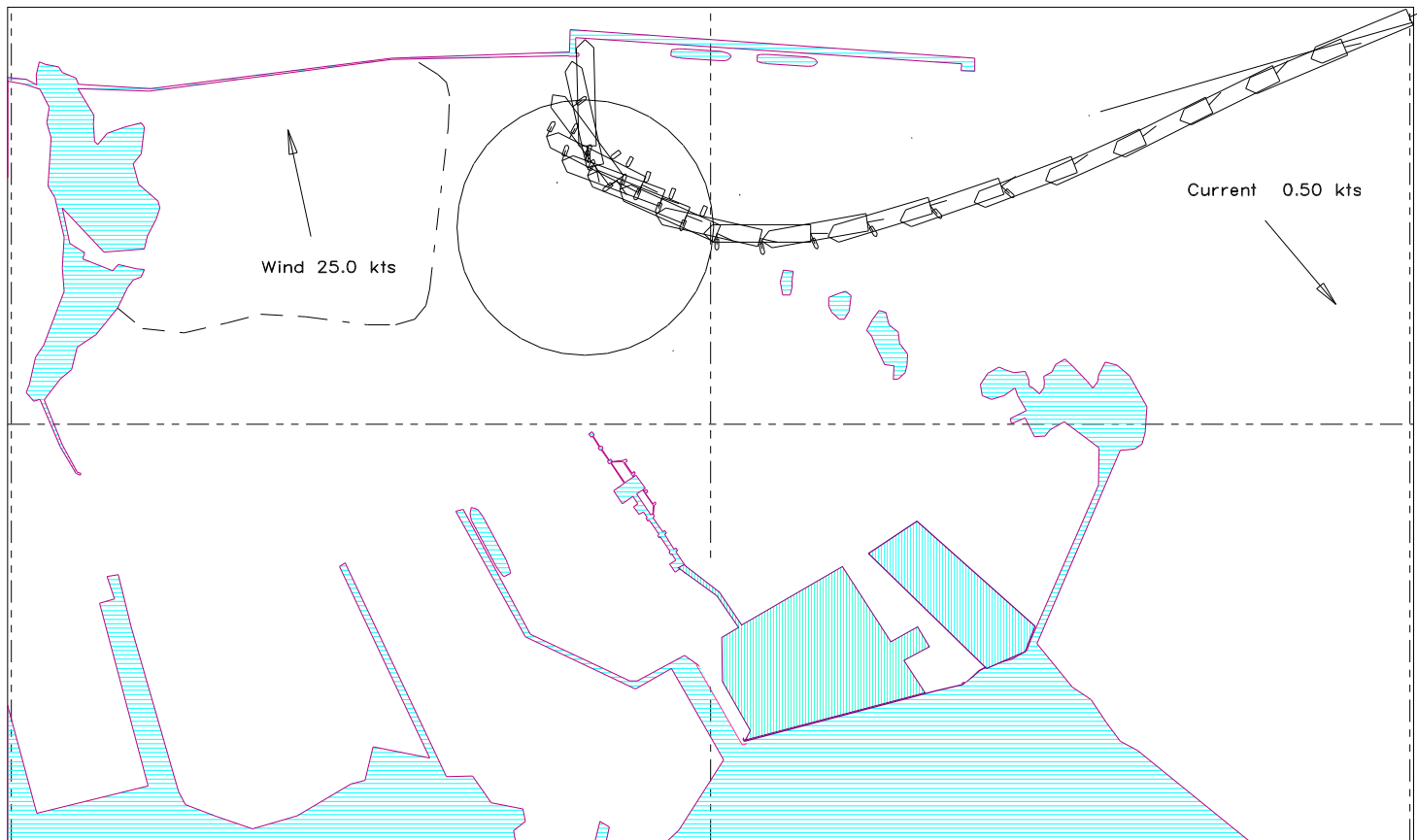




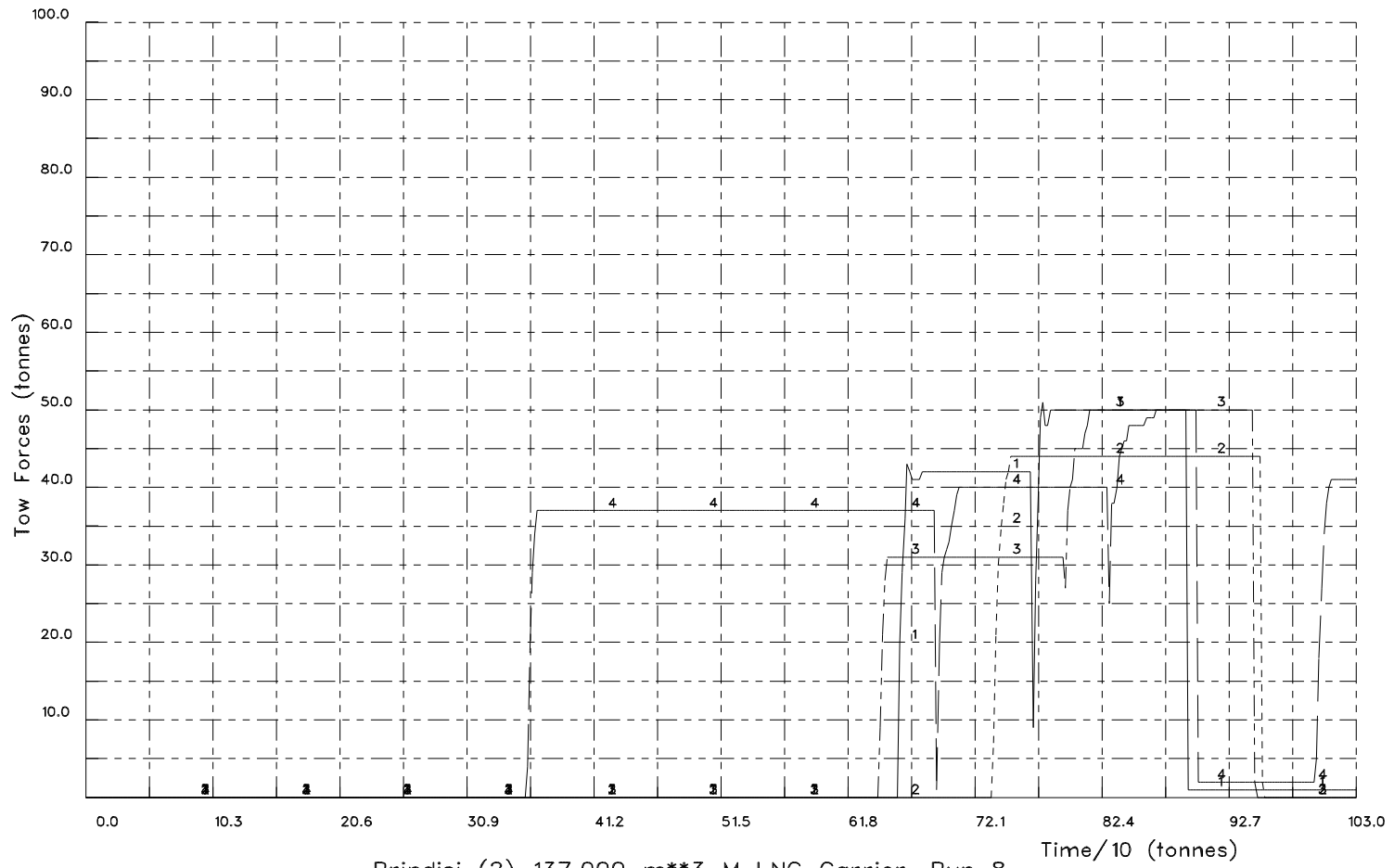
Brindisi (2) 137,000 m**3 M LNG Carrier. Run 6

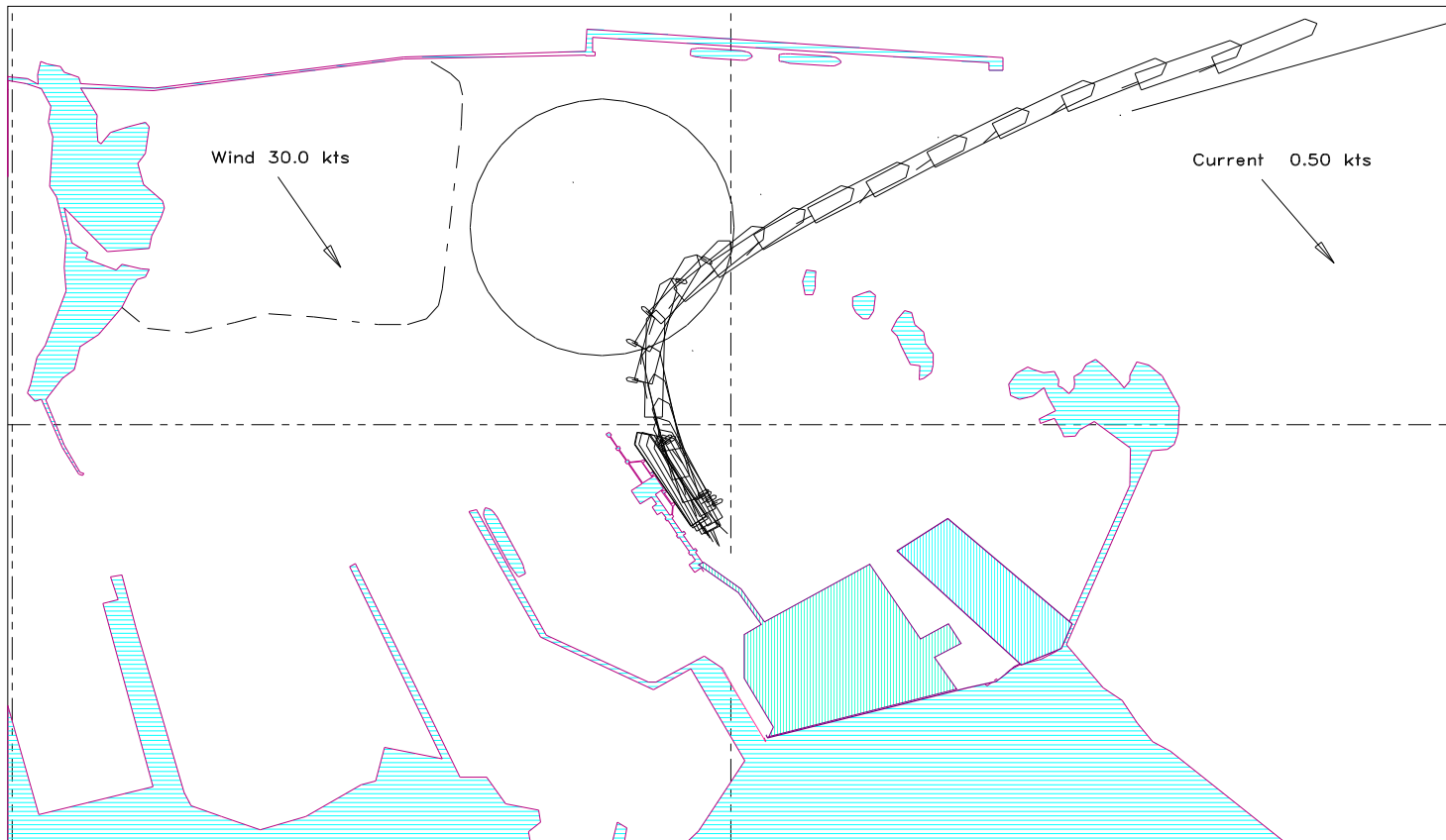


Brindisi (2) 137,000 m³ M LNG Carrier. Run 7

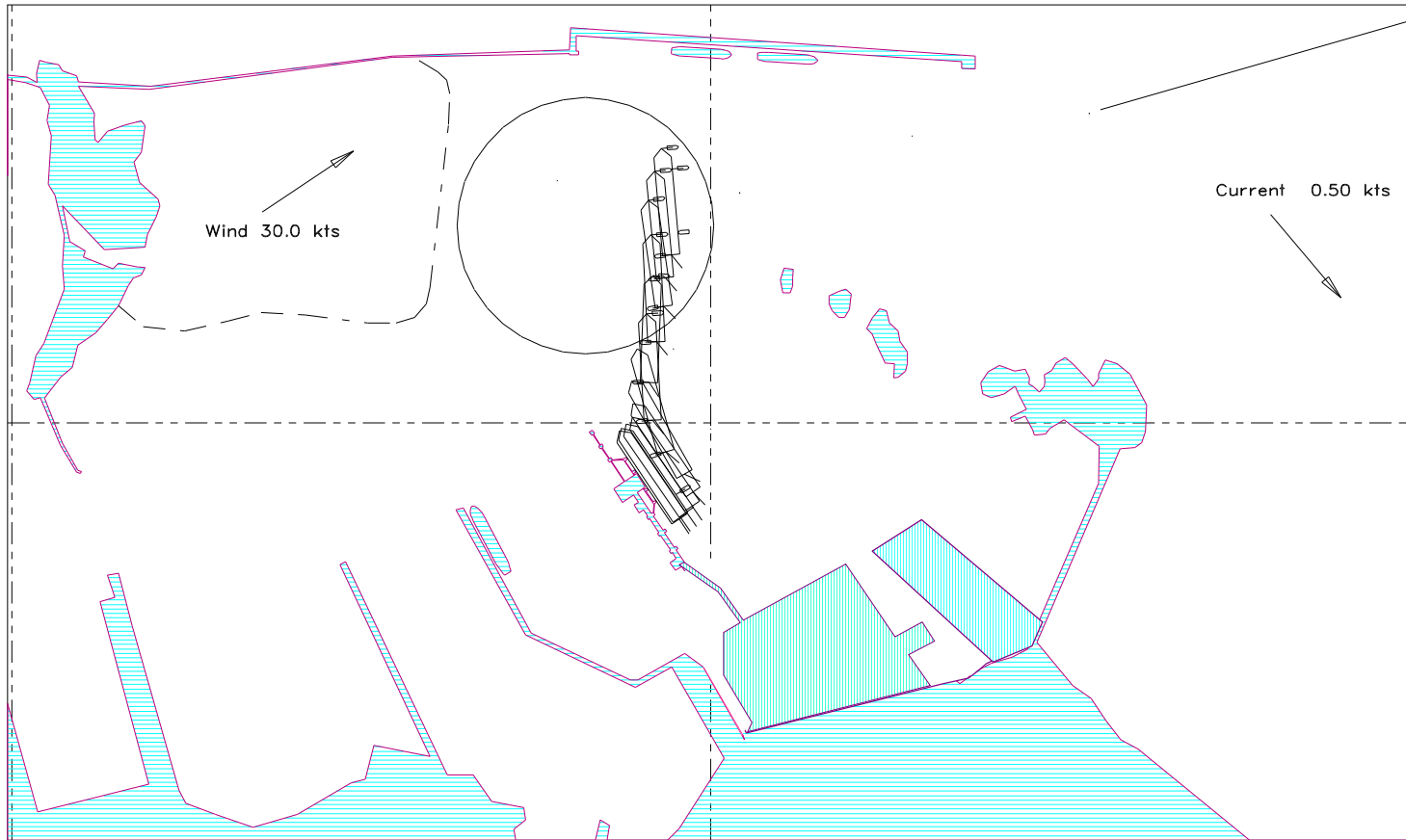


Brindisi (2) 137,000 m**3 M LNG Carrier. Run 8

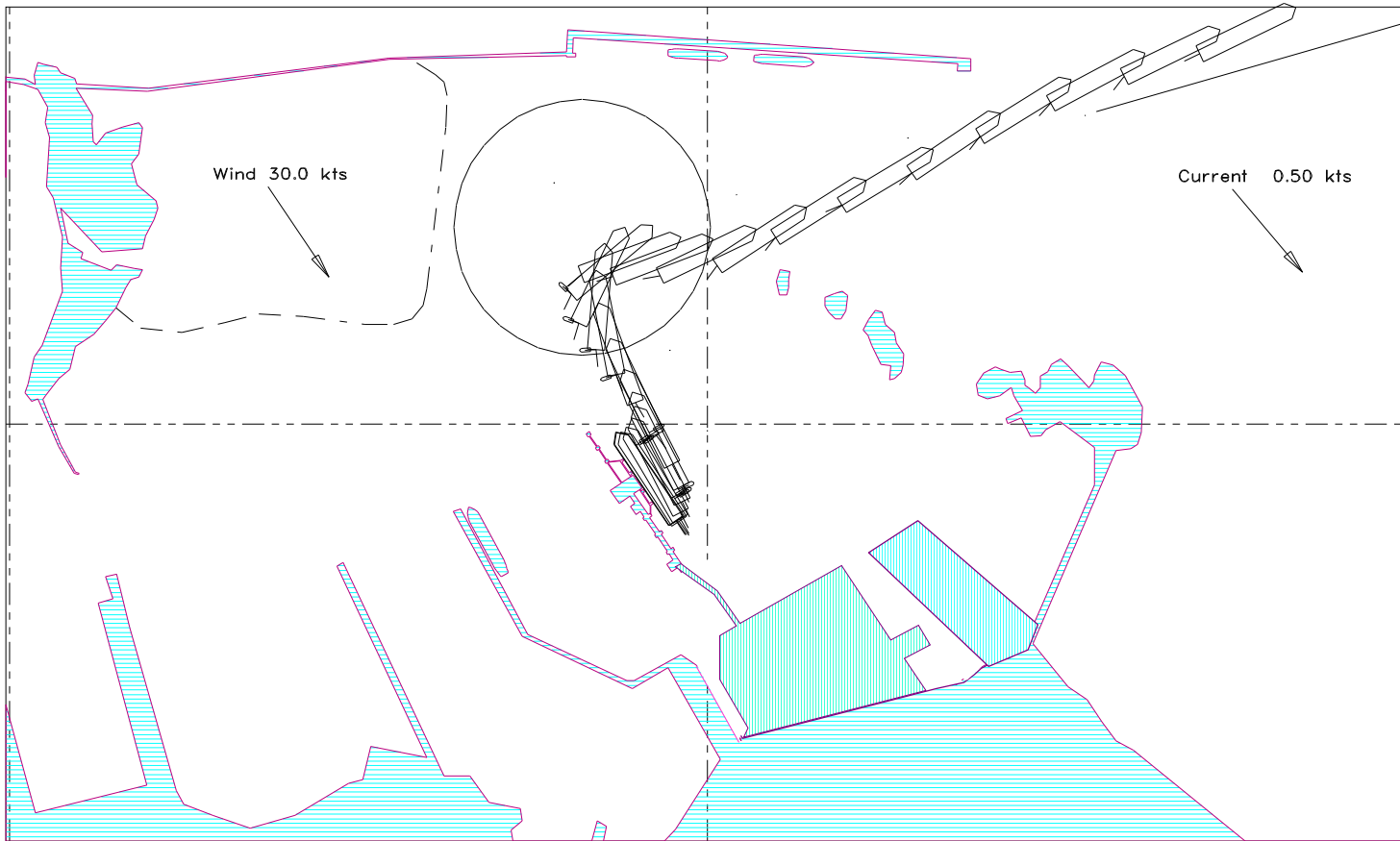




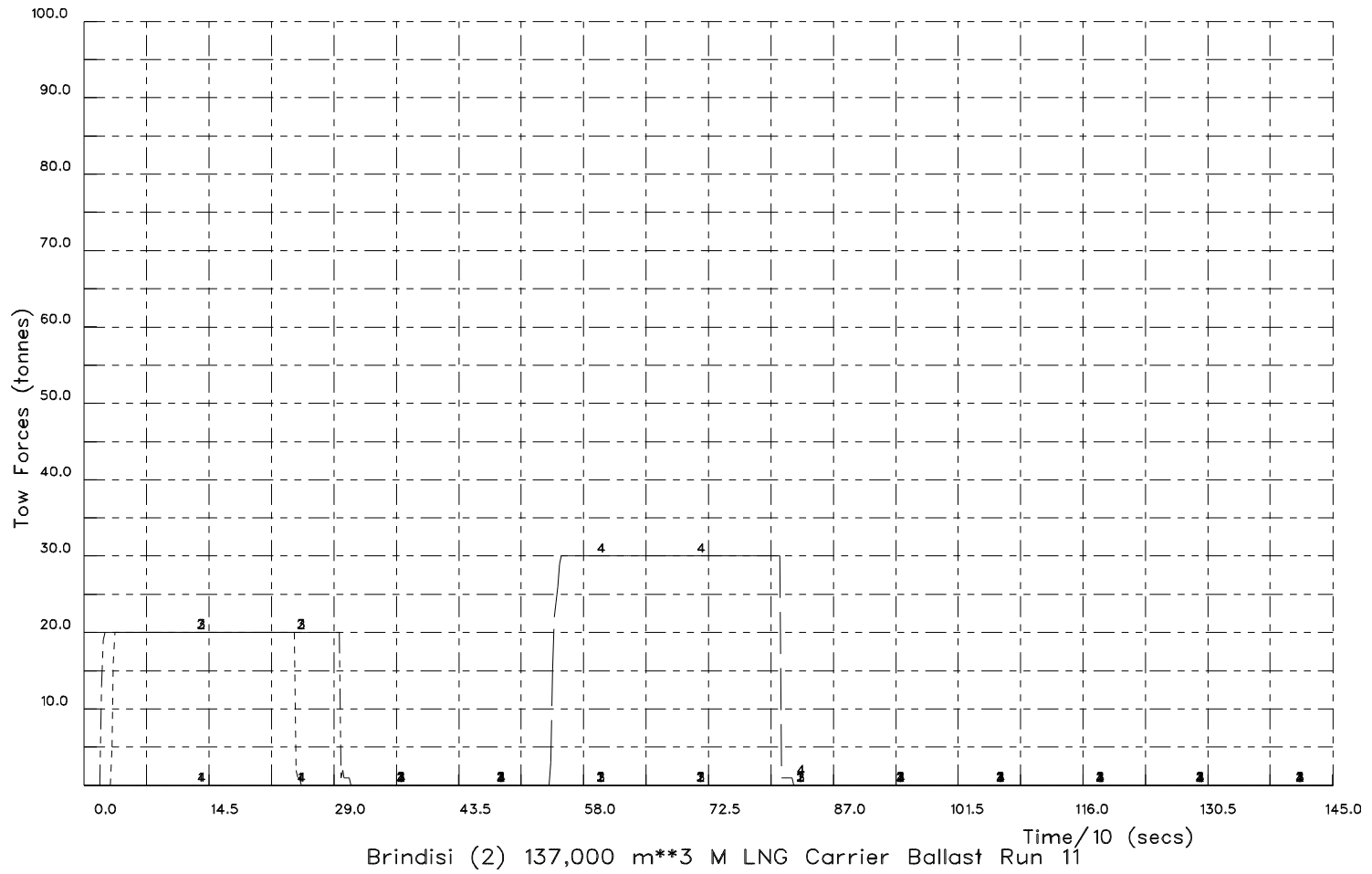
Brindisi (2) 137,000 m³ M LNG Carrier. Run 9

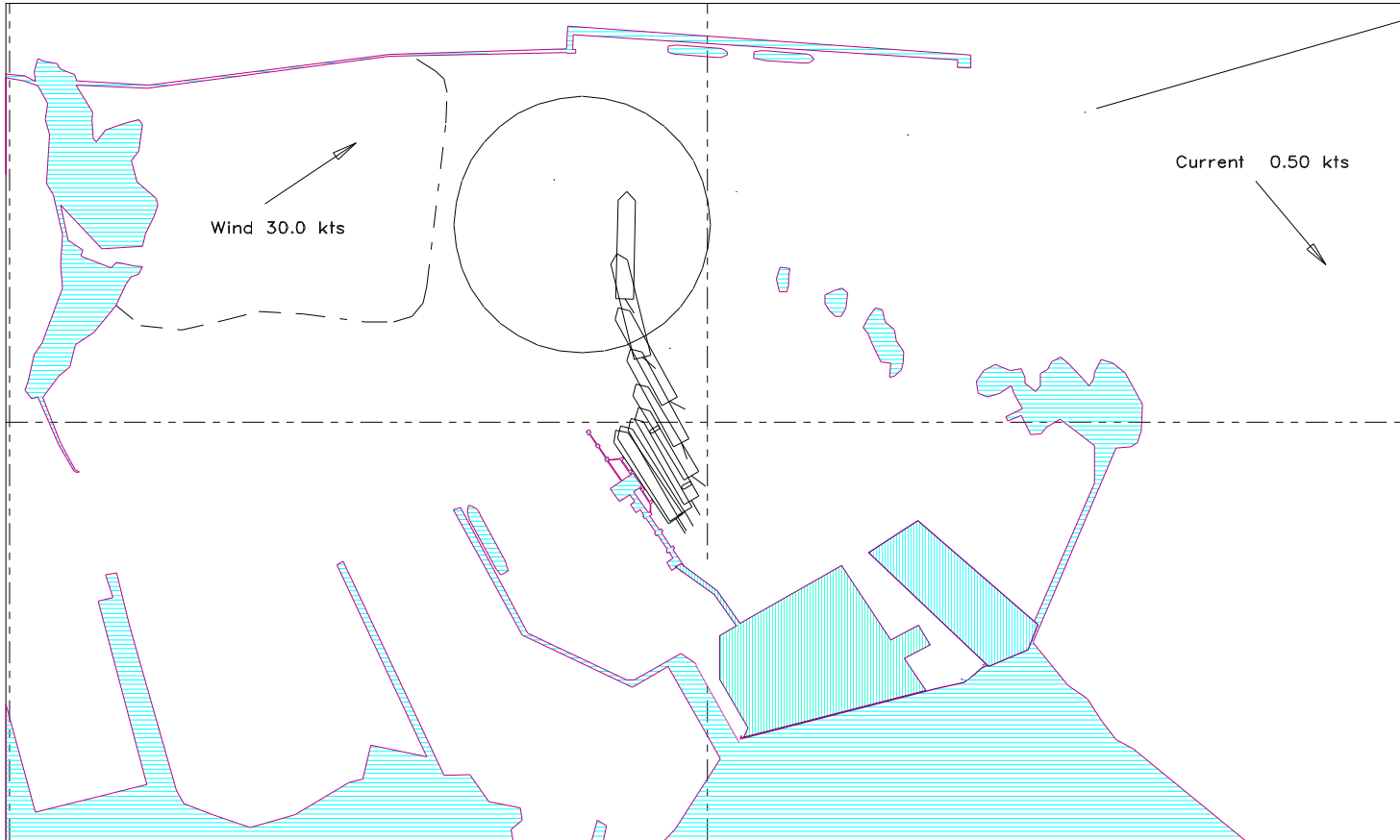


Brindisi (2) 137,000 m**3 M LNG Carrier. Run 10

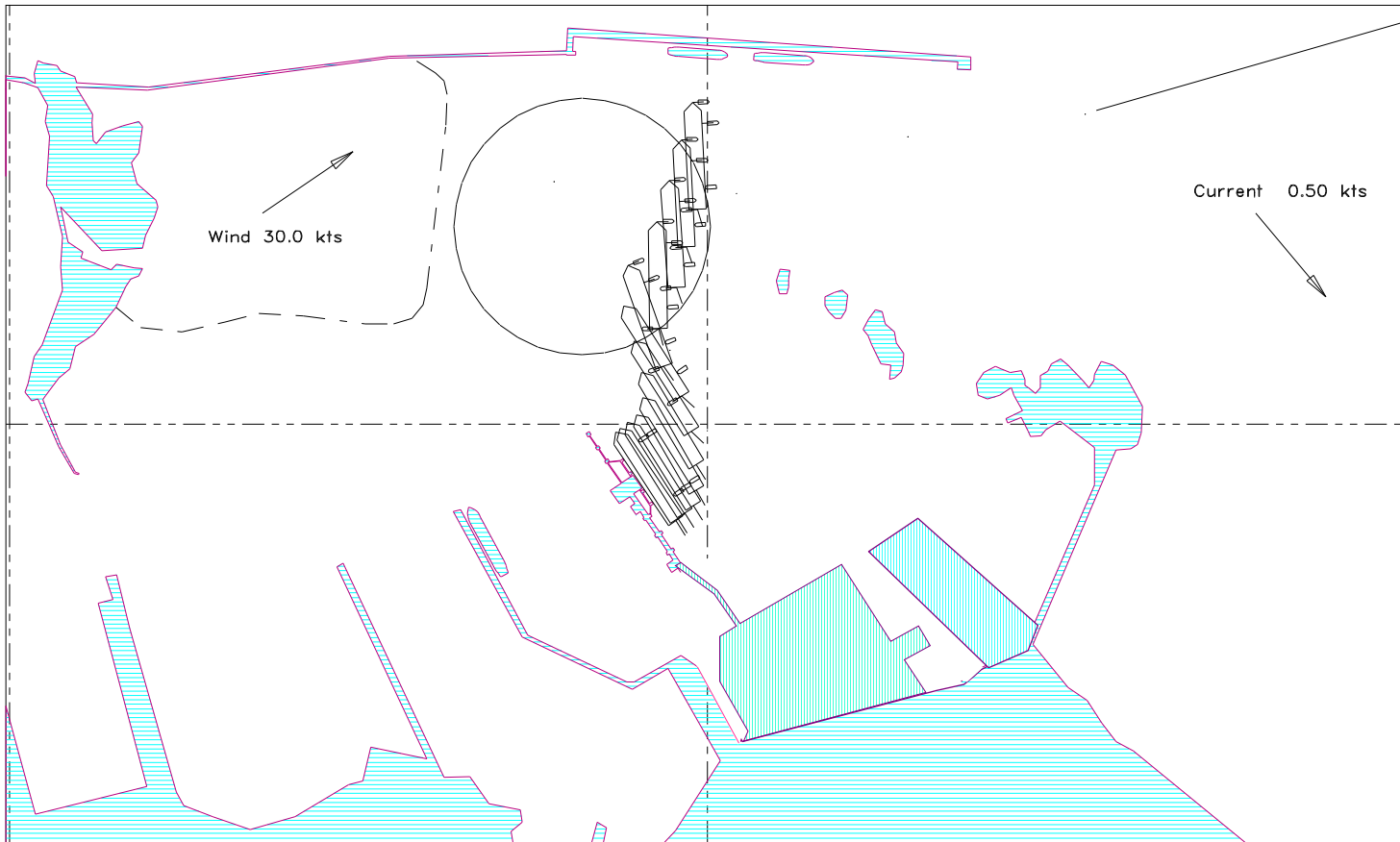


Brindisi (2) 137,000 m**3 M LNG Carrier Ballast Run 11

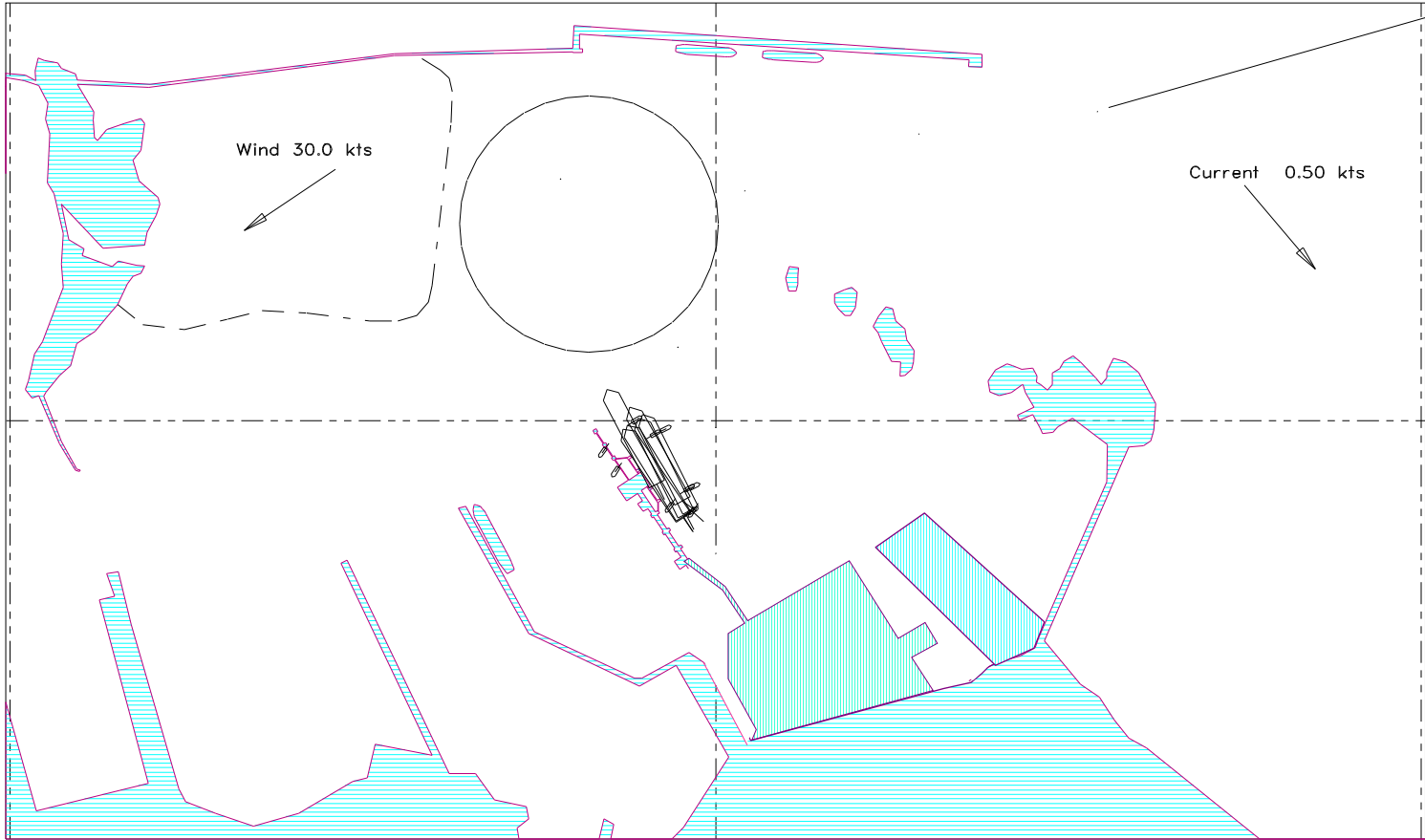




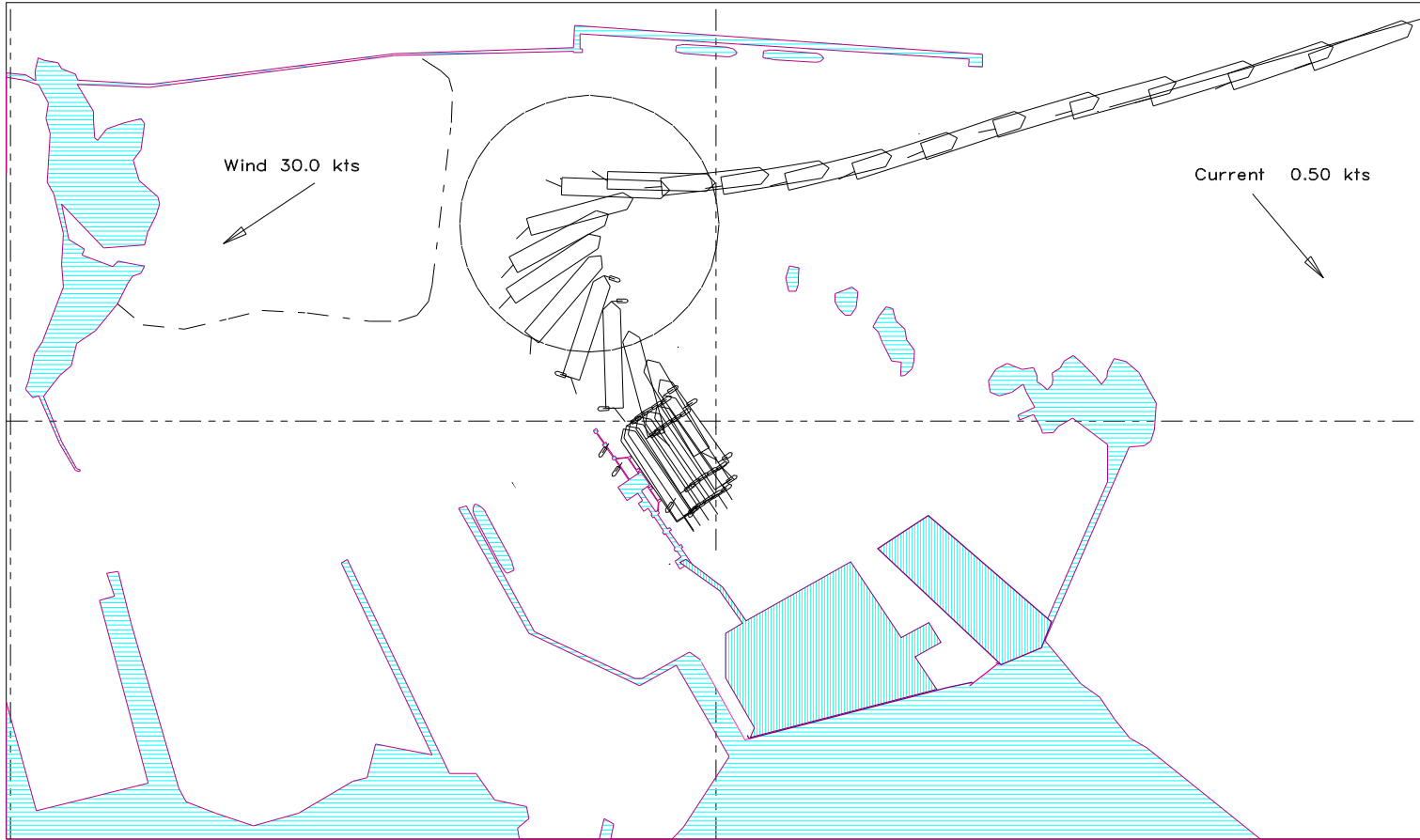
Brindisi (2) 137,000 m**3 M LNG Carrier Ballast Run 12



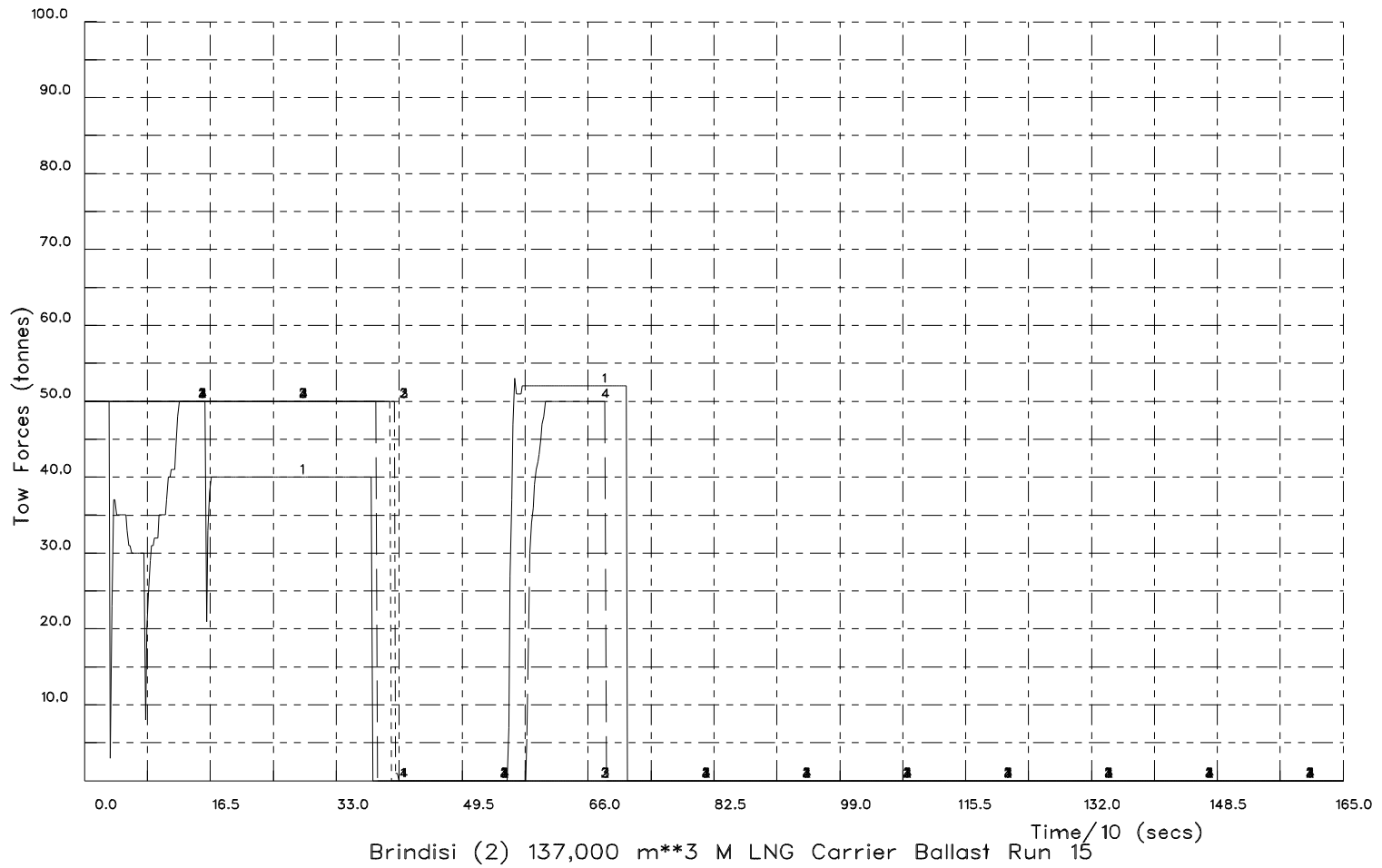
Brindisi (2) 137,000 m**3 M LNG Carrier Ballast Run 13

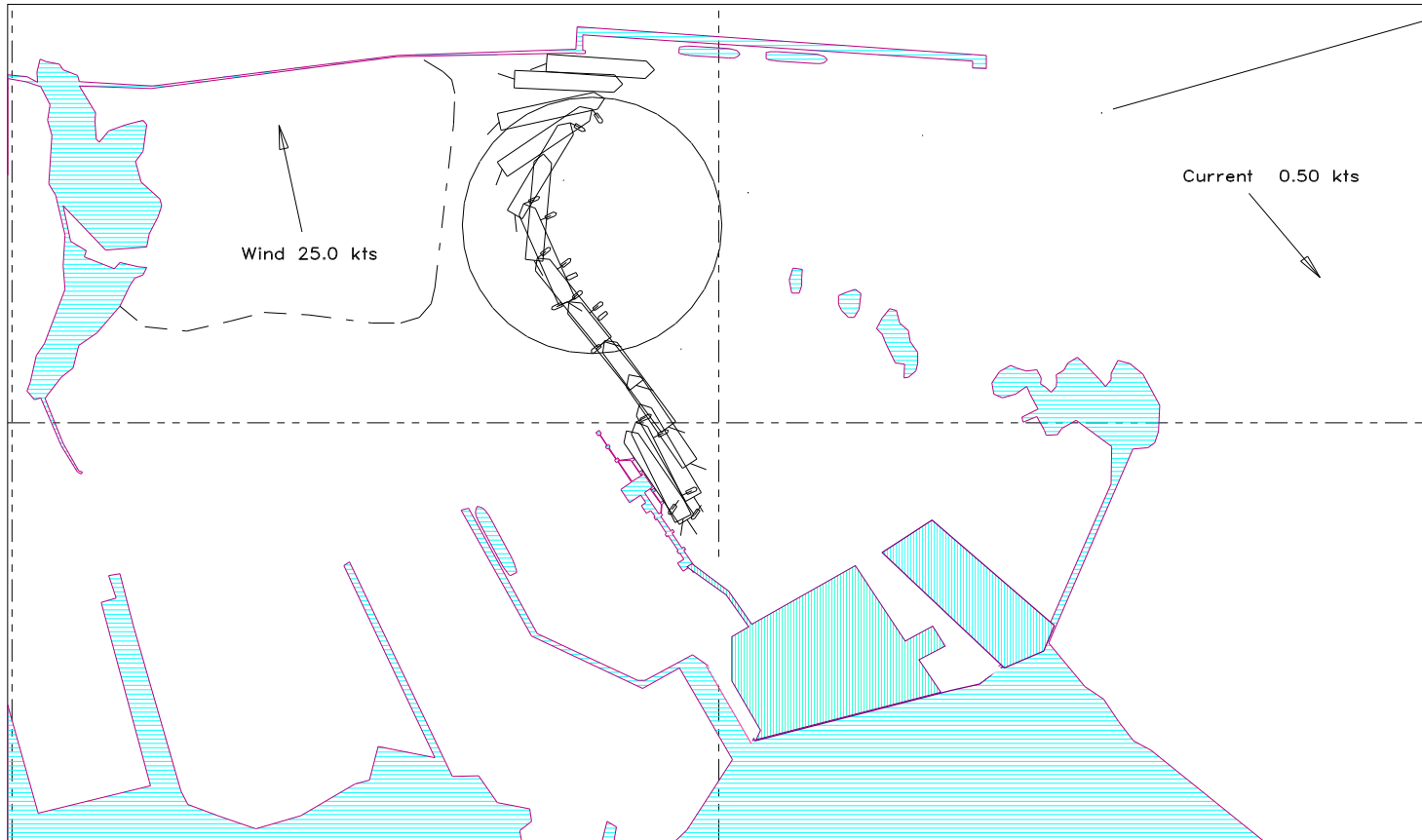


Brindisi (2) 137,000 m**3 M LNG Carrier Ballast Run 14

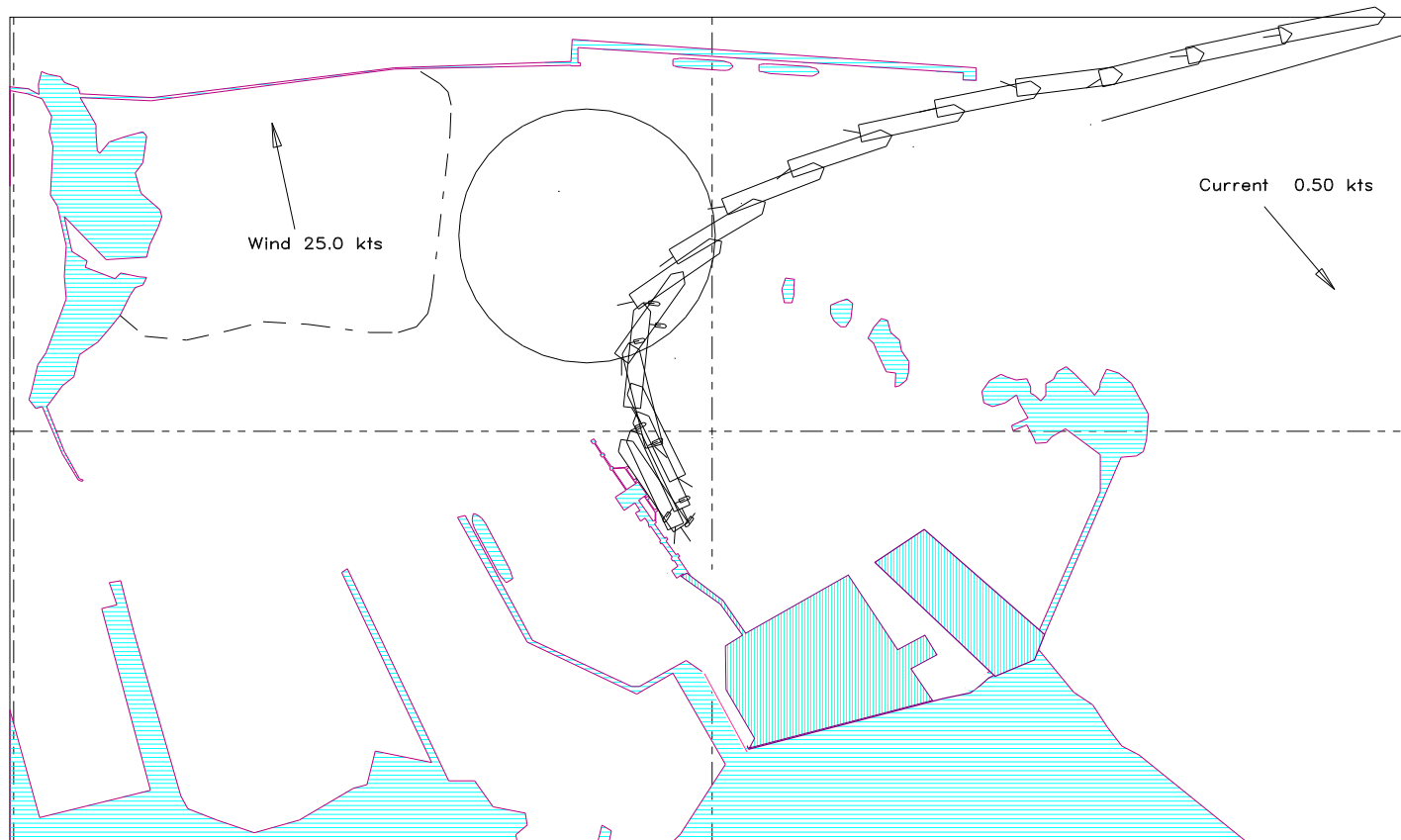


Brindisi (2) 137,000 m³ M LNG Carrier Ballast Run 15

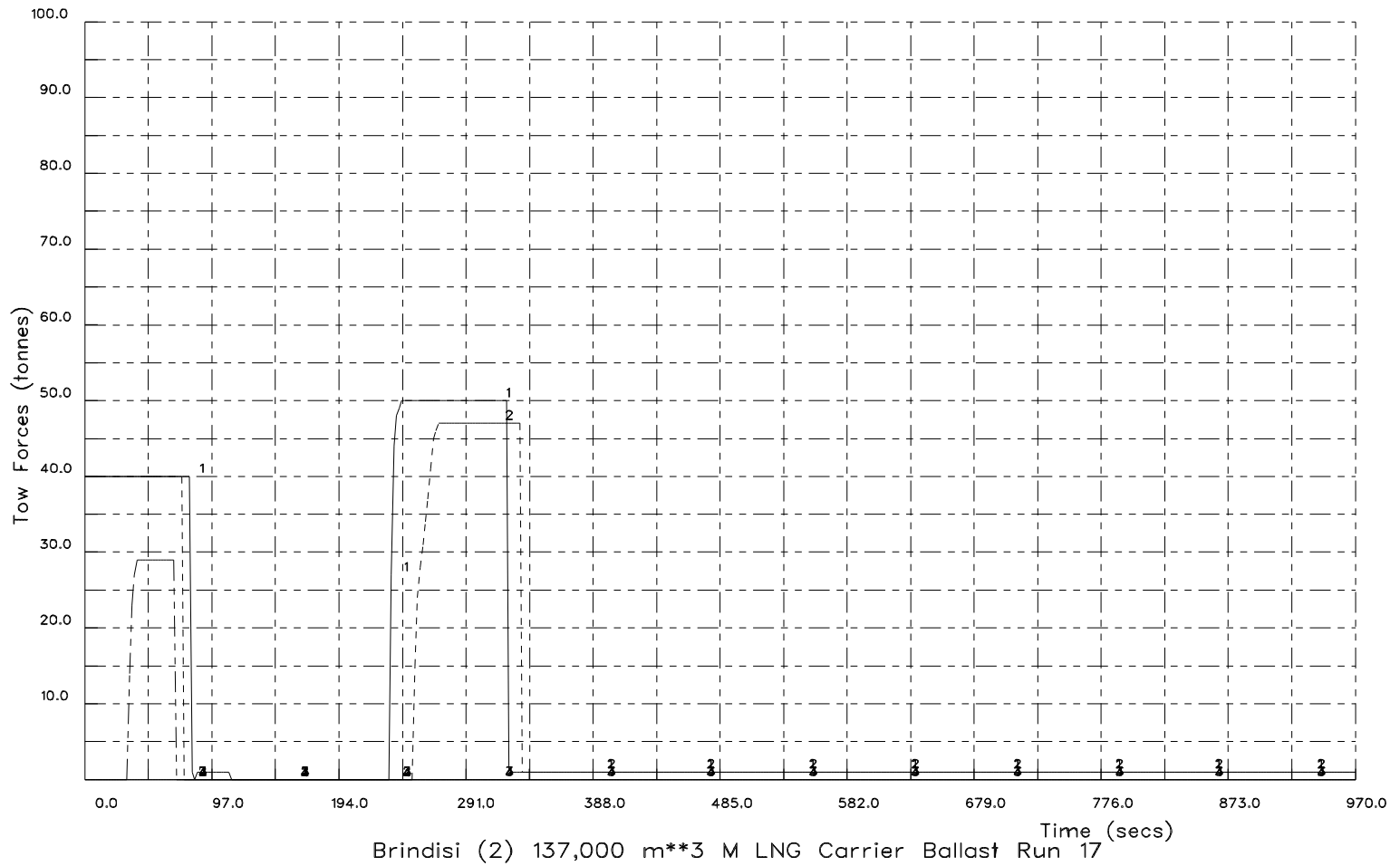


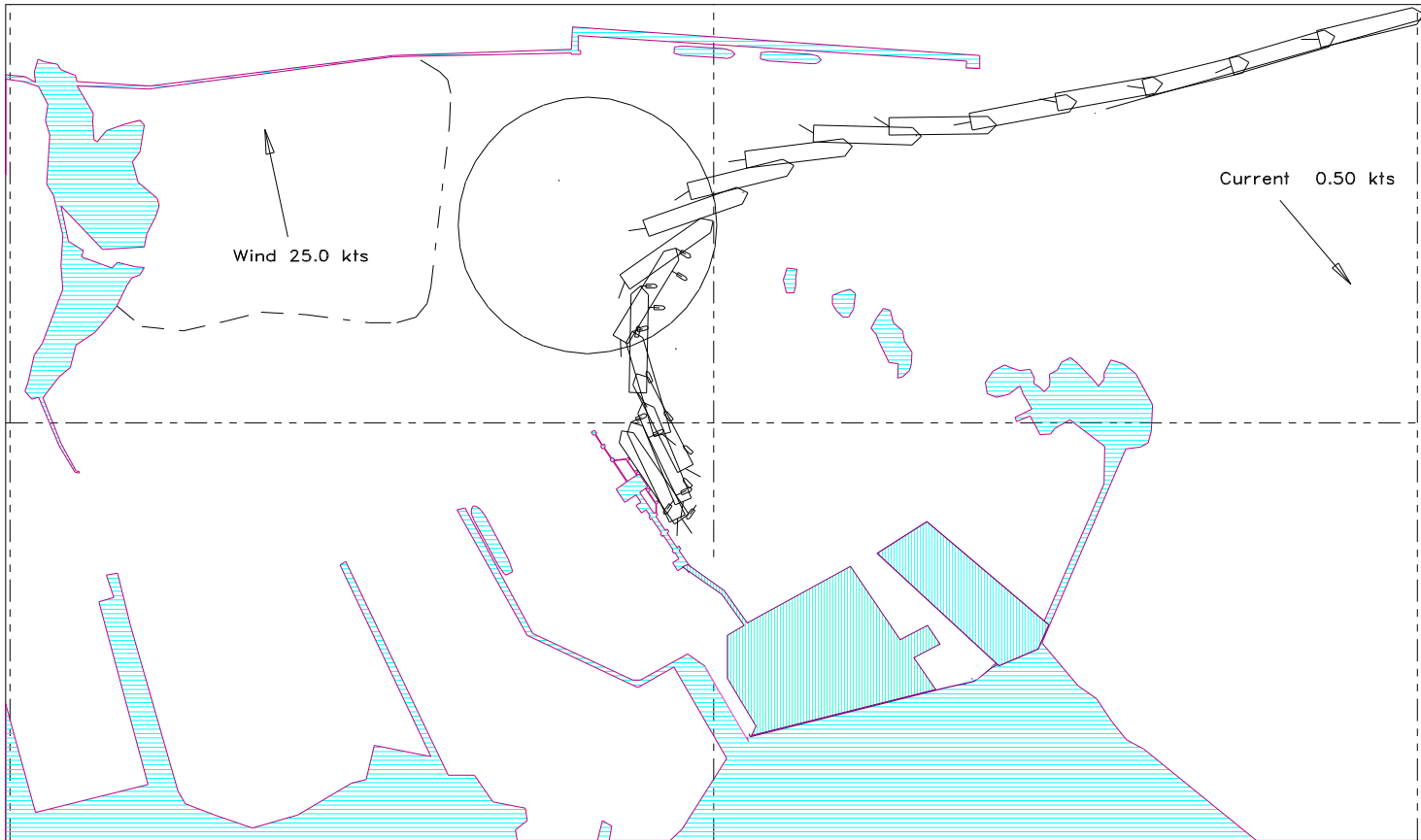


Brindisi (2) 137,000 m**3 M LNG Carrier Ballast Run 16



Brindisi (2) 137,000 m**3 M LNG Carrier Ballast Run 17

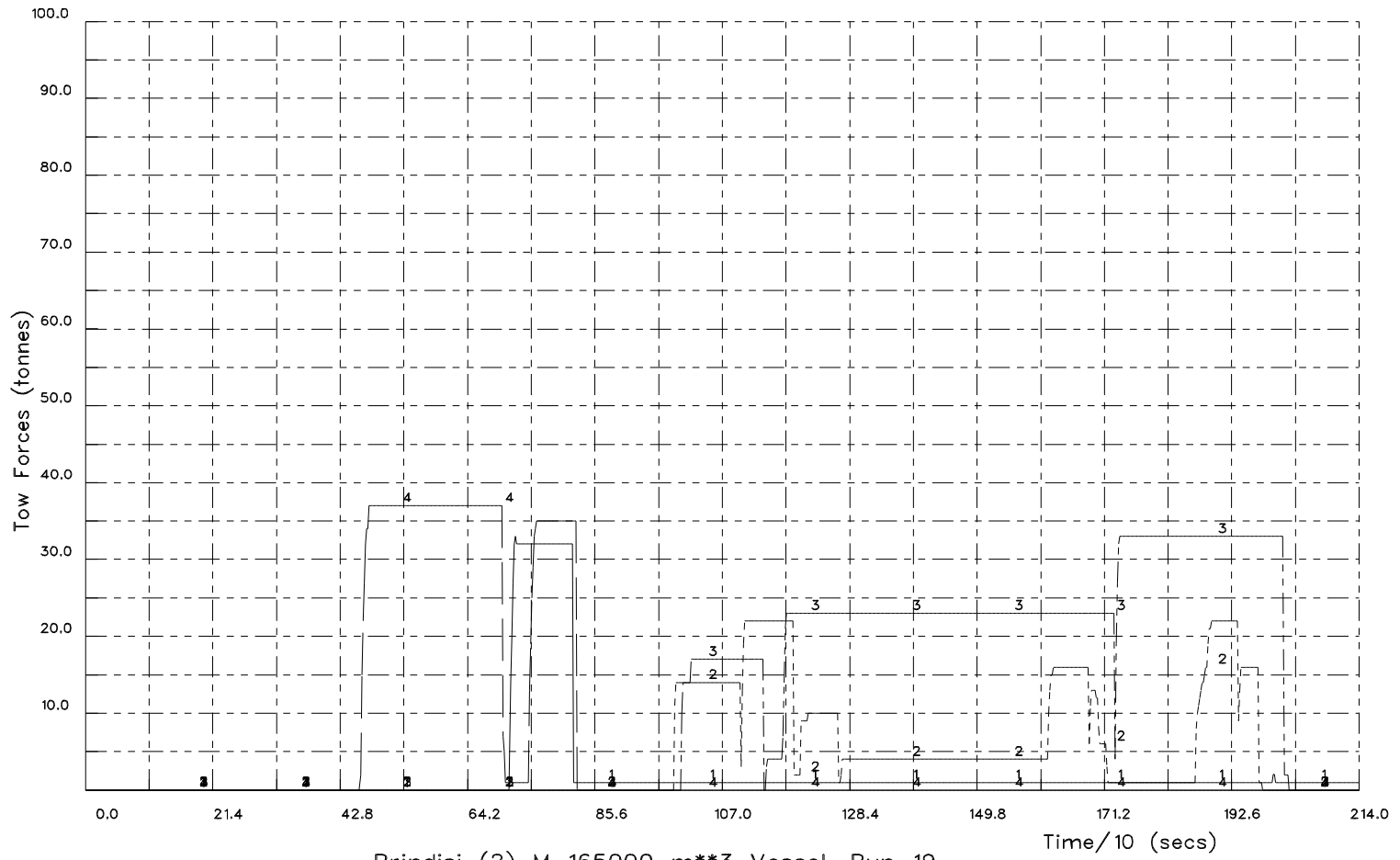


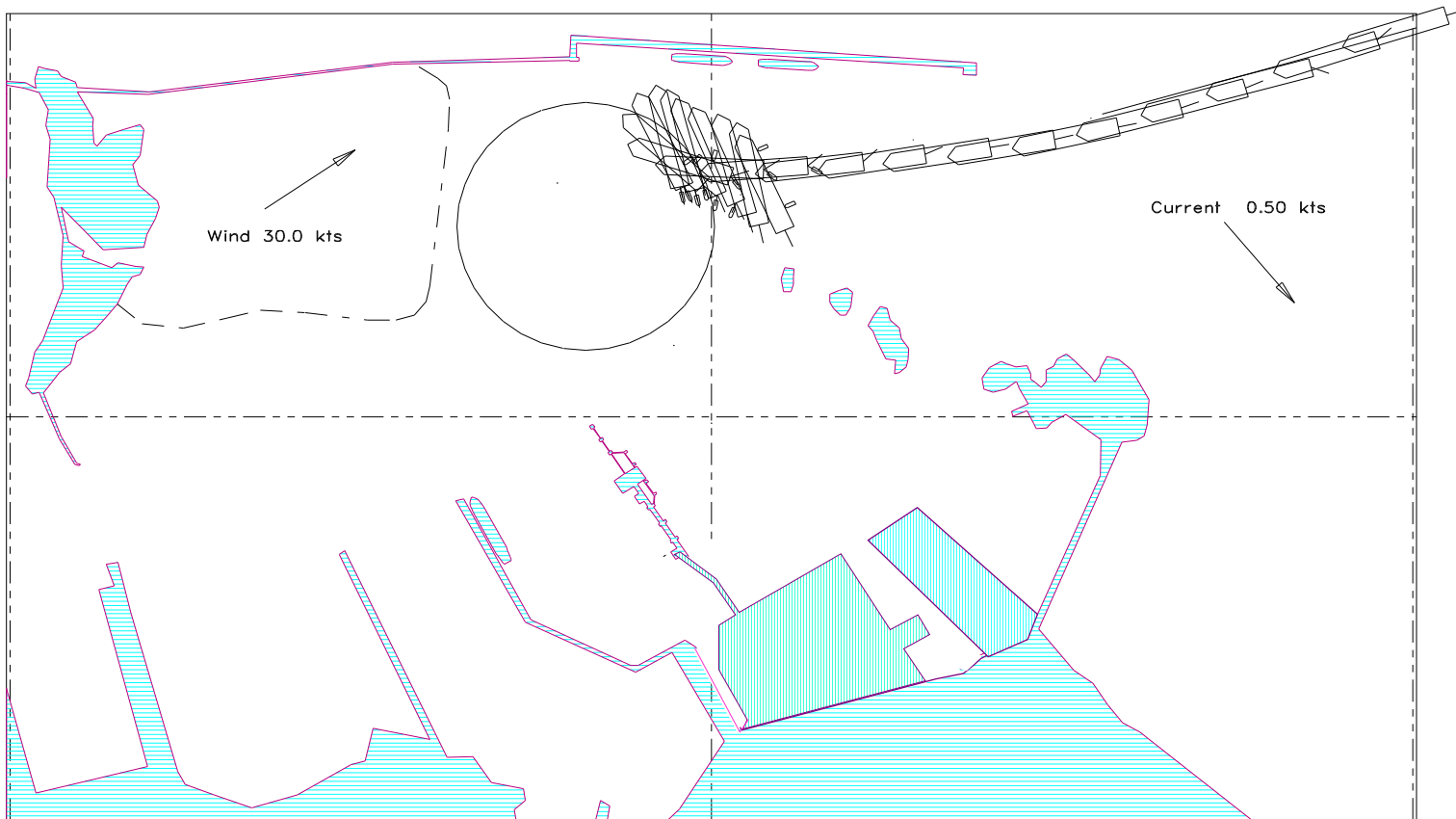


Brindisi (2) 137,000 m**3 M LNG Carrier Ballast Run 18

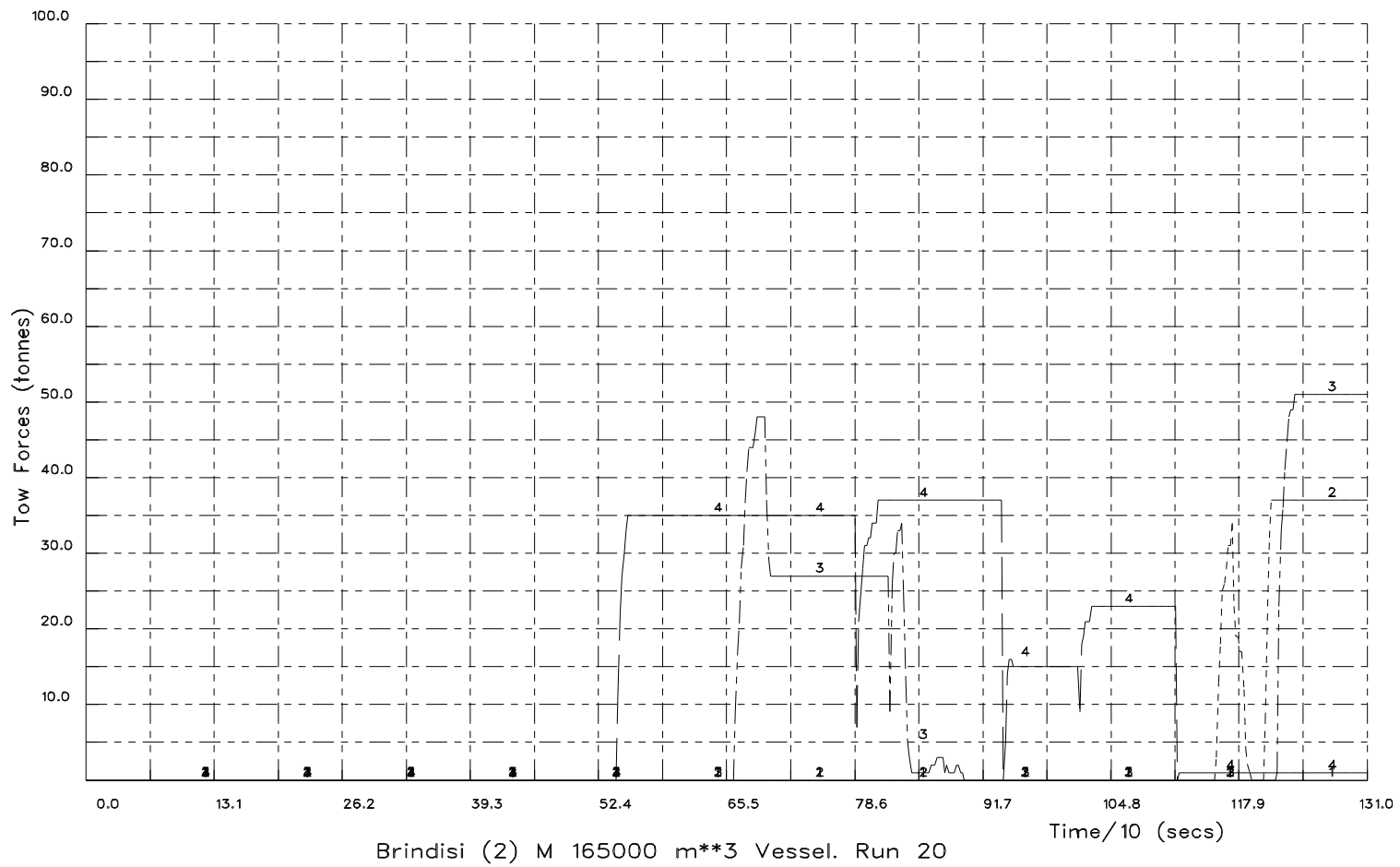


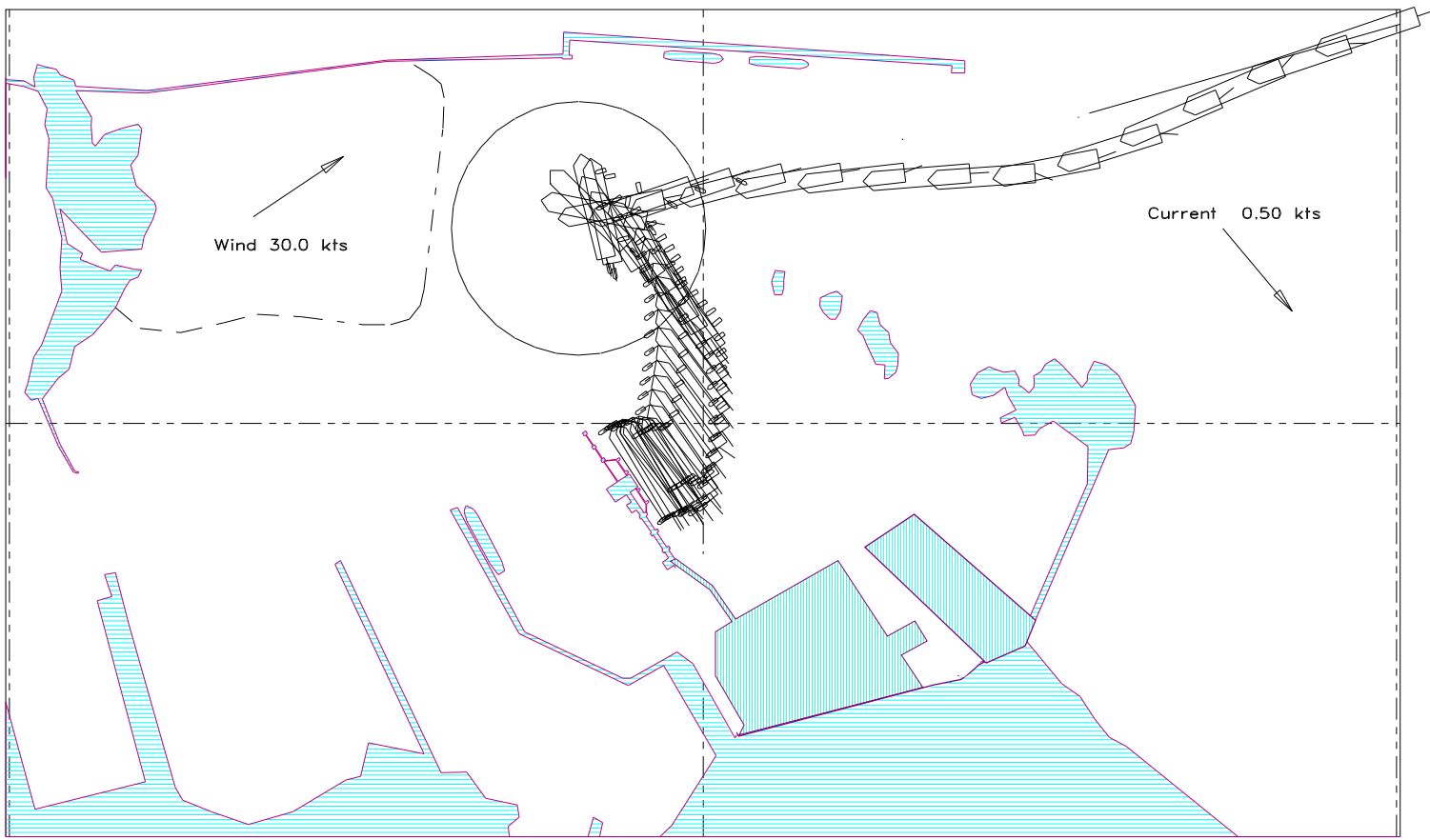
Brindisi (2) M 165000 m**3 Vessel. Run 19



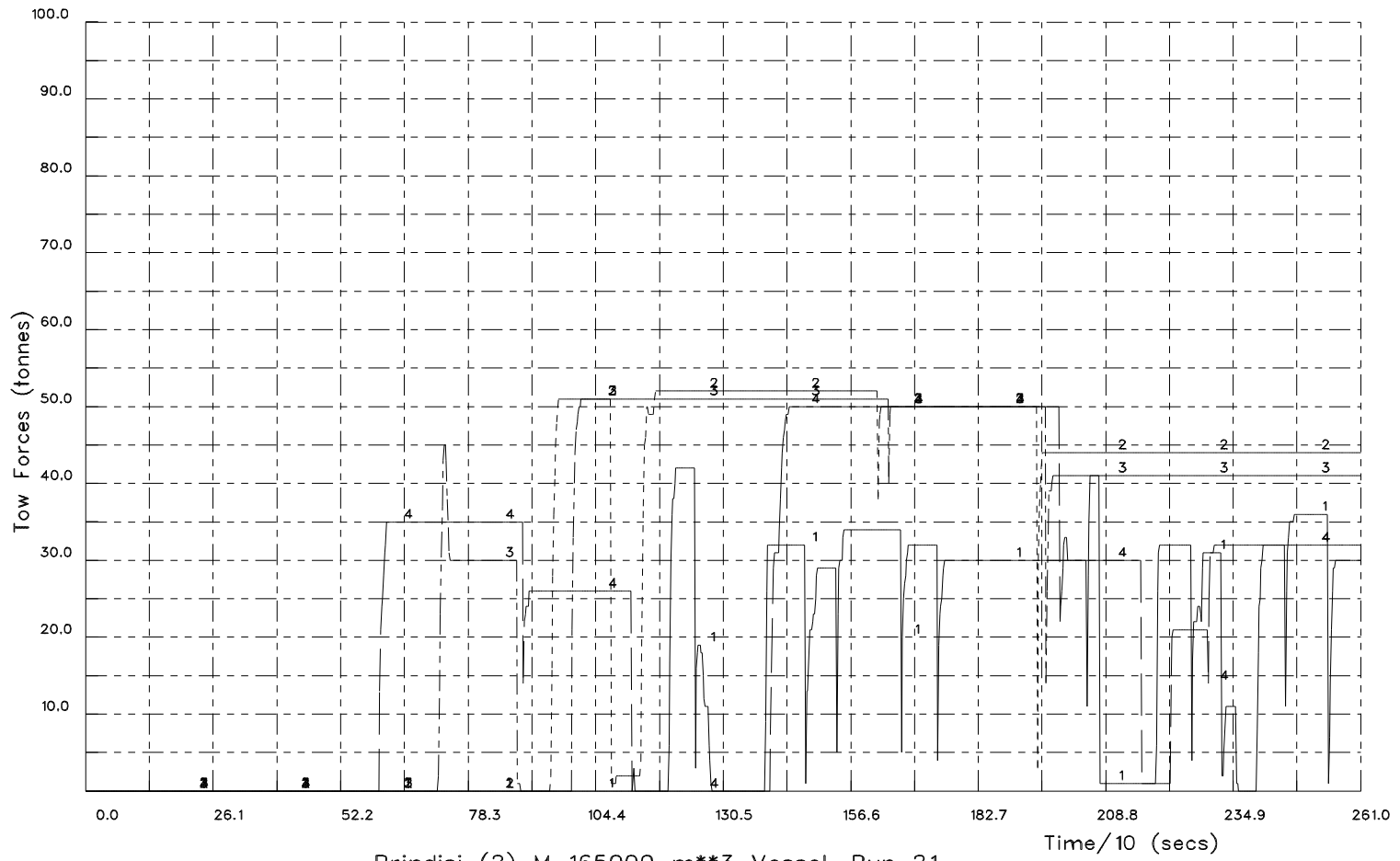


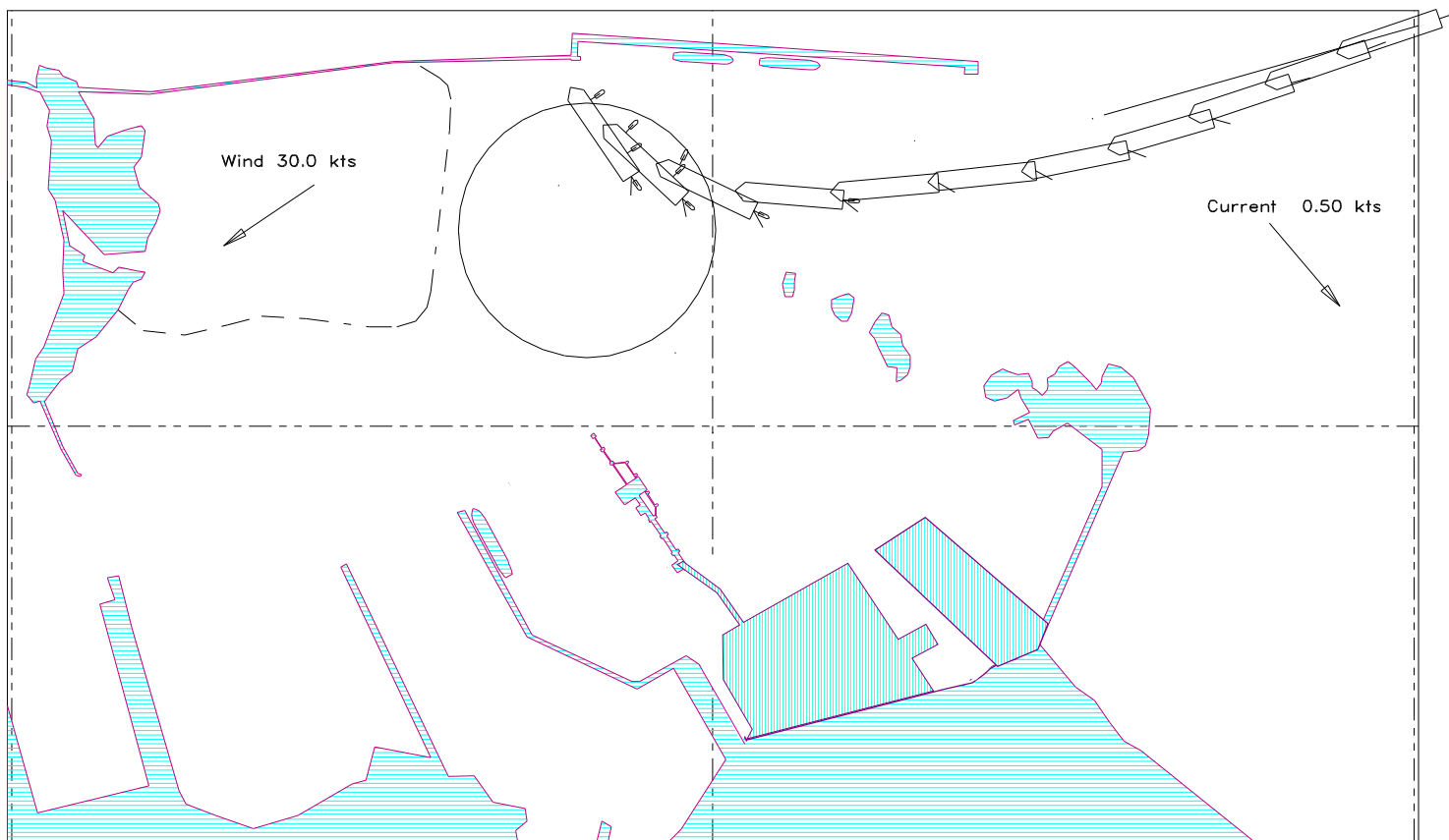
Brindisi (2) M 165000 m**3 Vessel. Run 20



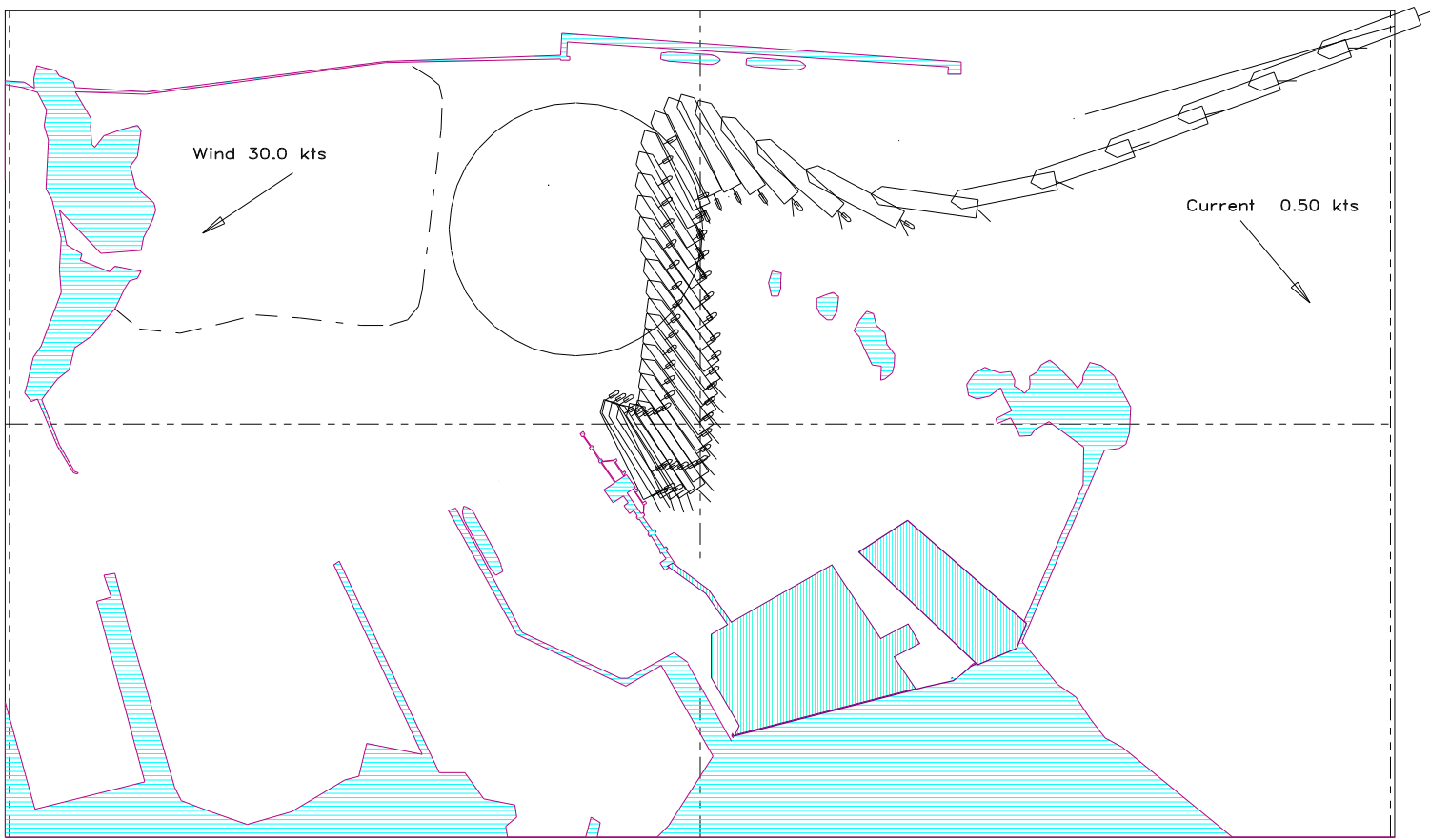


Brindisi (2) M 165000 m**3 Vessel. Run 21

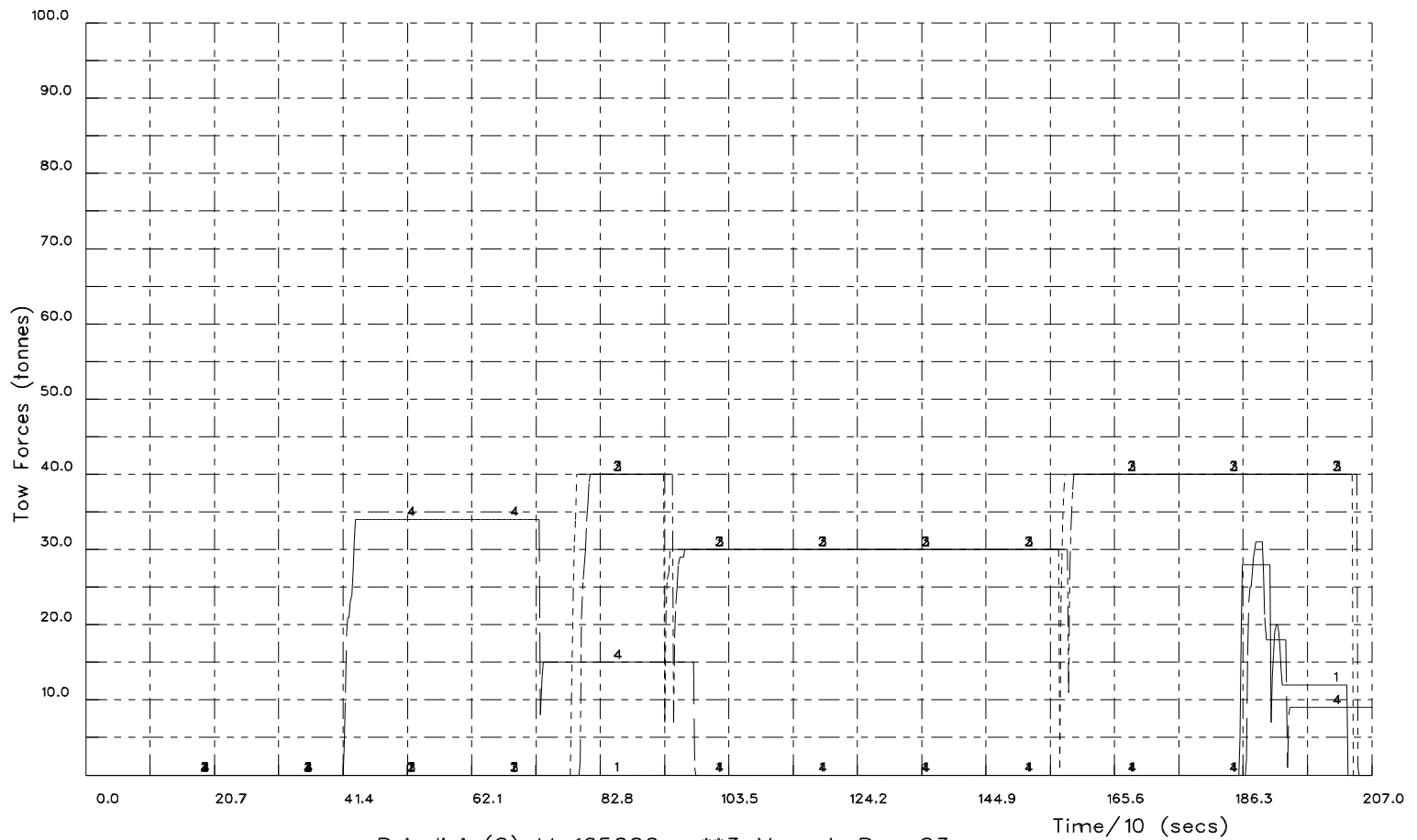


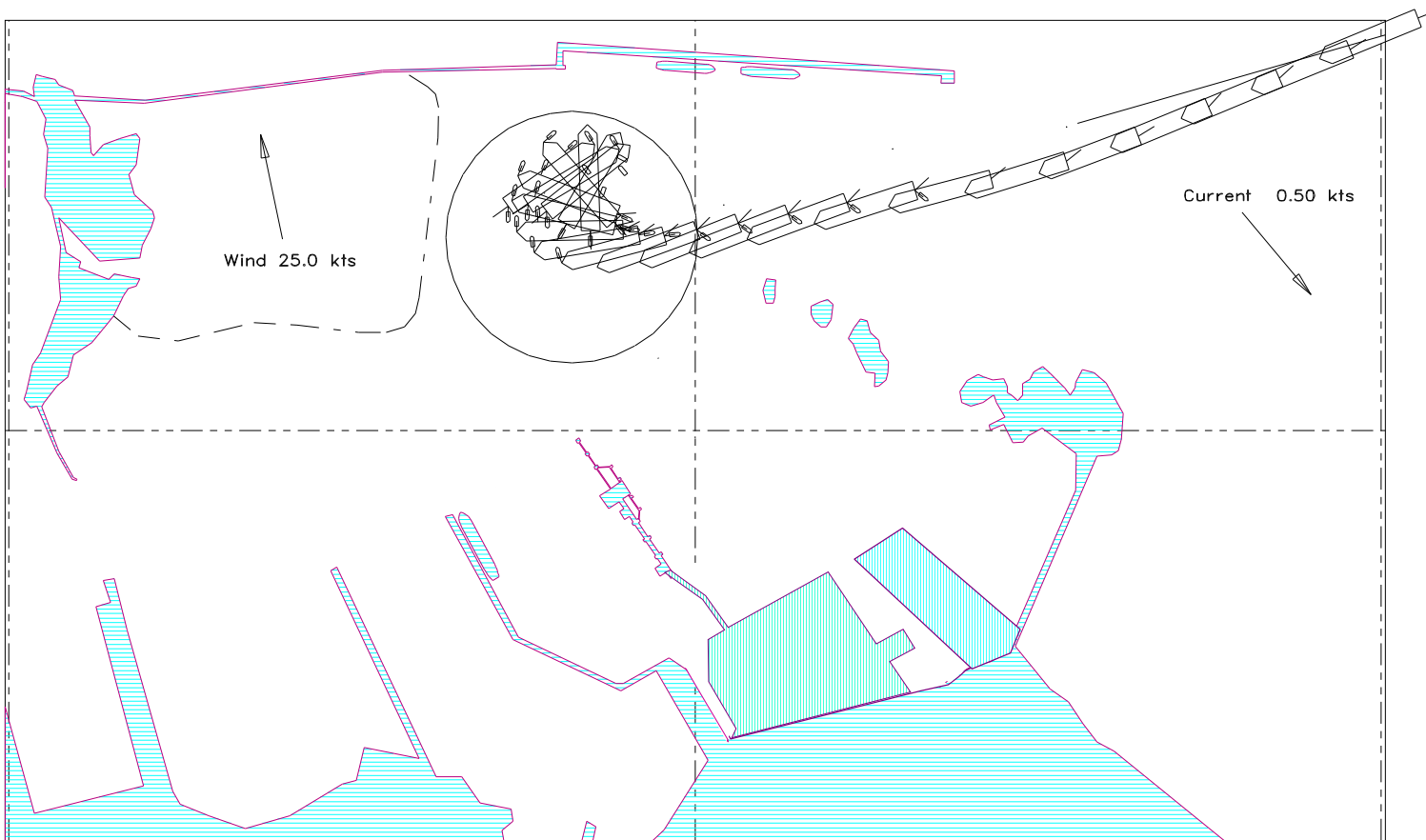


Brindisi (2) M 165000 m**3 Vessel. Run 22

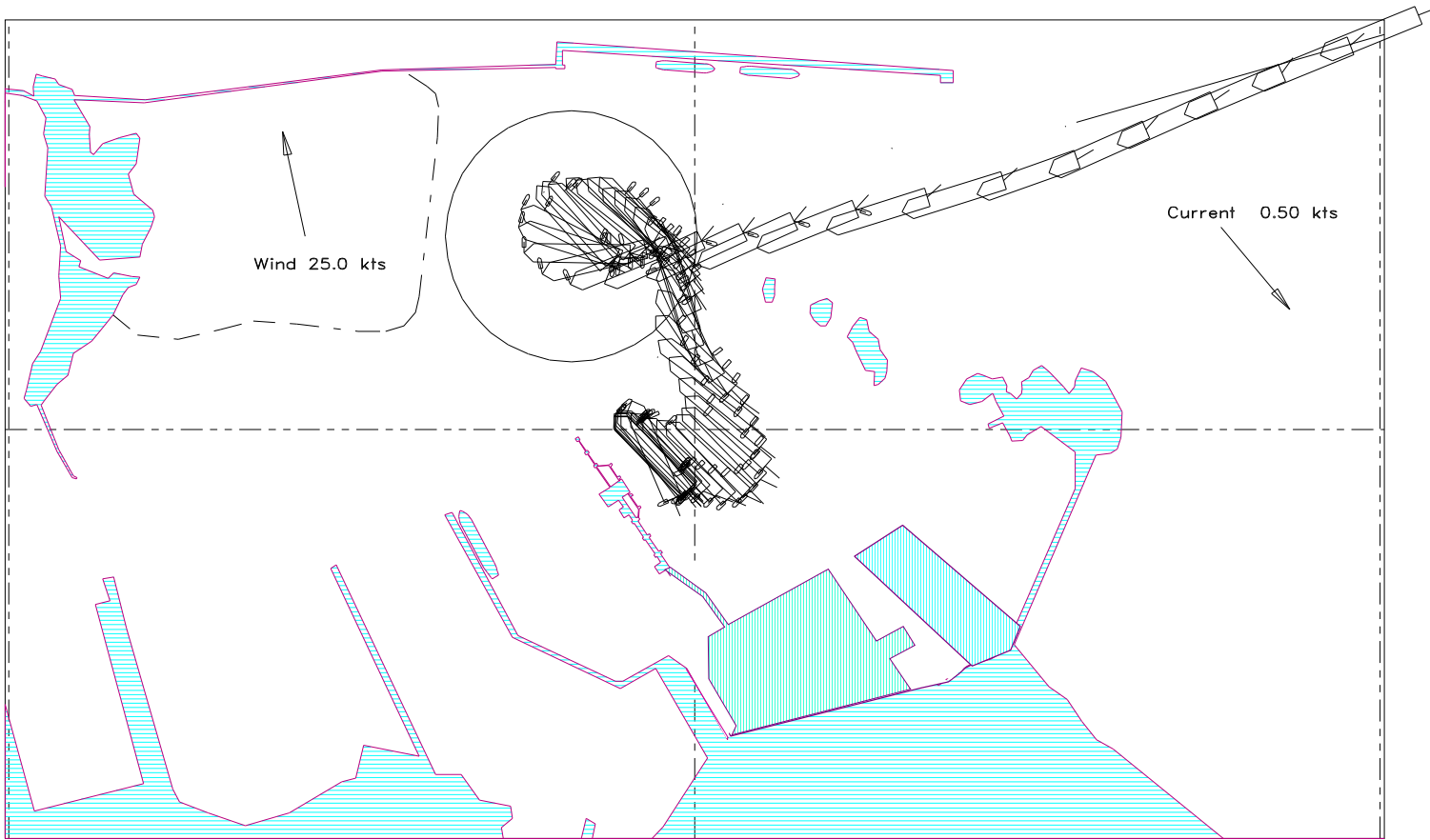


Brindisi (2) M 165000 m**3 Vessel. Run 23

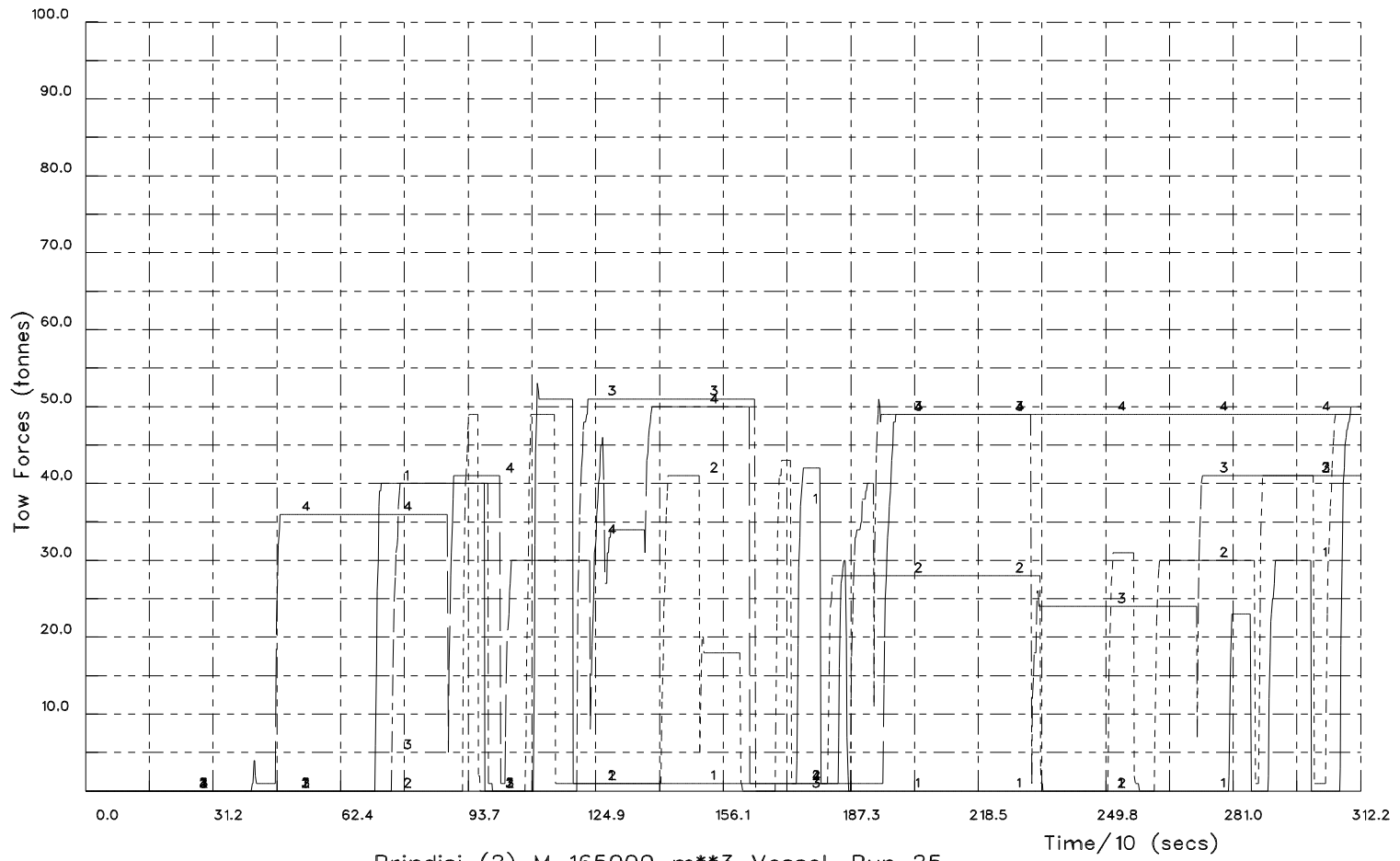




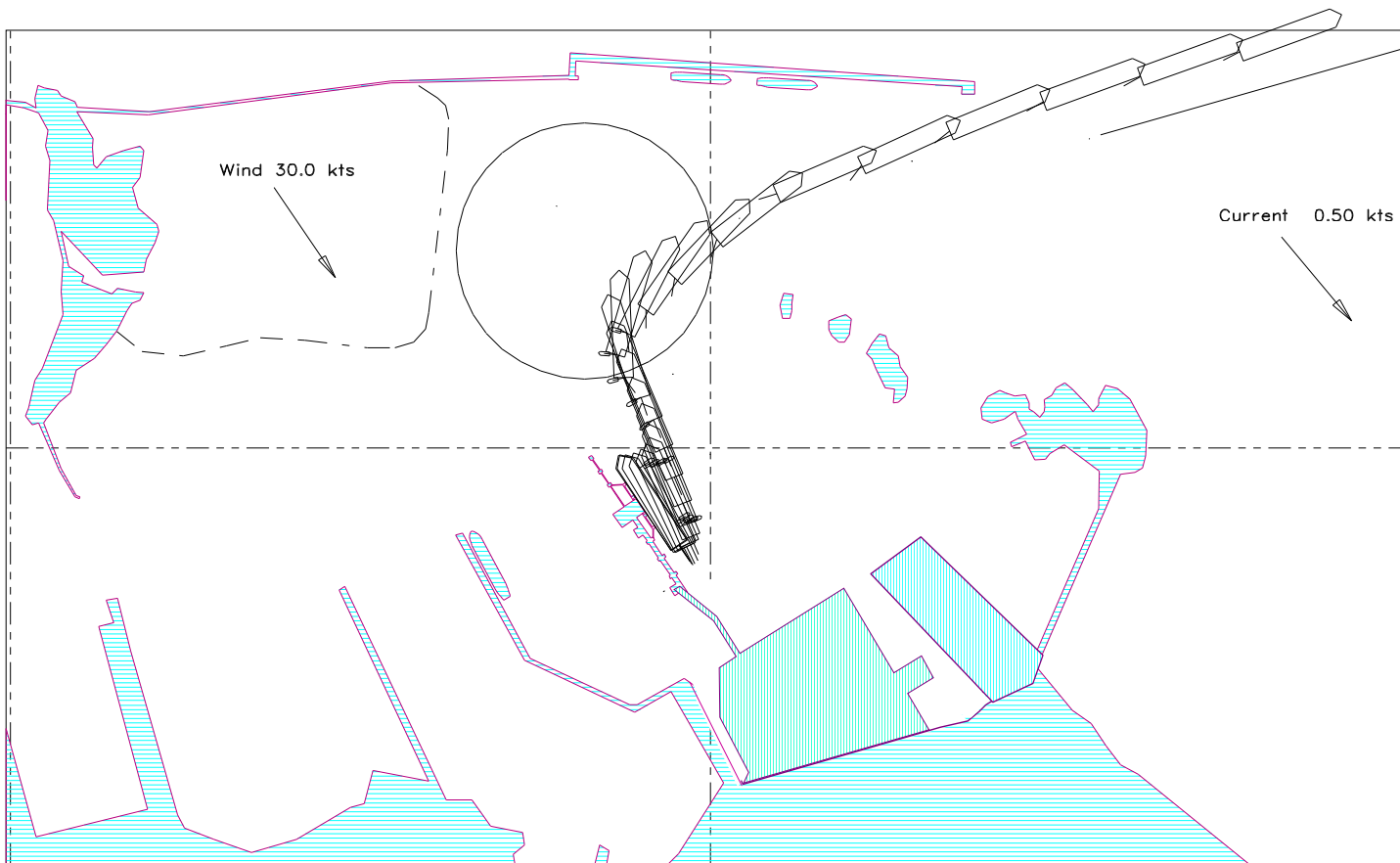
Brindisi (2) M 165000 m**3 Vessel. Run 24



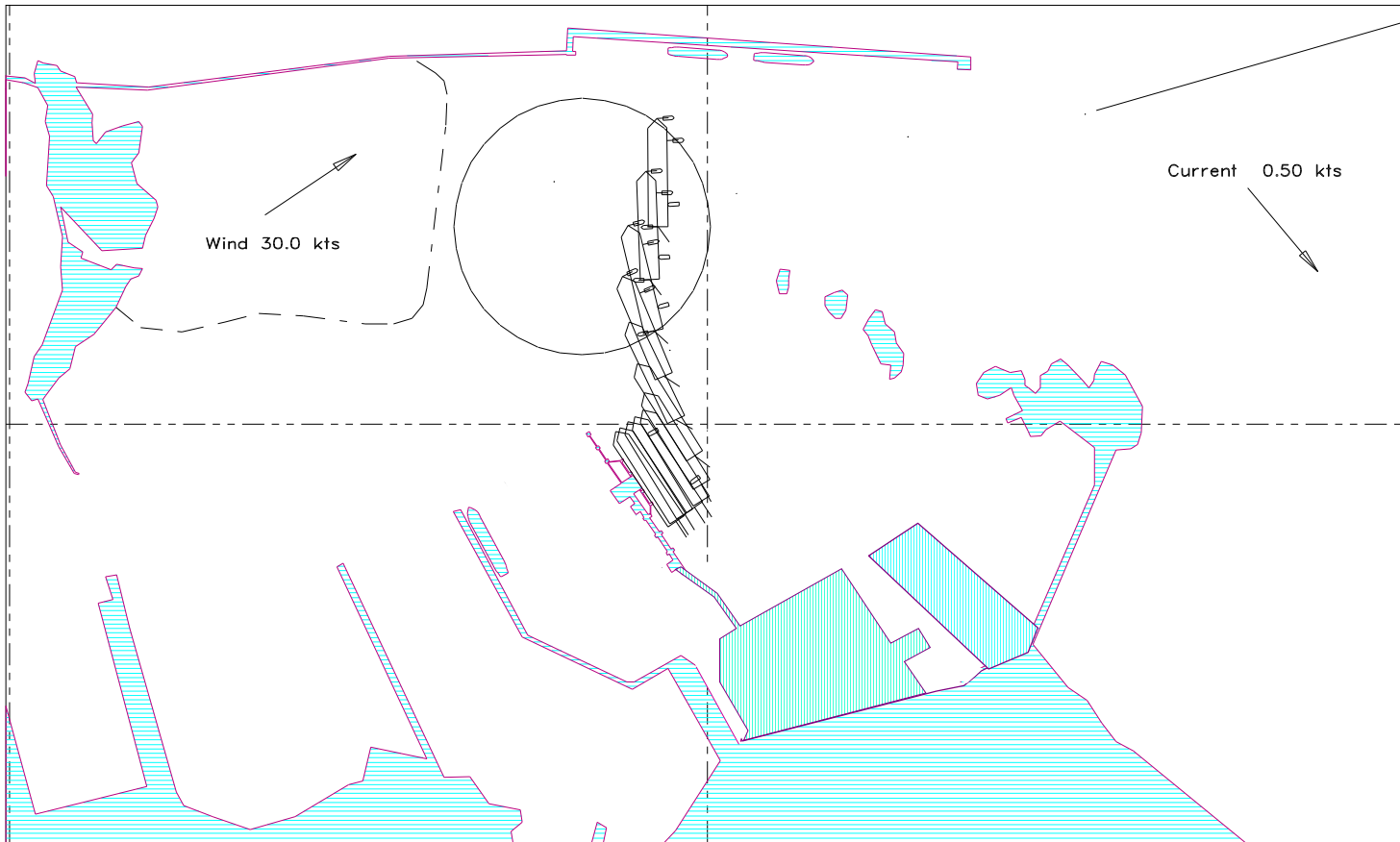
Brindisi (2) M 165000 m**3 Vessel. Run 25



Brindisi (2) M 165000 m**3 Vessel. Run 25



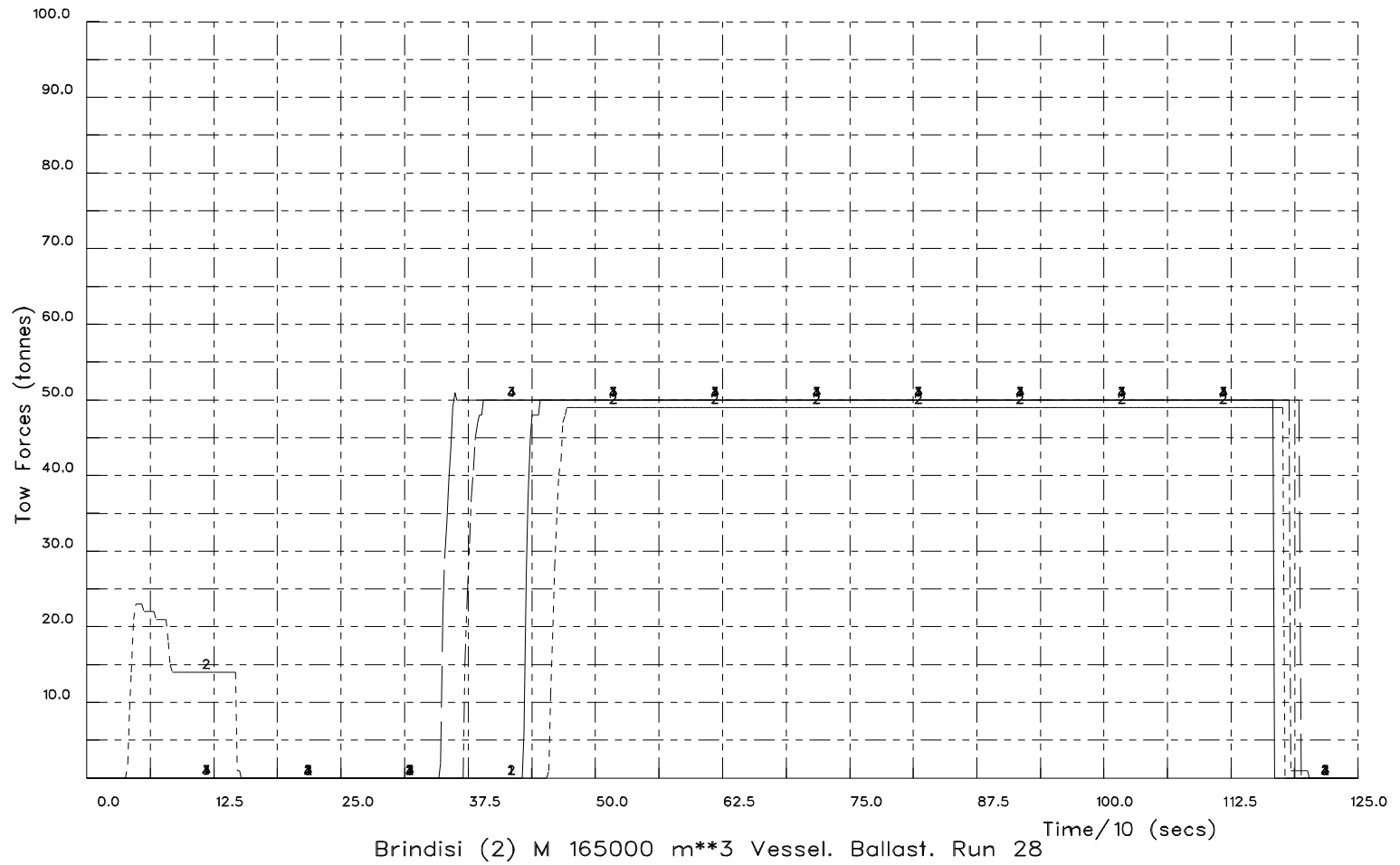
Brindisi (2) M 165000 m**3 Vessel. Ballast. Run 26

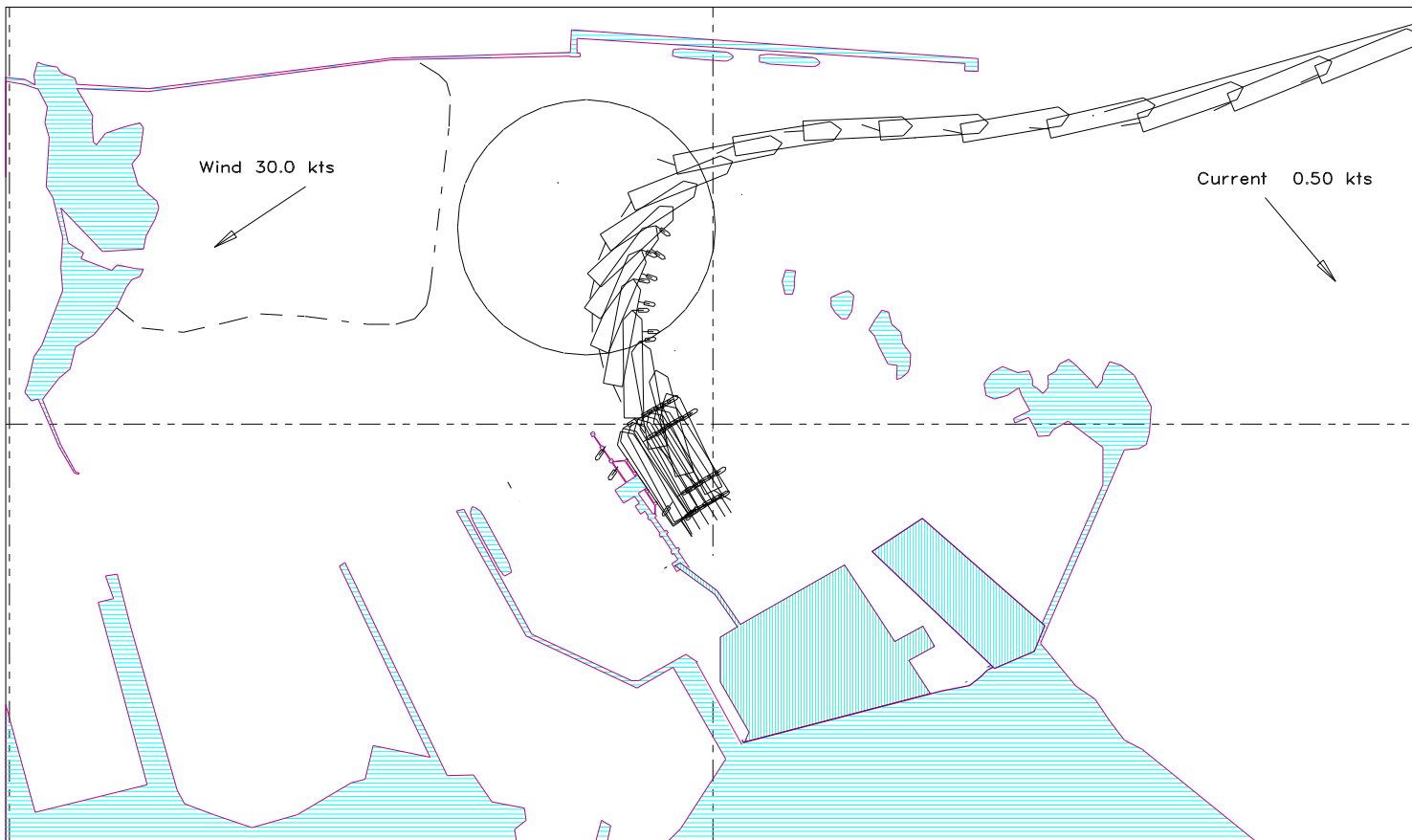


Brindisi (2) M 165000 m**3 Vessel. Ballast. Run 27

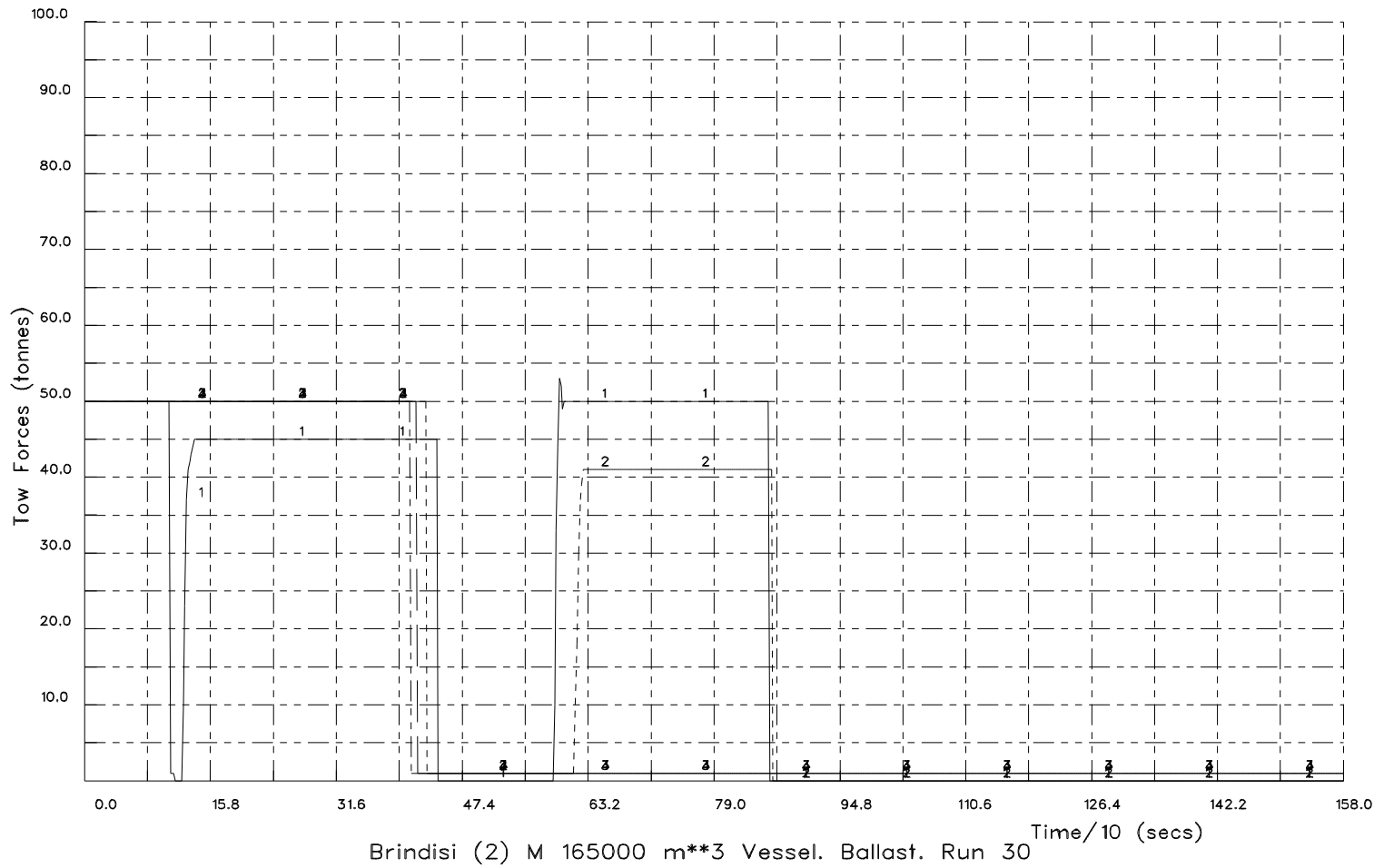


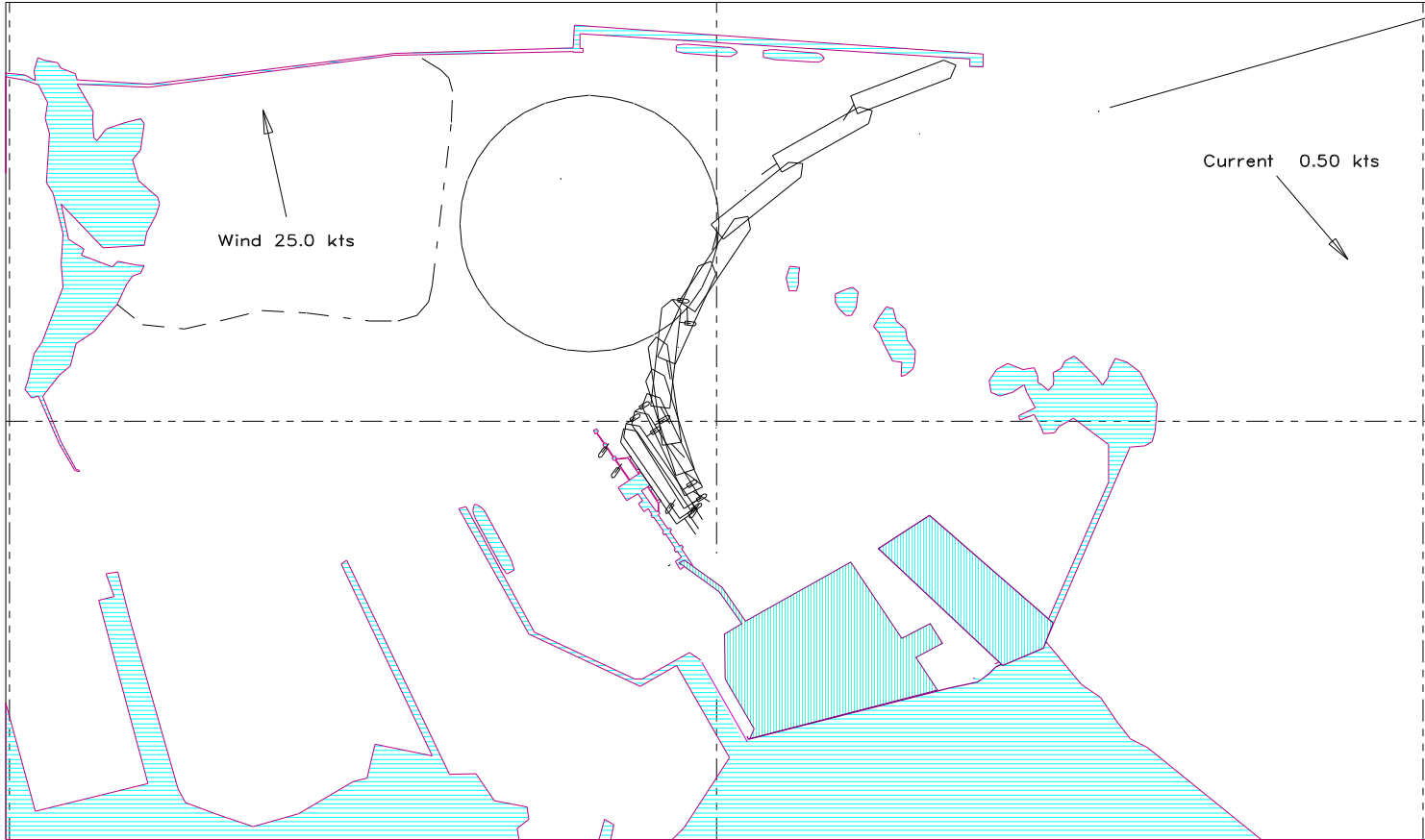
Brindisi (2) M 165000 m**3 Vessel. Ballast. Run 28



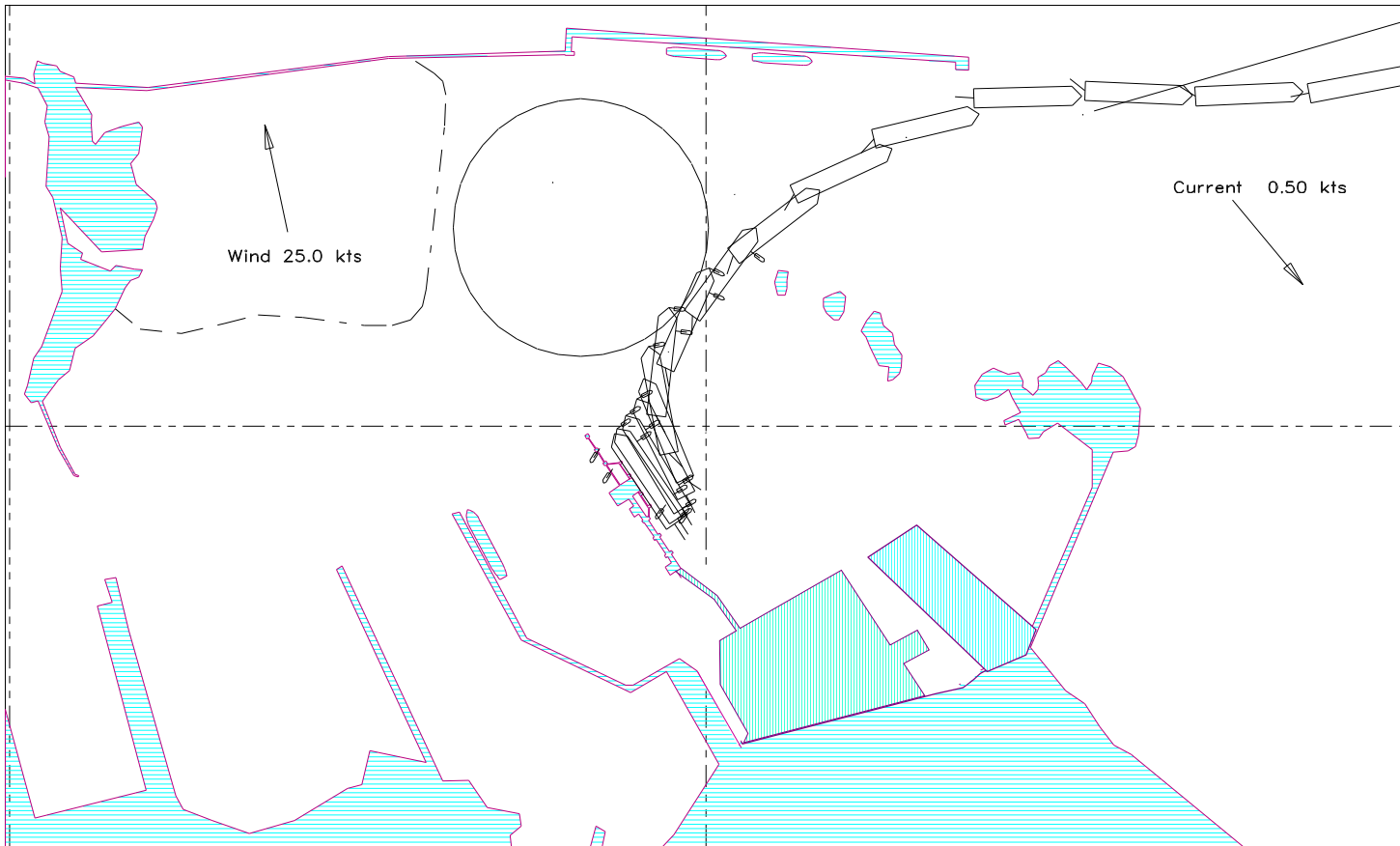


Brindisi (2) M 165000 m**3 Vessel. Ballast. Run 30





Brindisi (2) M 165000 m**3 Vessel. Ballast. Run 31



Brindisi (2) M 165000 m**3 Vessel. Ballast. Run 32

