

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y PROPONER
RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO
OPERACIONAL DEL TERMINAL PORTUARIO ENAPU –
ILO”**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR:

DAVID JHONATAN IPANAQUE DIAZ

ASESOR

Ing. LUIS ANTONIO DOMINGUEZ DÁVILA

LIMA- PERÚ

2021

© 2021, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados

“El autor autoriza a la UNI a reproducir la tesis en su totalidad o en parte, con fines estrictamente académicos.”

Ipanaque Diaz, David Jhonatan

dipanaquedcip@gmail.com

972930876

A Dios, a mi padre por inspirarme a ser mejor cada día, a mi madre por su amor, esfuerzo y dedicación.

ÍNDICE

RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
PRÓLOGO	9
LISTA DE CUADROS	10
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS.....	15
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	16
1.1. GENERALIDADES.....	16
1.2. PROBLEMÁTICA.....	17
1.3. OBJETIVOS.....	18
1.3.1. Objetivo General	18
1.3.2. Objetivos Específicos.....	18
1.4. HIPÓTESIS.....	18
1.4.1. Hipótesis General.....	18
1.4.2. Hipótesis Específicas	18
CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO	19
2.1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES	19
2.1.1. Puerto	19
2.1.2. Terminal Portuario.....	19
2.1.3. Muelle	25
2.1.4. Usuarios del puerto	27
2.1.5. Modalidades de operación portuaria	31
2.1.6. Área de influencia del terminal portuario	33
2.2. RENDIMIENTO OPERACIONAL PORTUARIO	34
2.2.1. Rendimiento operacional.....	34

2.2.2.	Capacidad.....	35
2.2.3.	Eficiencia portuaria.....	36
CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL T.P. ENAPU – ILO.....		37
3.1.	SITUACIÓN DE LA CARGA MOVILIZADA	37
3.1.1.	Carga granel sólido	40
3.1.2.	Carga contendorizada.....	41
3.1.3.	Carga fraccionada.....	43
3.2.	SITUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA PORTUARIA	44
3.2.1.	Infraestructura en mar	44
3.2.2.	Infraestructura en tierra	47
3.2.3.	Equipamiento portuario	50
3.3.	ÁREA DE INFLUENCIA DEL TP ENAPU – ILO	51
3.3.1.	Criterios para el Análisis del Área de Influencia del Terminal Portuario.....	54
3.3.2.	Metodología para la Delimitación de Área de Influencia	56
3.3.3.	Análisis de la actual y futura carga movilizada por el T.P. ENAPU – Ilo	63
3.4.	SITUACIÓN OPERATIVA ACTUAL DEL TERMINAL PORTUARIO.....	69
3.4.1.	Medición de tráfico	69
3.4.2.	Medición de la productividad de la carga en el atraque	72
3.4.3.	Medición de utilización	75
3.5.	REVISIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL TERMINAL PORTUARIO.....	78
3.5.1.	Servicio e infraestructura portuaria.....	78
3.5.2.	Situación puerto - ciudad.....	80
3.5.3.	Tasa de ocupación y operatividad en el terminal portuario	80
3.5.4.	Situación del modo de intercambio de la carga en la operación portuaria	81
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO OPERACIONAL DEL TERMINAL PORTUARIO ENAPU - ILO		83
4.1.	PUERTAS DE INGRESO Y SALIDA AL TERMINAL PORTUARIO.....	83
4.2.	MODALIDAD DE INTERCAMBIO DE LAS MERCANCÍAS	85

4.2.1	Situación N°1. Movimiento de Graneles Sólidos	86
4.2.2	Situación N°2. Movimiento de Contenedores	90
4.2.3	Situación N°3. Movimiento de Graneles Sólidos y Contenedores.....	92
4.3.	DISTRIBUCIÓN DE LAS ÁREAS PARA EL ALMACENAMIENTO.....	96
4.3.1.	Carga granel sólido – Grano de trigo	96
4.3.2.	Carga granel sólido – Nitrato de Amonio tipo Anfo.....	98
4.3.3.	Carga Contenedorizadora	98
4.3.4.	Carga Boliviana.....	99
	CAPÍTULO V: DESARROLLO PORTUARIO	102
5.1.	CRITERIOS BÁSICOS PARA EL REDISEÑO DEL TERMINAL PORTUARIO.	102
5.2.	FASES DE DESARROLLO.....	103
5.2.1.	Fase I – Terminal de granos	104
5.2.2.	Fase II – Modernización del terminal.....	116
5.3.	FASES DE INVERSIÓN.....	124
5.3.1.	Costos de Inversión - Fase I	125
5.3.2.	Costos de Inversión - Fase II	125
	CONCLUSIONES.....	127
	RECOMENDACIONES.....	129
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	131
	ANEXOS	134
	Anexo 1. Planos	134
	Anexo 2. Ficha técnica de los silos de almacenamiento para grano de trigo.....	135
	Anexo 3. Ficha técnica del Reach Stacker.....	137
	Anexo 4. Ficha técnica terminal truck – Kalmar	138
	Anexo 5. Cálculo de impedancia – Área de influencia	140

RESUMEN

El terminal portuario ENAPU – Ilo presenta condiciones favorables como localización, condiciones naturales, oferta de carga y hasta la posibilidad de movilizar cargas con origen y destino Bolivia; sin embargo, las actuales facilidades del terminal portuario carecen del adecuado grado de operatividad para atender a los clientes con el nivel idóneo de servicio que se requiere.

Para potenciar el crecimiento de la zona sur, el terminal de ENAPU – Ilo deberá alcanzar el máximo aprovechamiento de las instalaciones, mejorar la gestión, reorganizar sus operaciones de directo a indirecto a fin de alcanzar el máximo aprovechamiento de las instalaciones portuarias y propiciar la modernización de las facilidades portuarias existentes con mira de atención a las cargas futuras.

En este sentido se ha estudiado la situación actual del terminal portuario, en todos los aspectos como carga, infraestructura marítima y terrestre, influencia portuaria y rendimiento operacional, encontrándose con el problema que el terminal portuario no está trabajando ni al 30 % de su capacidad, es decir tiene poca actividad portuaria en todo el año, y cuando existen picos de carga está limitado por la forma en que opera, encontrándose principalmente tres variables que representan esta condición, la puerta de acceso al terminal que se congestiona cuando hay picos de descarga de granos de trigo y nitrato de amonio tipo – anfo, el modo de intercambio de carga y utilización y distribución inadecuada de las zonas de almacenamiento.

Por lo tanto, se plantea una serie de estrategias para llegar al máximo aprovechamiento de las instalaciones portuarias y en caso sea necesario contando con un mínimo de carga que justifique la inversión de modernizar el terminal portuario, con el fin de ofrecer las facilidades portuarias oportunas para atender adecuadamente la carga nacional o internacional.

Finalmente, en general se concluye que las primeras estrategias a implementar deberá ser cambiar totalmente el modo de intercambio de carga a indirecto, a fin de aumentar los ratios de atención a las cargas (embarque y descarga) y traslado hacia la zona de almacenamiento, de manera que disminuya los tiempos de permanencia de las naves en el muelle y de los vehículos de transporte de carga, así como también mejorar el uso del espacio existente y planificar mejor el uso de las vías y zonas de ingreso para aminorar la congestión interna y externa.

ABSTRACT

The ENAPU - Ilo port terminal presents favorable conditions such as location, natural conditions, cargo supply and even the possibility of moving cargo to and from Bolivia; however, the current facilities of the port terminal lack the adequate degree of operability to serve customers with the ideal level of service required.

In order to promote the growth of the southern area, the ENAPU - Ilo terminal will have to achieve maximum use of the facilities, improve management, reorganize its operations from direct to indirect in order to achieve maximum use of the port facilities and promote modernization of existing port facilities with a view to paying attention to future cargoes.

In this sense, the current port terminal has been studied, in all aspects such as cargo, maritime and land infrastructure, port influence and operational performance, finding the problem that the port terminal is not working even at 30% of its capacity. In other words, it has little port activity throughout the year, and when there are load peaks it is limited by the way it operates, with three main variables that represent this condition, the terminal access door that gets congested when there are grain unloading peaks. of wheat and ammonium nitrate type - amphi, the mode of load exchange and use and improper distribution of storage areas.

Therefore, a series of strategies is proposed to achieve the maximum use of the port facilities and, if necessary, having a minimum load that justifies the investment of modernizing the port terminal, in order to offer the appropriate port facilities for adequately attend to national or international cargo.

Finally, in general, it is concluded that the first strategies to be implemented should be totally the indirect mode of exchange of cargo, in order to increase the ratios of attention to cargo (loading and unloading) and transfer to the storage area, so to reduce the time of permanence of the ships in the dock and of the cargo transport vehicles, as well as improve the use of the existing space and better plan the use of the roads and entry areas to reduce internal and external congestion

PRÓLOGO

El muelle en el puerto es una de las partes de mayor costo de la infraestructura portuaria y debe analizarse como está operando, para conocer la utilización del mismo y establecer el tiempo que podría atender la demanda de la zona de influencia.

Analizada la operación del puerto se ha observado que el puerto no atiende con eficiencia la carga que está llegando, de seguir en esta forma de atención es muy corto plazo el puerto no podrá satisfacer la demanda existente en la región; para optimizar la atención de la carga se propone modificar la forma de operación y se analiza el tiempo de vida útil que le queda al puerto y se propone nuevas la construcción de nuevas facilidades y adquisición de equipamiento para prolongar la vida útil del puerto.

Asesor

LISTA DE CUADROS

Cuadro N°2.1 Clasificación de puertos y terminales portuarios	25
Cuadro N°2.2 Tipos de cargas	27
Cuadro N°2.3 Requerimientos según el tipo de carga.....	28
Cuadro N°2.4 Tipos de naves	31
Cuadro N°2.5 Ejemplo de categorías de medición, indicadores tipo y unidades	35
Cuadro N°3.1 Movimiento total de carga año 2014 - 2019 - T.P. ENAPU – Ilo...	37
Cuadro N°3.3 Modalidad intercambio de carga – 2018	39
Cuadro N°3.4 Estadística de la carga sólida a graneles	40
Cuadro N°3.5 Modalidad de intercambio de la carga a granel sólido	41
Cuadro N°3.6 Estadística de la carga contendorizada en toneladas	41
Cuadro N°3.7 Estadística de la carga contendorizada en contenedores llenos y vacíos	42
Cuadro N°3.8 Contenedores movilizados por Southern Peru Corporation	42
Cuadro N°3.9 Modalidad de intercambio de los contenedores llenos.....	43
Cuadro N°3.10 Modalidad de intercambio de los contenedores vacíos.....	43
Cuadro N°3.11 Características de las zonas de atraque	44
Cuadro N°3.12 Uso de amarraderos por tipo de carga.....	46
Cuadro N°3.13 Áreas de almacenamiento	47
Cuadro N°3.14 Equipamiento en el termina ENAPU – Ilo	51
Cuadro N°3.15 Días de cierre de Puerto	52
Cuadro N°3.16 Producción nacional de cobre en regiones del sur – Año 2018..	55
Cuadro N°3.17 Producción por empresas de cobre en regiones del sur – Año 2018.....	55
Cuadro N°3.18 Clasificación de la infraestructura terrestre	57
Cuadro N°3.19 Tipo de Superficie.....	57
Cuadro N°3.20 Factor de corrección según tipo de vía y superficie	59
Cuadro N°3.0.21 Principales nodos de producción al norte.....	60
Cuadro N°3.22 Nodos de producción al norte de los principales proyectos mineros	61
Cuadro N°3.23 Nodos de producción al sur de los principales proyectos mineros en cartera.....	62
Cuadro N°3.24 Impedancia de los nodos de producción	63
Cuadro N°3.25 Tarifas T.P. ENAPU – Ilo y Puerto de Arica	66
Cuadro N°3.26 Capacidad en los diferentes momentos del terminal portuario...68	
Cuadro N°3.27 Movimiento de carga año 2014 – 2019	70

Cuadro N°3.28 Movimiento de carga año 2014 – 2019	71
Cuadro N°3.29 Movimiento de los principales tipos de carga para el año 2019	72
Cuadro N°3.30 Rendimiento de la carga año 2018	75
Cuadro N°3.31 Tiempo de permanencia y trabajo detallado para el año 2018... ..	75
Cuadro N°3.32 Cantidad de naves años 2015 – 2018.....	77
Cuadro N°3.33 Tiempo de permanencia y trabajo por nave.....	77
Cuadro N°3.34 Tiempo de permanencia TP ENAPU – Ilo y Matarani	77
Cuadro N°3.35 Tiempo de ocupación TP ENAPU – Ilo	78
Cuadro N°4.1 Cantidad de camiones contenedores/hora que pasan por el único acceso al terminal portuario	84
Cuadro N°4.2 Cantidad de camiones graneleros/hora para dos modalidades....	85
Cuadro N°4.3 Carga de grano de trigo movilizado para el mes de estudio Diciembre – 2018.....	86
Cuadro N°4.4 Ton diarias de granel sólido con modalidad indirecta.....	88
Cuadro N°4.5 Carga de granel movilizada de manera indirecta por día	89
Cuadro N°4.6 Carga Contenedorizada movilizado para el mes de estudio Septiembre – 2018.....	90
Cuadro N°4.7 Tarifario por almacenamiento de la carga contenedorizada.....	93
Cuadro N°4.8 Tarifario por almacenamiento de la carga sólida a granel	93
Cuadro N°4.9 Tarifario por almacenamiento de la carga contenedorizada.....	100
Cuadro N°5.1 Rendimiento de las cintas transportadoras por tipo de material .	107
Cuadro N°5.2 Datos para el cálculo de la capacidad dinámica – Fase I.....	111
Cuadro N°5.3 Requerimiento de contenedores/grúa/nave	112
Cuadro N°5.4 Número de grúas.....	113
Cuadro N° 5.5 Número de Reach Stacker.....	113
Cuadro N°5.6 Número de Terminal Truck	114
Cuadro N°5.7 Toneladas de carga fraccionada a atender por montacargas	114
Cuadro N°5.8. Rendimiento por semana.....	114
Cuadro N°5.9 Toneladas a atender por montacargas	115
Cuadro N°5.10 % de Ocupación - Fase I	116
Cuadro N°5.11 Datos para el cálculo de la capacidad dinámica – Fase II.....	120
Cuadro N°5.12 Requerimiento de contenedores/grúa/nave	121
Cuadro N°5.13 Número de grúas.....	122
Cuadro N°5.14 Número de Reach Stacker.....	122
Cuadro N°5.15 Número de Terminal Truck	123
Cuadro N°5.16 Toneladas a atender por montacargas	123
Cuadro N°5.17 Rendimiento por semana.....	123

Cuadro N°5.18 Toneladas a atender por montacargas	123
Cuadro N°5.19 % de ocupación – Fase II	124
Cuadro N°5.20 Costos de inversión – Fase I	125
Cuadro N°5.21 Costos de inversión – Fase II.....	125

LISTA DE FIGURAS

Figura N°2.1 Área del terminal portuario	21
Figura N°2.2 Subsistema de carga y descarga	22
Figura N°2.3 Subsistema de almacenamiento.....	22
Figura N°2.4 Subsistema de recepción y entrega	23
Figura N°2.5 Subsistema de transporte interno.....	24
Figura N°2.6 Subsistemas en un terminal portuario de contenedores	24
Figura N°2.7 Puerto Matarani – Obras de abrigo y muelle marginal.....	26
Figura N°2.8 Puerto San Nicolás – Muelle longitudinal y espigón	26
Figura N°2.9 Puerto Melchorita - Muelle de Dolphines	27
Figura N°2.10 Terminales de carga a granel líquida.....	29
Figura N°2.11 Terminales de carga a granel sólida.....	29
Figura N°2.12 Terminales de carga a granel sólida.....	30
Figura N°2.13 Terminales de carga rodante.....	30
Figura N°2.14 Categoría de los barcos	31
Figura N°2.15 Principales operaciones portuarias.....	32
Figura N°3.1 Movimiento total de carga año 2014 - 2019 - T.P. ENAPU – Ilo	38
Figura N°3.2 Precio Mensual - Mineral de hierro (\$/TMS)	38
Figura N°3.3 Modalidad intercambio de carga – 2018.....	39
Figura N°3.4 Ubicación de los amarraderos.....	45
Figura N°3.5 Utilización de los amarraderos	45
Figura N°3.6. Zonas de almacenamiento en el terminal portuario ENAPU – Ilo .	48
Figura N°3.7 Estructuras sobre la zona de almacenamiento.....	49
Figura N°3.8 Balanzas en el terminal portuario ENAPU – Ilo	50
Figura N°3.9 Distancia entre T.P ENAPU – Ilo y Punta Coles	52
Figura N°3.10 T.P ENAPU – Ilo y Southern	53
Figura N°3.11 Red Vial en la zona de interés.....	53
Figura N°3.12 Infraestructura terrestre al sur del Perú	58
Figura N°3.13 Principales unidades mineras en la zona de interés	60
Figura N°3.14 Principales proyectos en carta de minerales en la zona de interés	61
Figura N°3.15 Área de Influencia del terminal portuario ENAPU – Ilo	64
Figura N°3.16 Capacidad prevista vs capacidad límite del T.P. ENAPU – Ilo....	69
Figura N°3.17 Tráfico de carga en toneladas entre los años 2014 – 2019	70
Figura N°3.18 Movimiento de carga año 2014 – 2019.....	71
Figura N°3.19 Movimiento de los principales tipos de carga para el año 2019...	72
Figura N°3.20 Proceso de descarga de la carga a granel sólido trigo en el T.P.	

ENAPU – Ilo.....	73
Figura N°3.21 Proceso de descarga y carga de contenedores y carga fraccionada en el T.P. ENAPU – Ilo.....	74
Figura N°3.22 Rendimiento de la carga año entre ENAPU – MATARANI para el año 2018.....	75
Figura N°3.23 Situación de la zona de almacenamiento – Zona N°3	79
Figura N°3.24 Situación de la zona de almacenamiento – Zona N°4	79
Figura N°4.1. Puerta de acceso y salida de mercancías del T.P. ENAPU – ILO	83
Figura N°4.2 Tiempo de los graneles sólidos dentro del terminal portuario para la modalidad directa.....	87
Figura N°4.3 Tránsito del camión dentro del terminal portuario para modalidad directa	87
Figura N°4.4 Tiempo de los graneles sólidos dentro del terminal portuario para la modalidad indirecta.....	88
Figura N°4.5 Tránsito del camión dentro del terminal portuario para modalidad indirecta	89
Figura N°4.6 Tiempo de los contenedores dentro del terminal portuario	90
Figura N°4.7 Tránsito del camión dentro del terminal portuario para modalidad indirecta	91
Figura N°4.8 Tiempo de entre el muelle – zona de almacenamiento para carga sólida	94
Figura N°4.9 Tiempo de entre la puerta de acceso – zona de almacenamiento para carga contendorizada.....	95
Figura N°4.10 Densidad de acopio para diversos materiales (Ton/m3).....	97
Figura N°4.11 Carga en tránsito de/para Bolivia, 2011-2019 (Ton)	99
Figura N°5.1 Distribución de la Fase N°1	104
Figura N°5.2 Zona de Silos – Fase N°1	105
Figura N°5.3 Descarga de granos con grúa y clamshell en el muelle	106
Figura N°5.4 Tolva de recepción – Faja transportadora – silo de almacenamiento	106
Figura N°5.5 Señalización en la salida de los camiones de grano.....	107
Figura N°5.6 Zona de Contenedores – Fase N°1	108
Figura N°5.7 Capacidad de almacenamiento para carga de contenedores	110
Figura N°5.8 Distribución de la Fase N°2.....	117
Figura N°5.9 Rompeolas para ganar área al mar	119
Figura N°5.10 Zona de contenedores - Fase N°2.....	119

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

LSPN: Ley de Sistema Portuario Nacional

APN: Autoridad Nacional Portuaria

TEU: Twenty-foot Equivalent Unit - Contenedor de 20 pies

FEU: Forty-foot Equivalent Unit - Contenedor de 40 pies

UNCTAD: United Nations Conference on Trade and Development

MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

SINAC: Sistema Nacional De Carreteras

ENAPU: Empresa Nacional de Puertos

S.P.C.C: Souther Peru Copper Corporation

Te: Tiempo de espera

Ts: Tiempo de servicio

DWT: Dead weight tonnage - Unidad de medida que incluye el peso del combustible, tripulación, carga, etc., expresada en toneladas de 1 000Kg.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES

A medida que el volumen de carga a través de los puertos en el Perú se incrementa surge la necesidad de analizar la situación actual de los puertos para desarrollar el marco necesario que permita plantear y planificar las estrategias de crecimiento de los puertos.

Asimismo, durante los últimos años se muestra un evidente crecimiento de producción y consumo en el sur del Perú, como se demuestra en el caso de producción en futuros proyectos de minería de gran inversión por ejemplo, en Moquegua con Quellaveco y Los Calatos; Puno con Santo Domingo; Arequipa con Tía María y Don Javier, entre otros importantes (Dirección de Proyectos Mineros – MINEN, 2019); asimismo con respecto al consumo relacionado con el grano de trigo, y para atender el consumo nacional es necesario importar este grano para abastecer la demanda interna dado que la producción nacional no logra abastecerla, por ello cerca del 90% de trigo que se consume es importado principalmente de Canadá, Estados Unidos y Rusia (Gestión, 2016)

Los puertos nacionales han tenido un crecimiento sostenido en el volumen de cargas, desde el año 2010 al 2019 la evolución del crecimiento de carga fue de un 55% (Área de Estadísticas – APN, 2020), entre cargas importadas o exportadas de tipo granel sólido, contenedorizada y carga general. Bajo esta realidad, el aumento del tráfico de carga condiciona la vida útil de los puertos, es decir, que estén al límite o lleguen antes de lo esperado a las toneladas que puedan mover de acuerdo con sus características físicas, tecnológicas y de servicios.

En vista de esto, el terminal portuario ENAPU – Ilo, está enfocado primeramente a alcanzar el máximo aprovechamiento de las instalaciones portuarias frente a las posibles limitaciones, seguido de modernizar las facilidades portuarias existentes si se justifica las inversiones con el aumento de carga, ofreciendo un mejor nivel de servicio y siendo competitivo frente a los puertos sureños dentro del área de influencia, donde en un futuro se espera un aumento de la carga generada nacional o la desviación de carga boliviana al terminal portuario nacional.

1.2. PROBLEMÁTICA

Cuando se construyó el terminal portuario en los años 70, la ciudad de Ilo era pequeña, el terminal se ubicó a pocas cuadras del centro de la ciudad, siendo beneficioso para ambas partes, sin embargo con el paso de los años, el crecimiento de la ciudad ha sido considerablemente alto dejando completamente rodeado al terminal portuario por los espacios urbanos, además con tráfico en las vías de conexión al norte y al sur de la ciudad portuaria; el panorama es semejante por el mar, las instalaciones marítimas del T.P. ENAPU – Ilo están rodeadas por el terminal portuario Southern Peru Copper Corporation y un terminal pesquero, sin posibilidades reales de expansión.

Desde el punto de vista interno al terminal portuario ENAPU – Ilo, cuenta en el mar con un muelle de 300 metros subutilizado y el área de tierra limitada, con suelo rocoso y constituyendo explanadas a diferentes niveles, separadas por taludes pronunciados y aunque cuenta con equipamiento estos se encuentran limitados en cuanto a operaciones y rendimiento, para la atención de cargas, que no permiten la optimización del espacio.

En base a lo antes mencionado, se va a desarrollar un proceso de evaluación de la situación actual, de manera de conocer y entender las verdaderas causas del porqué de la situación, es por ello que surgen algunas de las siguientes preguntas ¿Cuál es su situación actual?, ¿Es suficiente la infraestructura del terminal portuario?, ¿Está siendo operado de la mejor forma?, ¿Cuáles son los puntos más débiles del terminal portuario?, ¿El intercambio de cargas es el más adecuado?, ¿Qué necesita?, ¿Qué requerirá ante el posible aumento de carga nacional o internacional? Todas estas preguntas surgen y generan la investigación en la presente tesis.

La pregunta principal que surge es en base al análisis de la situación actual del terminal portuario. ¿El terminal portuario ENAPU – Ilo cuenta con un rendimiento operacional adecuado y si en caso no lo fuera, qué acciones se deberán realizar para apuntar a la mejor utilización del terminal portuario en base cargas actuales y en miras a las cargas futuras?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

- Análisis de la situación actual y en base a esto se podría proponer recomendaciones para mejorar el rendimiento operacional del terminal portuario ENAPU – Ilo.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar las variables más representativas que inciden actualmente en el rendimiento operacional portuario.
- Evaluar del área de influencia del puerto buscando nuevas ofertas de cargas tanto nacionales como extranjeras, con el fin de incrementar la movilización de cargas en el terminal portuario.
- Proponer alternativas en caso se requiera y en base al análisis de la situación actual, para mejorar las condiciones de rendimiento operacional portuario para las cargas actuales y las posibles cargas futuras.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis General

- El análisis de la situación actual indica que se debe proponer recomendaciones para mejorar el rendimiento operacional del terminal portuario ENAPU – Ilo.

1.4.2. Hipótesis Específicas

- Existen variables representativas que inciden actualmente en el rendimiento operacional portuario.
- Se obtiene el área de influencia donde existen nuevas ofertas de cargas tanto nacionales como extranjeras, que incrementan la movilización de cargas en el terminal portuario.
- Las alternativas propuestas obtienen mejoras en las condiciones de rendimiento operacional portuario para las cargas actuales y las posibles cargas futuras.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES

Antes de comenzar con el análisis es necesario empezar por definir algunos conceptos importantes que serán necesarios para explicar el análisis portuario:

2.1.1. Puerto

La Ley del Sistema Portuario Nacional del Perú (en adelante LSPN) – Ley N°27943 lo define como: “Aquella zona geográfica y unidad económica donde se ubican los terminales, instalaciones e infraestructura, terrestres y acuática, pudiendo ser natural o artificial, adecuada para el correcto desarrollo de actividades portuarias”.

Sin desmerecimiento a lo anterior, se plantea la definición moderna del puerto dada por la UNCTAD, que dice lo siguiente: “Los puertos actúan como intercambiadores modales entre los diferentes modos de transporte y representan centros de transporte. Asimismo, son mercados multifuncionales y áreas comerciales e industriales donde las cargas no sólo están en tránsito, sino que también son manipuladas, manufacturadas y distribuidas. Ciertamente los puertos son sistemas multifuncionales que para desarrollarse adecuadamente debe estar comprendido a una cadena logística integral. Además del requerimiento de superestructura, infraestructura y equipamiento; un puerto eficiente deberá poseer adecuadas comunicaciones físicos o informáticos, un equipo de gestión aplicado y motivado, y mano de obra con suficiente calificación.” (UNCTAD, 1992)

Entonces, se puede decir que el puerto pertenece a una cadena logística integral (centro de producción – consumidor) el cual conforma un conjunto de elementos físicos (obras e instalaciones) y de actividades (organizaciones y servicios) ubicadas en lugares más o menos favorables de la costa donde se realizan operaciones de intercambio de cargas entre el transporte acuático y terrestre o viceversa.

2.1.2. Terminal Portuario

La LSPN menciona lo siguiente: “Un terminal portuario la unidad operativa de un puerto, habilitada para proporcionar donde se realiza el intercambio modal y servicios portuarios; incluye la infraestructura, las áreas de almacenamiento

transitorio y las vías internas de transporte”

Por intercambio modal se refiere al intercambio de mercancías entre los modos terrestre y acuático o viceversa en adecuadas condiciones (Monfort, Aguilar, Vieira, Monterde, Obrer, Calduch, Martí y Sapiña, 2011)

Se puede afirmar entonces que un terminal portuario forma parte de un puerto y es donde se realizan las actividades y se prestan servicios portuarios de manera que se de las mejores condiciones para la eficiencia, costo, seguridad y respeto al medio ambiente.

De acuerdo (Chang & Carbajal, 2012) “El terminal portuario está conformado por:

1. La infraestructura portuaria, lo constituyen las obras de ingeniería civil necesarias para brindar un nivel adecuado de servicios portuarios
 - Muelles y áreas de respaldo
 - Superficie para el almacenamiento
 - Conexiones internas como vías, pasillos, etc.

2. La superestructura portuaria, lo constituye los equipos e instalaciones fijas o móviles necesarias para brindar un nivel adecuado de servicios portuarios
 - Equipos de carga/descarga
 - Equipos de carga/descarga
 - Equipos e instalaciones en el área de almacenamiento
 - Edificios, talleres, oficinas, etc.

Además, el terminal portuario se encuentra delimitado por la infraestructura de acceso marítimo y la infraestructura de acceso terrestre. El primero lo conforman los círculo de maniobras, canales, rompeolas, y señalización, entre otros; mientras que el segundo lo conforman las carreteras, rieles para ferrocarriles, entre otros.”

En la siguiente figura se muestra la descripción del terminal portuario.

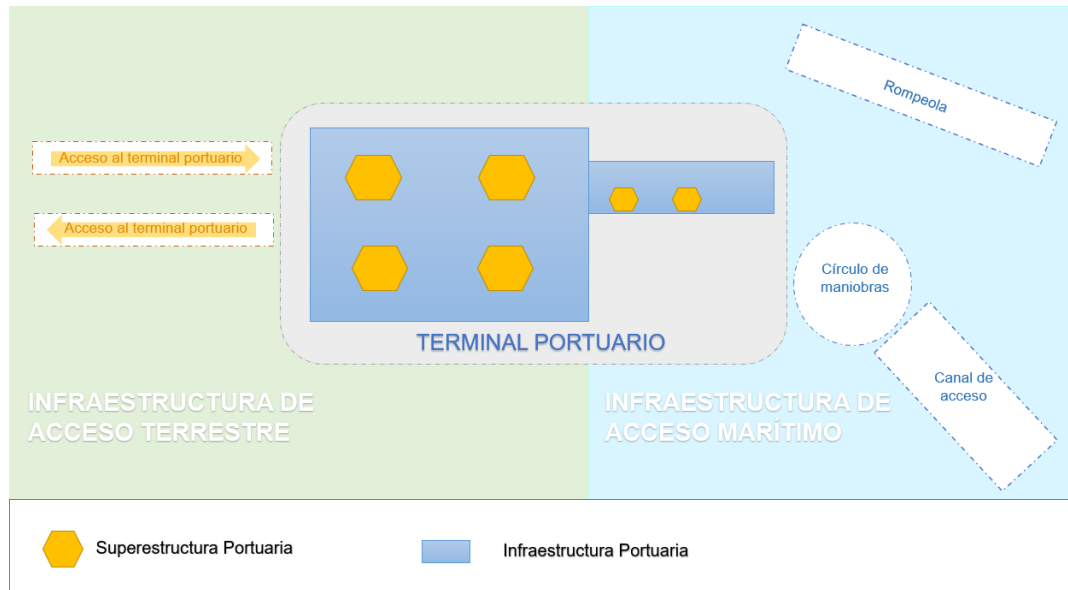


Figura N°2.1 Área del terminal portuario
Fuente: Adaptado de Trujillo y Nombela - Elaboración Propia

2.1.2.1. Descripción sistemática de las operaciones en los terminales portuarios

El terminal portuario es un sistema que integra la conexión física e informática con las redes de transporte terrestre y marítimas con el fin de desarrollar los procesos de intercambio modal

Taleb-Ibrahimi (1989) y Holguín & Jara (1999) consideran desde un punto de vista sistémico, el terminal portuario está asociado cuatro subsistemas: subsistema de carga y descarga, subsistema de almacenamiento, subsistema de recepción y entrega, subsistema de interconexión interna, los cuales interactúan a modo de completar la transferencia modal.

- a. Subsistema de carga y descarga: Es el punto de inicio del intercambio modal, que tiene como usuarios principales la nave y la carga. Para el funcionamiento de este subsistema se interrelacionan todos los aspectos de ingeniería civil, equipamiento y todos los agentes involucrados con el fin de disminuir el tiempo de permanencia de la nave en el muelle (puestos de atraque).



Fuente: Rebot Corp



Fuente: Terminal Cuenca del Plata – Uruguay

Figura N°2.2 Subsistema de carga y descarga

- b. Subsistema de almacenamiento: Generalmente ocupan el mayor porcentaje de la superficie portuaria, tienen como objetivo servir de zonas de acopio o almacenamiento de las mercancías importadas o exportadas. Además, su distribución y tamaño está fuertemente relacionado con el resto de subsistemas y en la forma en que trabajan los medios de manipulación de mercancías presente en este subsistema.



Fuente: Terminal de Omega Fuels – España



Fuente: Terminal de CAPSA – España

Figura N°2.3 Subsistema de almacenamiento

- c. Subsistema de recepción y entrega: Es la interfaz entre la zona de almacenamiento y el ingreso o salida del terminal portuario. Lo involucran principalmente las puertas de ingreso y salida, los accesos al terminal portuario, los espacios necesarios para desarrollar esta operación y todos los agentes involucrados en la facilitación de alto volumen de información que se adquiere en este subsistema.



Fuente: Puerto de Vigo – España



Fuente: TP Ilo – ENAPU – Perú

Figura N°2.4 Subsistema de recepción y entrega

- d. Subsistema de transporte interno: Relaciona la conexión o transporte horizontal entre los subsistemas, comprende la tecnología adaptada para los movimientos físicos y de información que se desarrollan en este subsistema.



Fuente: Ferromex



Fuente: Neon Engineers

Figura N°2.5 Subsistema de transporte interno

A continuación, en el siguiente gráfico se muestra, a manera de ejemplo, la distribución de cada subsistema en un terminal portuario de contenedores

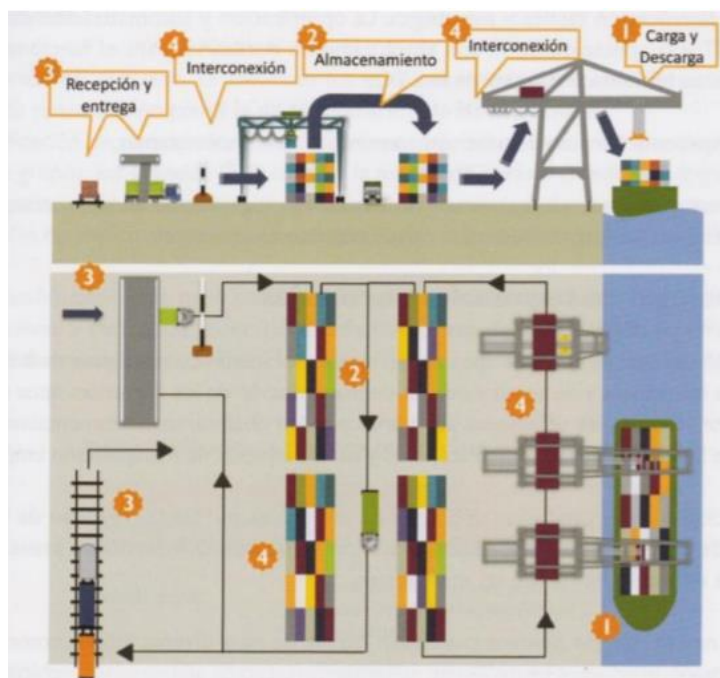


Figura N°2.6 Subsistemas en un terminal portuario de contenedores

Fuente: (Monfort et al, 2011)

2.1.2.2. Clasificación de los puertos y terminales portuarios según la LSPN

El Sistema Nacional Portuario en la Ley N°27943 establece que todos los puertos y terminales portuarios se clasifican en cinco características, las cuales se enumeran en el siguiente cuadro:

Cuadro N°2.1 Clasificación de puertos y terminales portuarios
 Fuente: Adaptado de la Ley del Sistema Nacional Portuario.

Clasificación según		Definición
Titularidad	Público	Infraestructura e instalaciones son de propiedad del Estado.
	Privado	Infraestructura e instalaciones son de propiedad privada.
Uso	General	Las obras e instalaciones portuarias están a disposición de cualquier solicitante.
	Exclusivo	El uso de las obras e instalaciones portuarias son para sus propios fines y pueden ofrecer servicios a terceros.
Actividad	Especializado	Operan para atender barcos especializadas, para transportar solamente un tipo de carga: contenedores o graneles líquidos, sólidos (secos), o gaseosos, estos barcos no cuentan con equipo para cargar o descargar la mercancía que transportan, pero si el terminal portuario.
	Multipropósito	Operan para atender barcos no especializados, que transportan todo tipo de mercancía, que cuentan con equipo para cargar y descargar la mercancía que transportan.
Ubicación	Marítimo	Según la ubicación en el área del territorio nacional correspondiente al espejo de agua donde opera.
	Fluvial	
Alcance	Nacional	Son de competencia exclusiva de la APN.
	Regional	Son de competencia de la Autoridad Portuaria Regional respectiva.

2.1.3. Muelle

Los muelles son considerados como uno de los elementos más importantes del terminal portuario porque sirven como enlace entre el transporte marítimo y terrestre. Es una estructura donde atraca o asegura la nave para luego realizar la descarga o embarque o ambas operaciones.

Existen varios tipos de muelles, en la presente tesis se ha visto conveniente clasificarlos según su ubicación.

A continuación, se describen los tipos de muelles:

2.1.3.1. Muelle marginal

La estructura está unida y apoya en tierra, se caracteriza porque la zona de atraque es paralela a la orilla del agua.

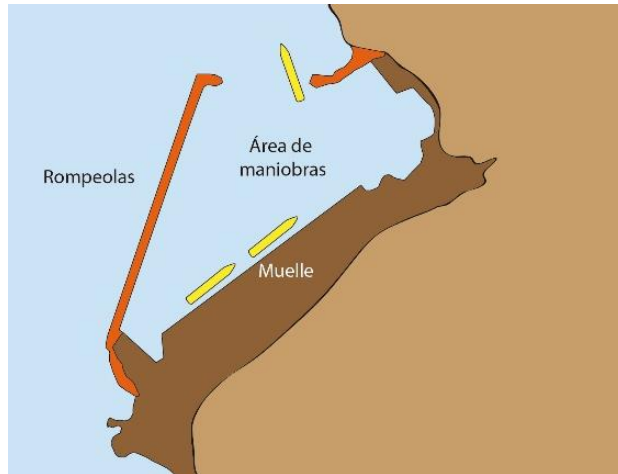


Figura N°2.7 Puerto Matarani – Obras de abrigo y muelle marginal
Fuente: Curso de Infraestructura Portuaria – APN

2.1.3.2. Muelle espigón

La estructura sale en dirección perpendicular o con alguna inclinación respecto a la orilla del mar, se caracteriza porque tiene zonas de atraque a ambos lados.

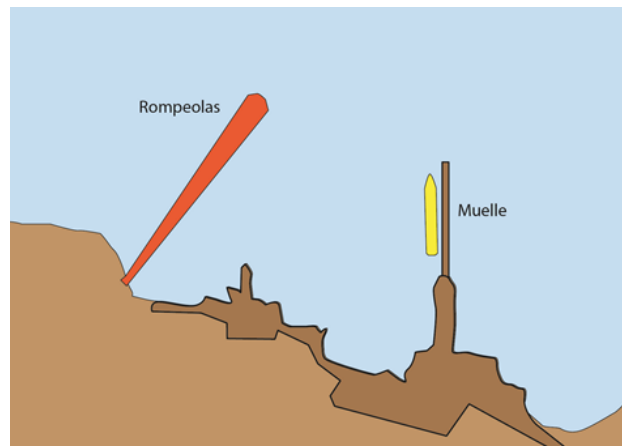


Figura N°2.8 Puerto San Nicolás – Muelle longitudinal y espigón
Fuente: Curso de Infraestructura Portuaria – APN

2.1.3.3. Muelle exento

Son aquellas estructuras que están lejos de la orilla pero que están unidas generalmente por un puente ligero.

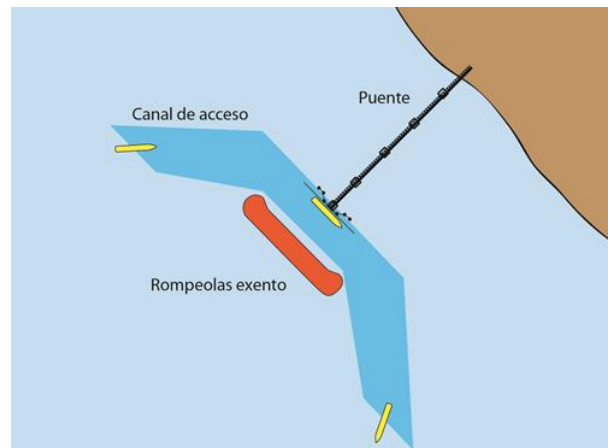


Figura N°2.9 Puerto Melchorita - Muelle de Dolphines
Fuente: Curso de Infraestructura Portuaria – APN

2.1.4. Usuarios del puerto

La razón por la que funciona un puerto se debe a los usuarios, por lo que los requerimientos y características que poseen, determinan la configuración de las obras e instalaciones del terminal portuario.

A continuación, se describe los dos usuarios del puerto:

2.1.4.1. La carga

La carga es toda mercancía que es transportada por medio marítimo y terrestre, desde un punto de producción hasta un punto de carga o descarga.

Lo más resaltante es el valor que posee, dado que condiciona la competitividad entre diferentes cargas, por ejemplo, para cargas de mayor valor pueden embarcarse o desembarcarse a distancias relativamente grandes desde el punto de producción, soportando sobrecostos, mientras que para cargas de poco valor la cercanía de un puerto es importante.

Cuadro N°2.2 Tipos de cargas
Fuente: Curso de Infraestructura Portuaria – APN

Tipos de Carga	Subtipos	Definición
Graneles Líquidos	Hidrocarburos	Petróleo, gas, gasolina, etc.
	Productos químicos	Alcoholes, Ácidos industriales, etc.
	Alimentos	Aceites para consumo animal o humano.
Graneles Sólidos	Minerales	Cobre, hierro, carbón, etc.
	Productos Químicos	Fertilizantes (nitrato de amonio tipo anfo), cemento, etc.
	Alimentos	Trigo, maíz, arroz, soya, alimentos animales.

	Otros	Agregados de construcción, madera, etc.
Contenedorizada	TEU	Contenedor 20'
	FEU	Contenedor 40'
Carga General o Fraccionada	Elementos de acero	Bobinas, planchas, perfiles, etc.
	Elementos muy pesados	Equipos industriales, motores de gran tamaño, etc.
	Carga de proyectos	Cargas extraordinarias y normalmente muy grandes como para entrar en contenedores
Carga Rodante	Vehículos domésticos	Autos, camiones, etc
	Otros vehículos	Camiones, tractores, etc.

Desde el punto de vista de la carga en la nave, el servicio de embarque y desembarque por lo general es diferente tanto para cargas sencillas (como los graneles líquidos, graneles sólidos, etc.) como para las cargas más grandes (como contenedores, carga rodante, etc.) en similares condiciones. Por ejemplo, los requerimientos de carga a granel para el embarque, este tolera oleajes de hasta más de un metro con equipo shiploader, sin embargo, para el desembarque la exigencia aumenta, en donde se debe disponer de niveles de oleajes leves (de pocos centímetros) y equipos mucho más especializados como torres neumáticas absorbentes, grúas móviles con clamshell.

En el siguiente cuadro se muestra los requerimientos de naves, instalación portuaria y superficie de almacenamiento para diferentes cargas:

Cuadro N°2.3 Requerimientos según el tipo de carga
Fuente: Elaboración Propia

Tipos de Carga	Subtipos	Tipos de nave	Tipos de instalación	Superficie de almacenamiento
Graneles líquidos	Hidrocarburos, Productos químicos	Petroleros Barvos L.G.C.	Especial	Tamaño medio
Graneles sólidos	Minerales, Productos Químicos	Graneleros (bulk Carrier o ceraleros, Ore Carriers o mineraleros)	Convencional	Tamaño medio
Contenedorizada	Contenedores (20' y 40')	Portacontenedores	Especial	Tamaño grande
Carga general/fraccionada	Elementos de acero, carga de proyectos	Cargueros	Convencional	Tamaño muy grande

Por otro lado, según el tipo de carga movilizada, la configuración del terminal tendrá ciertas características.

A continuación, se muestran algunas configuraciones de terminales portuarios según el tipo de carga:

a. Terminales de carga a granel líquida

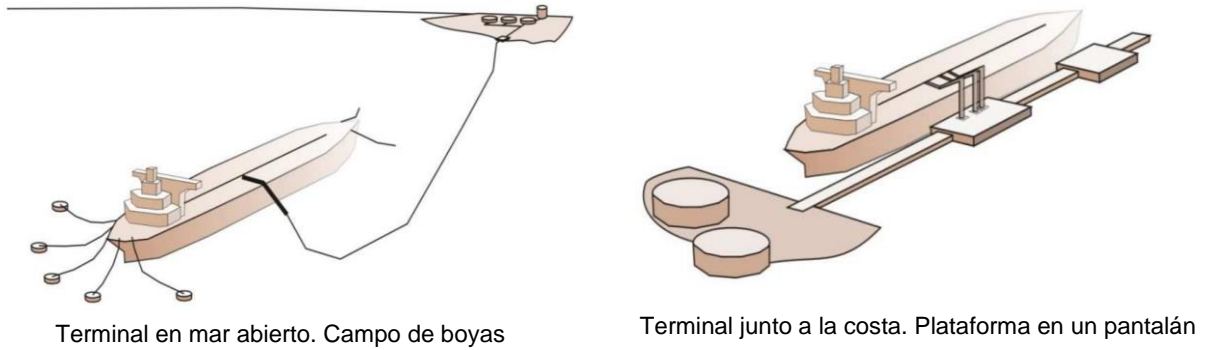
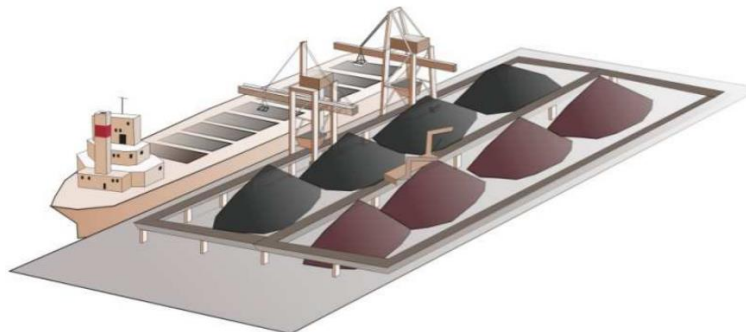
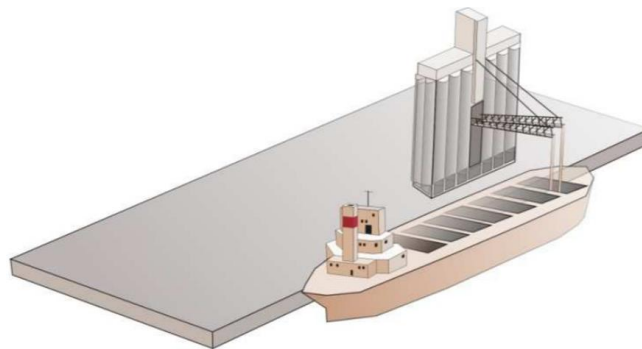


Figura N°2.10 Terminales de carga a granel líquida.
Fuente: Curso Recomendaciones de Obras Marítimas ROM (2013)

b. Terminales de carga a granel sólida



Terminal con atraque en línea y carga/descarga discontinua y depósito a cielo abierto



Terminal con atraque en línea y carga/descarga continua y silo

Figura N°2.11 Terminales de carga a granel sólida
Fuente: Curso Recomendaciones de Obras Marítimas ROM (2013)

c. Terminales de carga a granel sólida

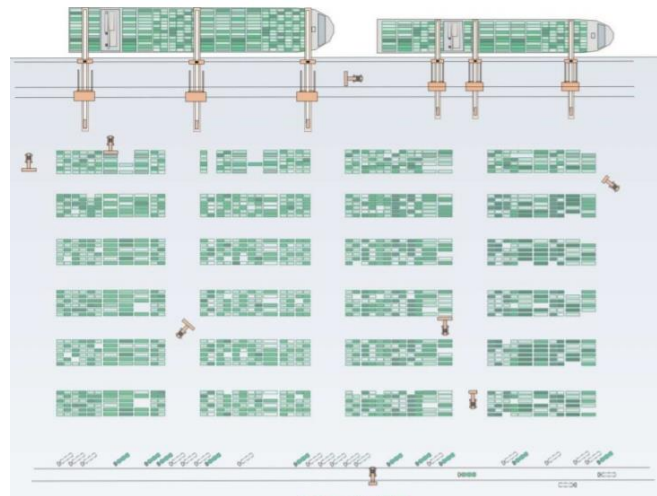
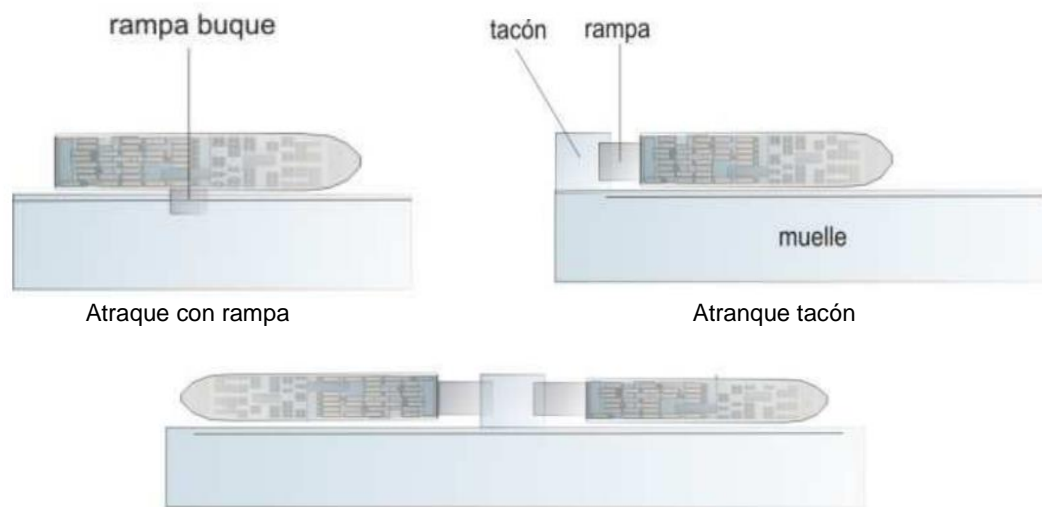


Figura N°2.12 Terminales de carga a granel sólida
Fuente: Curso Recomendaciones de Obras Marítimas ROM (2013)

d. Terminales de carga rodante



Dos atraques con tacón compartido en la misma alineación

Figura N°2.13 Terminales de carga rodante
Fuente: Curso Recomendaciones de Obras Marítimas ROM (2013)

2.1.4.2. La nave

La nave es el medio de transporte que se usa para navegar y movilizar carga por el medio acuático.

Transportar la carga por este medio es exigente, es así que las naves no van a los puertos a menos que tengan carga segura; y rutas e itinerarios adecuados y disponibles.

Las naves pueden ser:

Cuadro N°2.4 Tipos de naves
 Fuente: Elaboración Propia

Tipos de Carga	Tipos de nave
Naves multipropósito o polivalente	Permite la atención de diferentes cargas. Cuenta con equipamiento para la carga o descarga. Normalmente son poco eficientes, es decir, tienen un alto costo/ton.
Naves especializadas	Permiten la atención a una carga en particular. No cuentan con equipamiento para la carga o descarga. Suelen ser grandes naves

Por otro lado, en cuanto a las dimensiones, las categorías en peso más utilizadas son:







Categoría	Dimensión en DWT	Sección
Handy	< 40 000	
Handymax	De 40 000 a 50 000	
Supramax	De 50 000 a 60 000	
Panamax	De 60 000 a 80 000	
Post Panamax	> 80 000	
Capesize	De 100 000 a 170 000	

Figura N°2.14 Categoría de los barcos
 Fuente: Elaboración propia

2.1.5. Modalidades de operación portuaria

La operación portuaria es un conjunto de operaciones donde convergen los dos principales usuarios del puerto: La carga y la nave. Con el fin de realizar el intercambio de modo de la carga, desde el transporte marítimo hacia el transporte terrestre o viceversa.

En el siguiente gráfico se muestran las diferentes operaciones portuarias que se

realiza a la nave y a la carga desde que atracca en el muelle hasta que se retira.

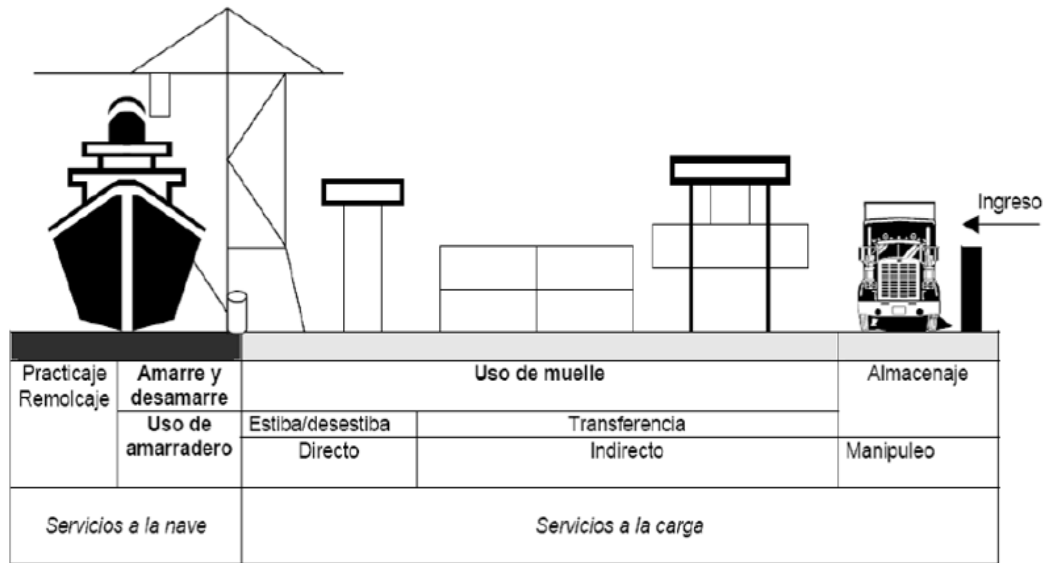


Figura N°2.15 Principales operaciones portuarias
 Fuente: Gerencia de Regulación – OSITRAN (2009)

Para un exitoso proceso de operación portuaria, se recomienda lo siguiente:

- Para el caso de la carga, en primer lugar, saber el tipo de carga a movilizar (ver Cuadro N°2.2 Tipos de cargas), separando las cargas que van a ser importadas o exportadas y reconociendo cual el destino o destinos de la carga.
- Por otro lado, para la nave, se debe conocer las características físicas que la componen, la fecha de llegada y sobre todo se debe tener claro los medios de entrada o salida acuática con la que cuenta el terminal portuario.

2.1.4.3. Tipos de operaciones portuarias

Existen muchas formas de clasificar las operaciones portuarias, por el tipo de mercancías, el tipo de tráfico, la vía que sigue la mercancía, por ejemplo. La presente tesis enfatiza en la última clasificación, dado que es necesario conocerla para fines de uso en la presente tesis.

De acuerdo a González (2007) las rutas más comunes que puede seguir la carga en una terminal portuaria son tres: ruta directa, ruta semidirecta y ruta indirecta.

- a. Ruta Directa: La operación directa, como su nombre lo indica, la carga pasa directamente de la nave al vehículo terrestre, tubería, o vagón de ferrocarril o viceversa hacia la salida del terminal portuario.

La operación directa se encuentra condicionada por tamaño y

características del transporte interno, así como las características físicas de las vías internas. Además, requiere de tráficó programados, clasificación adecuada de la mercancía, eficiencia en área administrativas, entre otros.

- b. Ruta Semi – Directa: La operación semi – directa, es similar a la carga directa, sin embargo, la carga es puesta momentáneamente en la zona operación.
- c. Ruta Indirecta: La operación indirecta, la mercancía se almacena en espacios adecuados llamados “almacenamiento de carga” pudiendo ser silos, depósitos o patios al aire libre; a la espera al medio de transporte terrestre y el momento de evacuación.

La operación indirecta ocupa un mayor espacio portuario, y consecuentemente posee tarifas superiores al de las anteriores operaciones, debido al costo de almacenamiento y movilización de la mercancía, entre otros.

2.1.6. Área de influencia del terminal portuario

Se puede definir como el área geográfica donde se convergen cargas valiosas y potenciales a embarcarse o desembarcarse por el terminal portuario. Por ello, los clientes, dueños de la carga, evalúan los factores como: las tarifas del puerto, costos logísticos al utilizar el terminal portuario, el costo del transporte, entre otros.

Ejemplificando lo anterior, se supone que un cliente podría escoger entre una lista de terminales en diferentes ubicaciones, el terminal portuario más lejano, que a conveniencia la tarifa es más económica para sus objetivos; de la misma manera el cliente puede decidir escoger el terminal portuario con tarifas altas, siempre que sea lo más cercano de las zonas de producción y los costos logísticos sean bajos que compensen la diferencia de precio.

El área de influencia también depende de la carga y la nave, ya que existen muchos casos en el cual sólo ciertas naves pueden movilizar cargas particulares, haciendo que sólo puedan ser atendidas por determinados terminales, es así que en la situación portuaria nacional, existen pocos puertos (Paita, Callao, Salaverry, Matarani) que cumplen con el requerimiento de facilidades portuarias complejas para atender este tipo de carga, haciendo que tengan un área de influencia mayor que los demás.

2.2. RENDIMIENTO OPERACIONAL PORTUARIO

Según la Real Academia Española (2020), el rendimiento se define como la relación entre la utilidad o producto obtenido y los medios empleados para este fin.

Según la UNCTAD (1988): “Estudiar el rendimiento portuario es complejo por diferentes factores, entre las más relevantes tenemos: La gran cantidad de variables, la falta de datos actualizados o reales disponibles para el análisis, las diferentes interpretaciones a los resultados portuarios que le dan los interesados en el tema”. Sin embargo, los cambios fluctuantes económicos y la competitividad portuaria, obligan a que los puertos deben evaluar constantemente sus rendimientos para alcanzar el nivel de servicio adecuado y mantener la competitividad.

Entre las diferentes literaturas consultadas, autores realizaron estudios y plantearon posibles clasificaciones, encontrándose conveniente para el presente estudio presentar la clasificación dada por Monie (1998), ampliado por Monfort (2000) y recopilada en los estudios realizados por la fundación Valencia Port (2011). En este sentido, se presentan 3 categorías de medición del rendimiento portuario mutuamente complementarias:

2.2.1. Rendimiento operacional

Según Monie (1998) un terminal portuario se define como un centro de producción, y lo divide en tres categorías de medición:

- Medición del tráfico: Se define como el total de volumen manipulado por unidad de tiempo, sin necesidad de justificar los recursos empleados
- Medición de la productividad: Se expresan en volúmenes manipulados (producción) por unidad de tiempo y por unidad de recurso. Si se toma en cuenta el ritmo de trabajo de los recursos
- Medición de la utilización: Se define como la relación (en porcentaje) entre el uso de un recurso en particular y el máximo posible en un periodo temporal

Lo descrito anteriormente se muestra a manera de ejemplo, los indicadores tipo para cada categoría de medición mencionada.

Cuadro N°2.5 Ejemplo de categorías de medición, indicadores tipo y unidades
 Fuente: (Monfort, Gómez-Ferrer, & Aguilar, 2000)

Categorías	Indicador Tipo	Unidades
Medición de tráfico	Permite la atención de diferentes cargas.	Ton/año
	Volumen anual de tráfico	TEUs/año
Medición de productividad	Productividad de la nave en el atraque	Ton/ hora de servicio Ton anuales/ml de atraque
	Productividad de línea de atraque	Ton anuales/m2
	Productividad por superficie	Movimientos por puerta/hora
	Productividad de puertas	Ton/hora equipo
Medición de utilidad	Productividad de equipo en patio	Ton/hora equipo
	Utilización de muelle	Tasa de ocupación
	Utilización de superficie	% ocupación % disponibilidad de equipos
	Utilización de equipos	% uso de puertas
	Utilización de puertas	% uso de puertas

2.2.2. Capacidad

Del cuadro anterior, el producto entre la medida de utilización y de productividad en un tiempo determinando, es el punto de partida para el cálculo de la capacidad de la infraestructura o del equipamiento, el cual está expresado en unidades de tráfico (demanda) por año. (Universidad Politécnica de Madrid ;Universidad Politécnica de Valencia; CENIT – Universidad Politécnica de Cataluña; Fundación Valenciaport, 2008)

La capacidad se define como el máximo valor que puede atender el terminal portuario en condiciones realistas, algunos autores y en la presente tesis se considera al término “máximo valor” como aquel en que la demanda de carga opera a un costo determinado manteniendo un nivel de servicio aceptable en condiciones normales de operación en equipamiento, infraestructura y superestructura portuaria. (Universidad Politécnica de Madrid ;Universidad Politécnica de Valencia; CENIT – Universidad Politécnica de Cataluña; Fundación Valenciaport, 2008)

2.2.3. Eficiencia portuaria

Gonzales y Trujillo (2006) realizaron una recopilación en el estudio de la determinación de eficiencia portuaria, evaluándolo y dando como sugerencia la incorporación de este concepto como categoría de medición para el rendimiento portuario.

La eficiencia portuaria se define en términos de optimización, donde se pretende alcanzar máxima carga movilizada empleando el mínimo de recursos o llegar al máximo de carga para los recursos disponibles.

Es necesario señalar que, de las tres perspectivas, se puede inferir que sólo el rendimiento operacional se basa en la aplicación directa sobre medidas concretas o realista del terminal portuario, las restantes requieren plantearse situaciones ideales.

CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL T.P. ENAPU – ILO

Antes de plantear cualquier estrategia para mejorar el terminal portuario, lo primero que se debe hacer es analizar de manera general la situación actual del terminal portuario y poder tener una idea de que medidas son las más necesarias para maximizar el aprovechamiento de las instalaciones portuarias.

Para el desarrollo del presente capítulo se ha analizado la situación actual del terminal portuario ENAPU – Ilo, para dicho fin se ha visto necesario para un mejor análisis ordenar la información consultada en cuatro partes: La situación actual de la carga, la situación actual de la infraestructura portuaria, el área de influencia para las cargas actuales y futuras, y la situación operativa actual del terminal portuario, y finalmente en el último ítem se realiza una revisión y conclusión del análisis realizado de la situación actual.

3.1. SITUACIÓN DE LA CARGA MOVILIZADA

En cuanto al tráfico de carga en el terminal portuario ENAPU – Ilo se ha observado que en promedio desde el año 2014 ha disminuido el movimiento total de carga, sin embargo, en los últimos años se ha elevado, hasta el punto que para el año 2019 la cantidad de carga movilizada ha sido casi el doble de lo movilizado en el año anterior.

Cuadro N°3.1 Movimiento total de carga año 2014 - 2019 - T.P. ENAPU – Ilo
Fuente: Estadísticas Portuarias T.P. ENAPU – Ilo

Año	Movimiento Total (Ton)
2010	287,748
2011	496,079
2012	568,725
2013	415,897
2014	435,794
2015	425,572
2016	276,204
2017	317,823
2018	331,523
2019	556,579

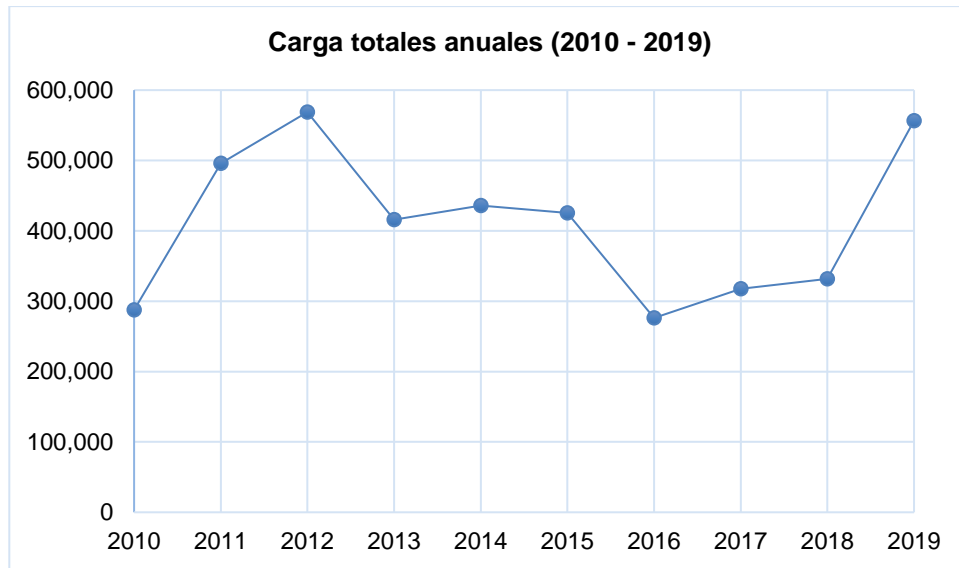


Figura N°3.1 Movimiento total de carga año 2014 - 2019 - T.P. ENAPU – Ilo
Fuente: Estadísticas Portuarias T.P. ENAPU – Ilo

Es importante mencionar, antes del año 2016 la carga principal movilizada por el terminal portuario era el concentrado de hierro, siendo los años de oro en los años 2010 – 2014, donde la principal y única empresa mineral que lo realizaba era Total Genius Iron Mining SAC. el cual dejó de exportar el concentrado de hierro en el 2016 lo que se vio reflejada en la reducción del 47,5% para el año 2016 con respecto al año anterior (OSITRAN, 2016). Esto se debió principalmente al pico más bajo del precio del mineral de hierro, el cual se hace una comparación desde el año 2011 – 2020 de los picos anuales, que se detalla a continuación:

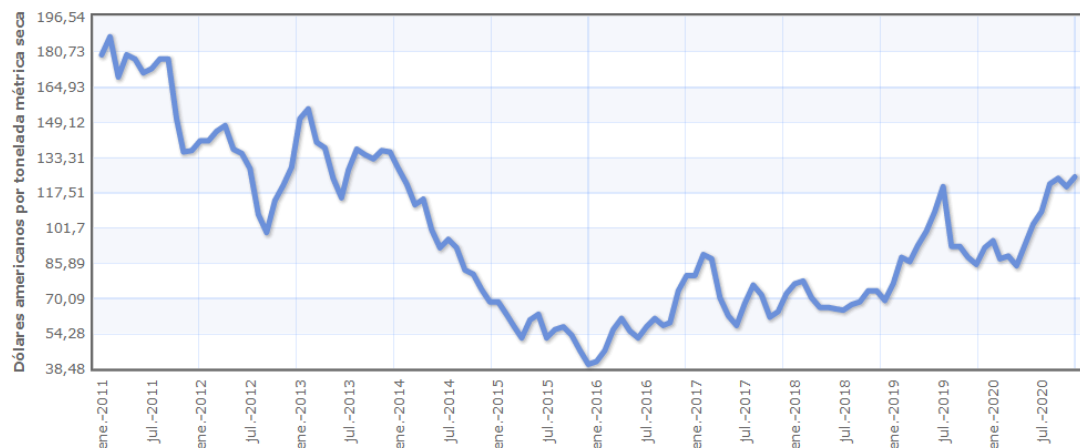


Figura N°3.2 Precio Mensual - Mineral de hierro (\$/TMS)
Fuente: Index Mundi

La estructura de carga movilizada por el T.P. ENAPU-Ilo en el año 2018, muestra alto movimiento de carga sólida a granel, compuesta principalmente por granos de trigo, nitrato de amonio y carga contendorizada, compuesta principalmente por el

metal de cobre y mercadería general de proyectos.

Para el análisis del modo de intercambio de la carga para el año 2018, se ha observado que un poco más de la mitad de carga movilizada usó la modalidad de intercambio directo, que equivalen alrededor de 134 000 toneladas de carga que usaron los espacios del terminal portuario para el almacenamiento.

En el siguiente cuadro se muestra el análisis del modo de intercambio de las principales cargas para el año 2018:

Cuadro N°3.2 Modalidad intercambio de carga – 2018
Fuente: Estadísticas Portuarias T.P. ENAPU – Ilo

		Movimiento - 2018 (Ton)
Producto	Modalidad	
Trigo	Indirecto	71,843
	Directo	41,694
	Total	113,537
Nitrato de Amonio	Indirecto	62,745
	Directo	59,481
	Total	122,225
Cobre	Indirecto	-
	Directo	56,828
	Total	56,828
Total según modalidad	Indirecto	134,588 (46%)
	Directo	158,002 (54%)

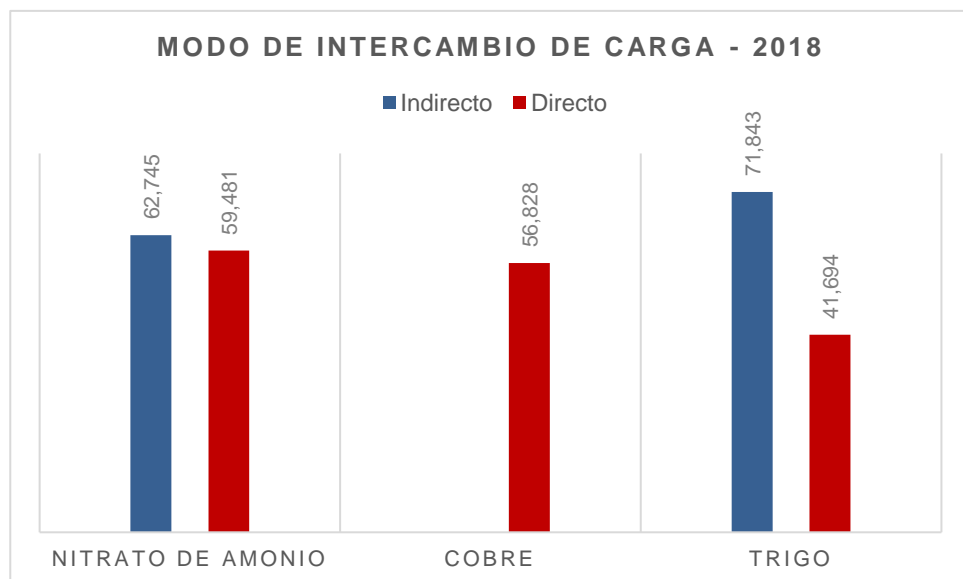


Figura N°3.3 Modalidad intercambio de carga – 2018
Fuente: Estadísticas Portuarias T.P. ENAPU – Ilo

En los siguientes ítems, se va a analizar la situación de la carga según el tipo y en orden de importancia (por la cantidad movilizada), los cuales se describen a continuación:

3.1.1. Carga granel sólido

Es el principal tipo de carga que moviliza el terminal portuario, las cuales son dos: el grano de trigo y el nitrato de amonio tipo anfo. Estas cargas son de importación y para el año 2018 movilizaron la siguiente cantidad:

- La importación de trigo en un total de 114 000 toneladas anual.
- La importación de nitrato de amonio tipo anfo en un total de 122 000 toneladas anual.

En el análisis histórico de los años 2014 – 2018 se muestra la variabilidad en cuanto a cantidad de carga movilizada, en general se observa que el movimiento después del pico de carga en el año 2015 ha sido de lento crecimiento. Además, en los últimos años la cantidad movilizada de grano de trigo ha sido menor que del nitrato de amonio. Lo mencionado se detalla en el siguiente cuadro:

Cuadro N°3.3 Estadística de la carga sólida a graneles
Fuente: Estadísticas Portuarias T.P. ENAPU – Ilo

	2014	2015	2016	2017	2018
Granel sólido (Ton)					
Nitrato de Amonio	-	245,799	127,752	89,172	121,961
Trigo	106,627	105,146	78,841	137,445	113,537
Total	106,627	350,945	206,593	226,617	235,498

Con respecto al modo de intercambio de carga, en los últimos años ha sido predominante la modalidad indirecta. Sin embargo, en el año 2018 se ha observado una disminución de este modo de intercambio debido al aumento del nitrato de amonio que no se puede almacenar y se tiene que movilizar parte de esta carga de manera directa. En el siguiente cuadro se muestra detalladamente el modo de intercambio del nitrato de amonio tipo anfo y el grano de trigo entre los años 2014 – 2018.

Cuadro N°3.4 Modalidad de intercambio de la carga a granel sólido
Fuente: Estadísticas Portuarias T.P. ENAPU – Ilo

		2014	2015	2016	2017	2018
Modalidad de intercambio del granel sólido						
Nitrato de Amonio	Indirecto	-	245,799	127,752	89,172	62,480
	Directo	-	-	-	-	59,481
Trigo	Indirecto	104,043	104,261	76,368	85,477	71,843
	Directo	2,584	885	2,473	51,968	41,694
Total según modalidad	Indirecto	104,043	350,060	204,120	174,649	134,324
	Directo	2,584	885	2,473	51,968	101,174

3.1.2. Carga contenedorizada

Se ha observado que en promedio la cantidad de carga contenedorizada en el T.P. ENAPU – Ilo ha ido en aumento en los últimos años. Esta carga en su mayoría es de exportación y está compuesta principalmente por el mineral de cobre en contenedores, donde casi el 90% de esta carga es de propiedad del terminal portuario vecino (Southern Perú Copper Corporation), por lo tanto, el aumento de la cantidad de contenedores depende principalmente del aumento de la carga movilizada en S.P.C.C. En el siguiente cuadro se muestra los principales tipos de carga movilizada en contenedores entre los años 2014 – 2018.

Cuadro N°3.5 Estadística de la carga contenedorizada en toneladas
Fuente: Estadísticas Portuarias T.P. ENAPU – Ilo

	2014	2015	2016	2017	2018
Peso Neto (Ton)					
Cobre	16,710	15,592	53,238	72,675	54,828
Carga general	5,976	3,353	4,051	8,646	7,731
Concentrado de molibdeno	833	3,613	2,900	2,552	2,840
Productos Hidrobiológicos	3,033	634	1,119	1,341	1,054
Orégano	342	264	338	407	170
Total	26,895	23,457	61,646	85,621	66,624

En cuanto a la carga contenedorizada movilizada según la cantidad de contenedores llenos y vacíos, se ha elaborado un cuadro donde se muestra la cantidad de contenedores de 20' y 40' que han pasado por el terminal portuario entre los años 2014 – 2018.

Cuadro N°3.6 Estadística de la carga contenedorizada en contenedores llenos y vacíos
Fuente: Estadísticas Portuarias T.P. ENAPU – Ilo

		2014	2015	2016	2017	2018
Contenedores (TEUs)						
Llenos	Contenedores 20'	796	899	2,335	3,064	2,534
	Contenedores 40'	474	182	427	629	373
Vacíos	Contenedores 20'	775	1,337	694	1,547	1,791
	Contenedores 40'	139	405	565	481	163
Total Contenedores 20'		1,571	2,236	3,029	4,611	4,325
Total Contenedores 40'		613	587	992	1,110	536

Como se mencionó, la mayor parte de la carga contenedorizada llega del terminal vecino, Southern Peru Copper Corporation (S.P.C.C), se observa que el movimiento de carga es de alrededor el 90% del total de carga contenedorizada que se moviliza por el T.P. ENAPU – Ilo. De manera detallada se muestra en el siguiente cuadro la cantidad de contenedores de propiedad de Southern Peru que se exportaron por terminal portuario entre los años 2014 – 2018.

Cuadro N°3.7 Contenedores movilizados por Southern Peru Corporation
Fuente: Estadísticas Portuarias T.P. ENAPU – Ilo

		2014	2015	2016	2017	2018
Contenedores movilizados por S.P.C.C						
Importación	Contenedores 20'	12	2	6	28	30
	Contenedores 40'	21	26	114	203	118
Exportación	Contenedores 20'	710	806	2,271	3,011	2,339
	Contenedores 40'	0	0	0	0	0

Para el análisis de la modalidad de intercambio de carga, en los últimos años el modo de intercambio principal de los contenedores llenos y vacíos ha sido principalmente de modalidad directa. En el siguiente cuadro se muestra detalladamente el modo de intercambio entre los años 2014 – 2018.

Cuadro N°3.8 Modalidad de intercambio de los contenedores llenos
Fuente: Estadísticas Portuarias T.P. ENAPU – Ilo

		2014	2015	2016	2017	2018
Modalidad de intercambio de los contenedores llenos						
Contenedores 20'	Indirecto	91	56	42	83	100
	Directo	702	843	2,293	2,981	2,434
Contenedores 40'	Indirecto	202	71	53	195	78
	Directo	272	111	427	434	295
Total TEUs	Indirecto	495	198	148	473	256
	Directo	1,246	1,065	3,147	3,849	3,024

Cuadro N°3.9 Modalidad de intercambio de los contenedores vacíos
Fuente: Estadísticas Portuarias T.P. ENAPU – Ilo

		2014	2015	2016	2017	2018
Modalidad de intercambio de los contenedores vacíos						
Contenedores 20'	Indirecto	-	-	-	1	5
	Directo	775	1,337	694	1,546	1,786
Contenedores 40'	Indirecto	20	-	97	16	8
	Directo	119	405	468	465	155
Total TEUs	Indirecto	40	-	194	32	16
	Directo	1,013	2,147	1,630	2,476	2,096

3.1.3. Carga fraccionada

En el año 2018 el terminal portuario movilizó 28 000 toneladas de carga fraccionada, en donde casi el 80%, es decir 22 000 toneladas, fue principalmente carga boliviana tal como elementos de acero, carga de proyectos, entre otros.

Por otro lado, las autoridades portuarias nacionales y bolivianas han planteado una mejor facilidad de esta carga en cuanto a beneficios tarifarios y de tiempo para el almacenamiento de la carga boliviana, dado que se espera incentivar el aumento de la movilización de carga boliviana por el terminal portuario, por lo que la carga boliviana al haberse otorgado el beneficio del almacenamiento, se tiene que la modalidad de intercambio es principalmente indirecta.

En conclusión, con respecto a la situación de la carga movilizada, la presente tesis se estará enfocado en plantear las estrategias para mejorar la atención de las principales cargas, lo cuales son: cargas de importación, trigo y nitrato y de exportación cobre y carga boliviana, dado que ocupan el 90% de las mercancías atendida. Además, en congruencia a las estrategias a plantearse, deberán

disponer de la capacidad operativa suficiente, para considerar la posibilidad de aumentar el movimiento de la carga boliviana por el T.P. ENAPU – Ilo.

Por otro lado, la modalidad de intercambio de carga principalmente es directa, en este sentido la operación directa, desde la nave al vehículo terrestre y hacia la salida del terminal portuario o viceversa deberán tener un nivel de servicio adecuado de atención de la carga, sino por el contrario realizar las medidas necesarias para cambiar el modo de intercambio de carga, según corresponda.

3.2. SITUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA PORTUARIA

Para describir la infraestructura portuaria, se ha estructurado el análisis en tres grupos: La infraestructura en mar, la infraestructura en tierra y el equipamiento portuario.

3.2.1. Infraestructura en mar

El terminal portuario ENAPU – Ilo cuenta con un muelle tipo espigón orientado en dirección perpendicular a la orilla de la playa.

El muelle el cual que inició sus operaciones en mayo de 1970 y por uso se clasifica como un muelle multipropósito, es decir sus amarraderos movilizan diversos tipos de carga donde destaca la carga sólida a granel y la carga contenedorizada.

El muelle tiene 300 metros de longitud y 27 metros de ancho, cuenta con cuatro amarraderos, dos al lado norte y dos al lado sur del muelle. En el siguiente cuadro se detallan las principales características de los amarraderos:

Cuadro N°3.10 Características de las zonas de atraque
Fuente: ENAPU S.A.

Amarradero	Profundidad (m)	Longitud (m)	Capacidad (DWT)
1A	11.0	200	35,000
1B	11.0	200	35,000
1C	5.0	100	20,000
1D	8.0	100	20,000

Los amarraderos 1A-1B con una profundidad operativa de 11 metros Figura N°3.6. Zonas de almacenamiento en el terminal portuario ENAPU – Ilo, por otra parte, los amarraderos 1C-1D con una profundidad operativa de 5 y 8 metros respectivamente son usados principalmente para naves pequeñas como tránsito de amarre de remolcadores y pequeños barcos pesqueros.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de los amarraderos y el atraque de naves.

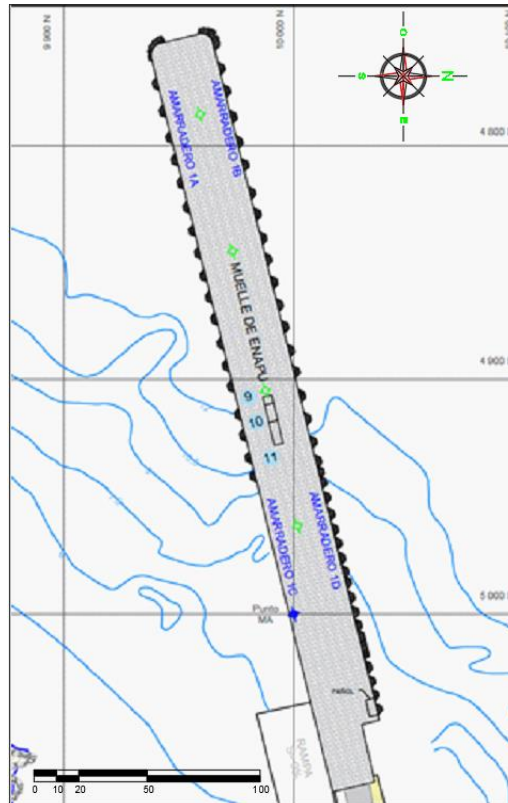


Figura N°3.4 Ubicación de los amarraderos
Fuente: Elaboración propia.



Figura N°3.5 Utilización de los amarraderos
Fuente: ENAPU S.A.

El uso de los amarraderos del muelle, según la jefatura del área operativa del terminal portuario, están asignados de la siguiente manera:

Cuadro N°3.11 Uso de amarraderos por tipo de carga
Fuente: ENAPU S.A.

Tipo de mercancías	Observaciones	Uso de amarraderos			
		1A	1B	1C	1D
Contenedores 20'	Llenos y vacíos	✓	✓		✓
Graneles	Trigo	✓	✓		
	Nitrato de Amonio	✓	✓		✓
Fraccionada	Mercadería General	✓	✓		✓
	Maquinarias y equipos	✓	✓		✓
	Cobre	✓	✓		

El muelle estructuralmente está conformado por pilotes de concreto prefabricado verticales e inclinados en donde se apoyan vigas de concreto prefabricado que soportan losas de cubierta vaciadas in situ con una superficie de rodadura, también vaciada in situ.

Los pilotes tienen un diámetro de 80 cm, espaciados longitudinalmente 6.20 m y transversalmente 5.60 m aproximadamente. Asimismo, el espesor las losas y la superficie de rodadura es de 80 cm y 15 cm respectivamente (Strategic Partner, 2018).

Actualmente el muelle en toda su estructura se encuentra deteriorado, en los pilotes, las vigas, las defensas, sin embargo las autoridades nacionales han iniciado proyectos para revertir esta situación, por ejemplo; la Autoridad Portuaria Nacional (APN) el año 2019, mediante la resolución de gerencia general N°0285-2019-APN-GG aprobó el expediente “Rehabilitación y reparación del muelle del terminal portuario de Ilo” en el cual se estima que se procederá a la reparación y rehabilitación de 356 pilotes y la viga mandil del muelle. Asimismo, también detalla que se instalarán nuevas defensas en el muelle y adquirirán equipamiento contraincendios.

A pesar de las condiciones actuales del muelle, esta no ha sido una limitante para las operaciones de todo tipo de tamaño, por ende, la servicialidad del muelle no se ha visto afectada hasta el momento de la finalización de la tesis, ya que incluso con las limitaciones que presenta el muelle para el año 2018 se ha permitido hasta en tres oportunidades la atención de naves sin inconvenientes en la descarga de hasta 32 000 ton de mercancías en 5 días consecutivos.

Sin embargo, a pesar que la infraestructura actual del muelle no es limitante para las naves que arriban al terminal portuario, es también cierto que actualmente debido al progresivo avance tecnológico en el aspecto portuario y la posibilidad de

recibir mayores cargas en un futuro próximo, condiciona que el muelle deba soportar cambios más exigente por parte de naves actuales que se movilizan por la costa peruana, como por ejemplo, un punto de partida para plantearse cualquier estrategia será la búsqueda de mayores calados y la tranquilidad de las aguas en las operaciones.

Es preciso mencionar que se cuenta con una rampa ubicado junto al muelle en el lado sur (Ver Figura N°3.4 Ubicación de los amarraderos), el cual tiene una longitud de 60 m, un ancho de 23 m y 2.5 m de profundidad y se usó como fin militar en el intercambio tierra – mar de vehículos anfibios en los años 90.

3.2.2. Infraestructura en tierra

El área en tierra del terminal portuario ENAPU – Ilo es de 8.4 Ha dividido básicamente en dos áreas de trabajo: administrativa y operativa.

El área administrativa comprende el edificio administrativo de 2 pisos con área de 855.6 m² en la zona 2 y el edificio de la SUNAT al costado de la puerta de acceso.

El área operativa comprende lo siguiente:

1. El área de almacenamiento las cargas que se movilizan dentro del terminal, está dividida en 6 zonas, que ocupan un área total de 4.7 Ha, es decir un poco más de la mitad de área total está disponible sólo para el almacenamiento de la carga.

En el siguiente cuadro se describen las características de las seis zonas para el almacenamiento de carga:

Cuadro N°3.12 Áreas de almacenamiento
Fuente: ENAPU S.A.

Áreas de almacenamiento	Tipo de carga almacenada	Capacidad de almacenamiento (TM)	Características de la losa de rodadura	Área (m ²)
Zona N°1	Carga general Contenedores llenos y vacíos	2,755	Asfalto	1,200
Zona N°2	Carga general Contenedores llenos y vacíos	11,019	Concreto	4,800
Zona N°3	Carga general Contenedores llenos y vacíos	27,549	Asfalto	12,000
Zona N°4	Granel sólido	26,310	Asfalto	11,460
Zona N°5	Carga general	22,950	Concreto/grava	8,540

	Granel sólido			
Zona N°6	En expansión, actualmente ocupada por desecho de mineral	10,000	Sin mejorar	15,000

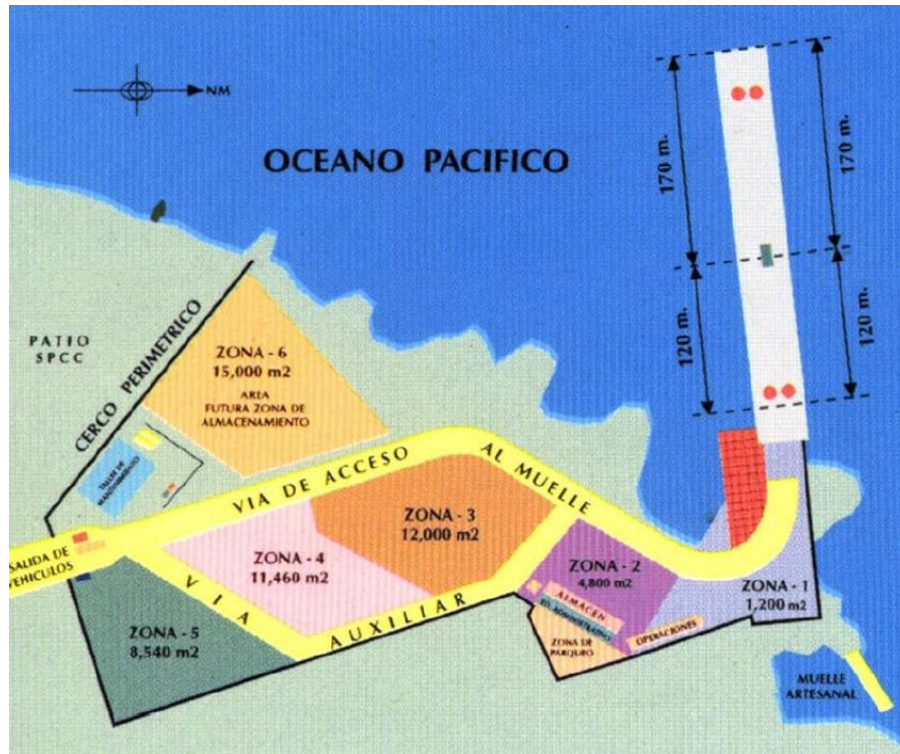


Figura N°3.6. Zonas de almacenamiento en el terminal portuario ENAPU – Ilo
 Fuente: Plan Maestro del terminal portuario Ilo – 2018

2. Acerca de las estructuras sobre el área de almacenamiento, sobre la zona N°1 se tienen oficinas, servicios, brigada de emergencias, caseta de control, zona de estacionamiento para vehículos para usuarios del terminal y público en general y también como estacionamiento del equipamiento de terceros como tolvas y camiones; en la zona N°2 se tiene un almacén de 1,634 m2 que está construido con paredes de mampostería, y el techo es una estructura de acero cubierta con calaminas; en la zona N°3 se cuenta con un área donde se genera el suministro de energía para contenedores refrigerados, sobre la zona N°5 se tiene una estructura de acero que cubre un área techada de 5,900 m2. y además cuenta con taller de mantenimiento al costado de la zona N°6. A pesar que todas estas estructuras están operativas, se encuentran deterioradas por los años y ocupan un espacio considerable.



Estacionamiento de tolvas de terceros en la zona N°1



Área de suministro de energía en la zona N°3



Taller de mantenimiento al costado de la zona N°6



Caseta de control, brigada de emergencias y servicios



Almacén techado en la zona N°5



Almacén techado ubicado en la zona N°2

Figura N°3.7 Estructuras sobre la zona de almacenamiento.
Fuente: Elaboración propia

3. La topografía en las zonas de almacenamiento es variada, es decir existen desniveles considerables en toda su extensión, por ejemplo, en la puerta de ingreso de los vehículos la cota es de 13 m, mientras que en el inicio del muelle la cota es de 4.5 metros, lo que indica que existe un desnivel de 8.5 m en menos de 1 km de distancia. En este sentido cuatro de las seis zonas se encuentran constituyendo explanadas en diferentes niveles y separadas por taludes pronunciados.
4. Zona de área de balanzas, se cuenta con 2 balanzas electrónicas de 100 toneladas de capacidad, ubicada en la zona N°1 y en la puerta de acceso al terminal.



Balanza N°1 en la zona N°1



Balanza N°2 en la puerta de acceso

Figura N°3.8 Balanzas en el terminal portuario ENAPU – Ilo
Fuente: Elaboración propia

5. En cuanto a la losa de rodadura, la zona N°2 y N°3 se encuentran en mal estado, en la zona N°6 la superficie está sin mejorar, entonces las losas de rodadura de las zonas N°1, N°4 y N°5 son las que se encuentran en mejores condiciones.
6. Por otro lado, el terminal portuario no cuenta con un área para el respaldo de cargas, ni área para el almacenamiento de mercancías exclusivas (por ejemplo, zonas para almacenamiento granel sólido limpio como el trigo, para la carga boliviana, entre otros).

3.2.3. Equipamiento portuario

Para la optimización y gestión ordenada de la infraestructura de almacenamiento se debe contar con el equipamiento suficiente, sin embargo, el T.P ENAPU – Ilo actualmente cuenta el siguiente listado de equipos:

Cuadro N°3.13 Equipamiento en el terminal ENAPU – Ilo
Fuente: ENAPU S.A.

Cantidad	Equipo	Año de adquisición	Capacidad (Ton)	Estado
2	Reach Stacker	2006	45	Operativo
			45	Operativo
6	Terminal Truck	2005	40	Operativo
		2005	40	Operativo
		2005	40	Operativo
		2005	40	Operativo
		2015	50	Operativo
		2015	50	Operativo
7	Montacargas	2007	32	Operativo
		1982	2.7	Operativo
		1982	2.7	Operativo
		1982	2.8	Operativo
		2017	13	Operativo
		2017	13	Operativo
		2017	5.5	Operativo
2	Tractores	1982	2.27	Operativo
		1982	2.27	Operativo
4	Camioneta Pick-Up	1992	1	Operativo
	Camioneta Pick-Up	1997	1	Operativo
	Camioneta Rural	2004	0.4	Operativo
	Automóvil	1996		Operativo
2	Balanzas	1970	100	Operativo
		2002	100	Operativo
1	Grupo Electrónico	2009	350 Kw.	Operativo
1	Motobomba	2009	1,000 Gpm	Operativo

3.3. ÁREA DE INFLUENCIA DEL TP ENAPU – ILO

El terminal portuario de ENAPU – Ilo está ubicado en la costa sur peruana, en el departamento de Moquegua, provincia de Ilo, aproximadamente a 7.5 Km al norte de la Punta Coles en la bahía del mar de Grau, tal como se muestra en la siguiente figura:

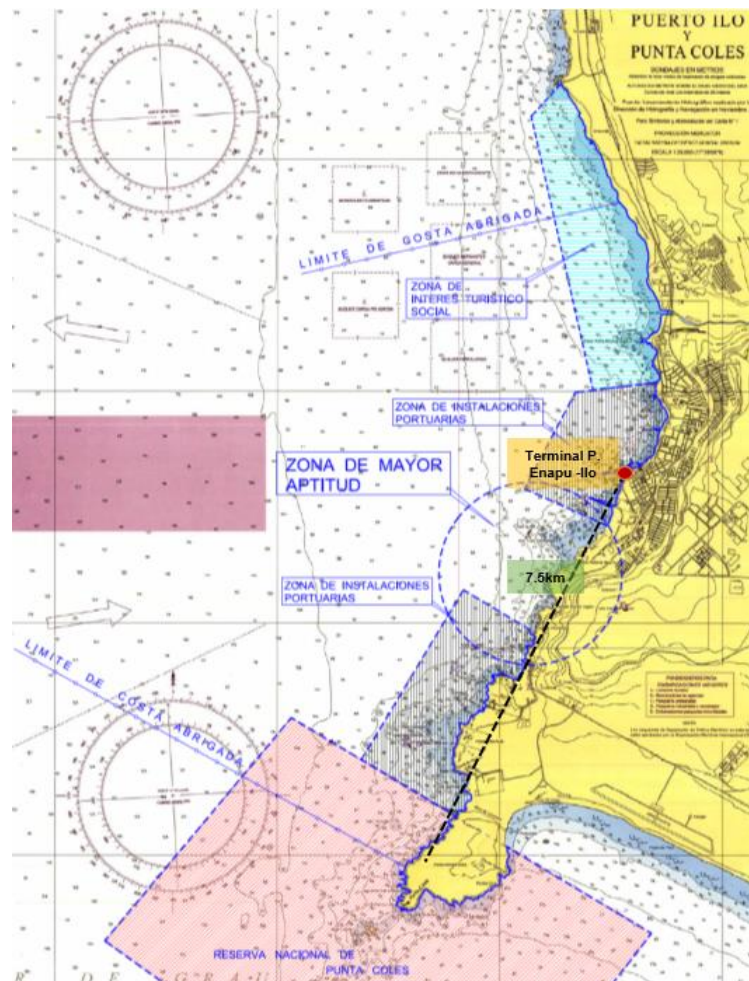


Figura N°3.9 Distancia entre T.P ENAPU – Ilo y Punta Coles
Fuente: Dirección de Hidrografía y Navegación (2005)

Se hace mención de la cercanía del terminal portuario a la Punta Coles, ya que sirve como protección natural de la mayoría de olas provenientes del sur – oeste y que permiten condiciones favorables de oleajes un buen porcentaje del tiempo anual (Gianella, 2009), en este sentido se ha recopilado información sobre la cantidad en días de cierre del puerto por año, obteniendo el siguiente cuadro:

Cuadro N°3.14 Días de cierre de Puerto
Fuente: Estadísticas Portuarias TP ENAPU – Ilo

Año	Días de cierre	% de tiempo anual
2015	24	6.6%
2016	24	6.6%
2017	24	6.6%
2018	21	5.6%

Es necesario mencionar que el terminal portuario ENAPU – Ilo se encuentra al lado del terminal privado Southern Peru Copper Corporation, tal y cómo se muestra a continuación:



Figura N°3.10 T.P ENAPU – Ilo y Southern
Fuente: Google Earth

Además, el terminal portuario se encuentra cerca de carreteras importantes como son: La Costanera Sur, La Costanera Norte y la Interoceánica Sur que conectan el terminal portuario con toda la zona sur del Perú.

A continuación, se presenta el mapa de carreteras en la zona de interés:



Figura N°3.11 Red Vial en la zona de interés
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2019)

3.3.1. Criterios para el Análisis del Área de Influencia del Terminal Portuario

De acuerdo con las estadísticas portuarias del TP ENAPU – Ilo (2018), alrededor del 80% del total de la carga es de importación, y sólo el 20% es de exportación. En el mismo año se recibieron 28 naves, con tiempo de atraque en promedio de 2 días y hasta 4 días, lo que resulta un 21 % de tiempo de ocupación del tiempo anual, y si se considera los efectos de cierre del puerto por oleajes anómalos (Ver Cuadro N°3.14 Días de cierre de Puerto), el valor de ocupación de muelle incrementa a 23%, el cual es un valor relativamente bajo en comparación con respecto al 50% de tiempo operativo para muelle con dos zonas de atraque, recomendado por La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD, 1980).

Cuantificando lo anterior, en las mismas condiciones de oleaje, para los dos amarraderos el muelle se tiene = $2 \times 365 \times (1 - 0.05) = 694$ días de atención; si se considera condiciones de atención por nave de hasta 4 días, se podría atender hasta 170 naves, y estadísticamente las naves que ingresan al terminal portuario en promedio movilizan 7 000 toneladas de carga (Estadísticas Portuarias – ENAPU), resultando un total de 1 200 000 toneladas que podrían movilizar el terminal portuario con las condiciones actuales en un año de operación.

De lo anterior se infiere que el terminal portuario con respecto al muelle y a la cantidad de carga movilizada, no está trabajando en su máxima capacidad, en otras palabras, a valores cuantificables se tiene sólo el 30% de la capacidad máxima calculada, por lo que no es descabellado plantear a futuro un aumento de al menos el triple de carga actual que ingresa por el muelle, sin embargo el terminal portuario con respecto a las operación que realizan y con las condiciones actuales podría no soportar este aumento de carga, llegando a un punto en que el nivel de servicio brindado en los picos de carga no sea competitivo, en este sentido la presente tesis en capítulos posteriores plantea estrategias para que el terminal portuario ENAPU – Ilo pueda soportar esta futura situación.

Encontrar el área donde existen cargas actuales y con miras a las cargas a futuro, zona de influencia, dará un enfoque en torno si existe o no la posibilidad que el terminal portuario ENAPU – Ilo pueda llegar a movilizar al menos el triple de la carga actual con las condiciones actuales y que esto también genere una justificación económica para las futuras inversiones.

En la zona sur del Perú se concentra gran cantidad de minerales, entre los que

destaca el cobre, con el 50% de producción para el año 2018, para lo cual se ha elaborado un cuadro según las estadísticas del MINEN al año 2018:

Cuadro N°3.15 Producción nacional de cobre en regiones del sur – Año 2018
Fuente: Declaración Estadística Mensual (ESTAMIN) - Ministerio de Energía y Minas

Región	Producción Nacional de Cobre (TMF)	
Año	2018	%Total anual
Arequipa	496,868	20.4%
Cuzco	327,593	13.4%
Tacna	224,264	9.2%
Moquegua	162,795	6.7%
Puno	3,538	0.1%

Entre las principales empresas mineras al sur tenemos a:

Cuadro N°3.16 Producción por empresas de cobre en regiones del sur – Año 2018
Fuente: Declaración Estadística Mensual (ESTAMIN) - Ministerio de Energía y Minas

Empresa Minera	Producción de Cobre (TMF)
Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.	494,284
Minera las Bambas S.A.	385,308
Southern Perú Copper Corporation	330,837
Anglo American*	300,000

*Se estima esta capacidad en su inicio de operaciones con Quellaveco en el año 2022

Si bien, del cuadro anterior se estima que alrededor de 1 500 000 de toneladas métricas finas de cobre son movilizados por las empresas mineras, estas ya cuentan con un puerto privado para la exportación de esta carga, por ejemplo, Anglo American ha construido un almacén de concentrados, una faja transportadora y cargador de barcos en las instalaciones del puerto de Engie (Enersur), el cobre de la mina de Cuajone es movilizada por las instalaciones portuarias de Southern Perú Copper Corporation y la gran cantidad de cobre movilizada por el Muelle F del puerto de Matarani (inaugurada en junio del 2016) proviene principalmente de la Minera Cerro Verde, así como de Las Bambas y Antapaccay.

Adicionalmente a las estimaciones de carga mineral, se proyecta que poco más del 50% proyectos mineros nacionales están proyectados desarrollarse en la zona sur del Perú para los siguientes años (Revista Tecnología Minera – 2018).

Por otro lado, con respecto a la carga, se puede diferenciar en dos grupos: la carga

desviada y la carga generada. La primera se caracteriza por la captura o atracción de la carga que existe en otra red logística. La segunda, por el contrario, es toda aquella carga que se produce cuando el proyecto entra en funcionamiento, pero toma tiempo invertir y poner en marcha.

De lo anterior, como ya se mencionado, aunque al sur del Perú actualmente se moviliza gran cantidad de mineral de cobre y que en un futuro próximo se estima movilizar aún más, las empresas mineras que movilizan casi el 90% ya cuentan con un puerto definido para exportar el mineral de cobre. Por lo que se deberá orientar al terminal portuario a desviar la carga restante y esperar movilizar las cargas generadas por los principales proyectos mineros en exploración.

De los párrafos anteriores, la presente tesis pretende determinar el área de influencia del terminal portuario donde se concentran las cargas minerales actuales que el terminal portuario puede llegar a movilizar, pero principalmente se buscar las posibles cargas futuras de proyectos en cartera (carga generada) o carga boliviana (carga desviada).

3.3.2. Metodología para la Delimitación de Área de Influencia

El criterio fundamental que se usó para delimitar el área de influencia para el análisis es el de Impedancia de una carga.

La metodología será desarrollada en torno a lo siguiente: Una vez identificado los nodos de producción y determinado las distancias entre los competidores y el terminal portuario, se procederá a corregir, bajo el criterio de impedancia las distancias entre competidores.

A continuación, definiremos los conceptos del párrafo anterior:

- Impedancia de una carga. Se define la resistencia al cambio de la cadena logística a la que pertenece una carga, esta depende los factores como el transporte, tipo de carga, tarifas, etc. Para la presente tesis se planteará la impedancia por distancia, que determina en primera instancia, un espacio geográfico donde los costos de transporte serán mejores que de la competencia.
- Nodos de producción. Se define como los centros poblados en los que existe confluencia de servicios (ejemplo: transporte), gran cantidad de habitantes, concentración de carga de producción con fines de exportación de mineral y cercanía al Sistema Nacional de Carreteras (SINAC).

3.3.2.1. Fuentes de información

Se estableció las condiciones iniciales, para dicho fin se investigó información de mapas de infraestructura de transporte de cada poblado de interés, los cuales están publicadas en la página oficial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) con elaboración de Oficina General de Planeamiento y Presupuesto (diciembre, 2017).


El siguiente cuadro para fines de la presente tesis se adaptó en torno a la clasificación de la infraestructura del transporte terrestre siguiendo los lineamientos establecidos por el SINAC:

Cuadro N°3.17 Clasificación de la infraestructura terrestre
Fuente: Sistema Nacional de Carreteras

Clasificación de la infraestructura terrestre		
Por tipo de superficie		Por jerarquía
Pavimentada	No pavimentada	
Asfaltado (1 - 2 carriles)	Afirmada	Nacional / Departamental
Asfaltado (2 - 4 carriles)	Sin afirmar	
Asfaltado (4 + carriles)	Trocha	

Además se procedió a asignar un color distintivo según el tipo de superficie y la jerarquía. A continuación, se muestra un cuadro con la información de la red vial y su clasificación:

Cuadro N°3.18 Tipo de Superficie
Fuente: Elaboración propia

Red Vial Departamental	Red Vial Nacional
 Afirmado	 Afirmado
 Asfaltado	 Asfaltado
 Asfaltado económico	 Asfaltado económico
 Proyectado	 Proyectado
 Sin afirmar	 Sin afirmar
 Trocha	 Trocha

Para la zona sur del Perú se ha elaborado el siguiente gráfico mostrando la clasificación terrestre según el cuadro anterior, también se puede ver a más detalle en el anexo N°1.

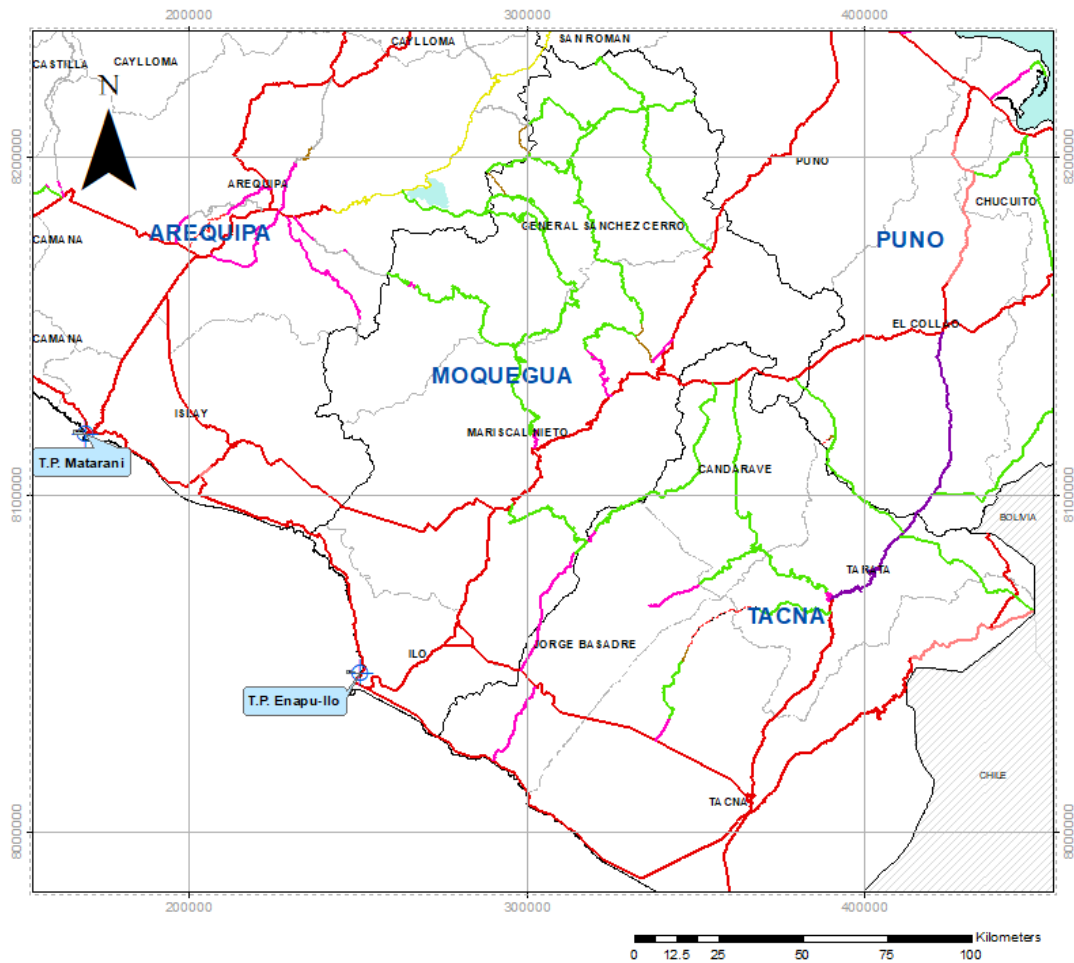


Figura N°3.12 Infraestructura terrestre al sur del Perú
Fuente: Elaboración propia

3.3.2.2. Establecimiento del nivel de competitividad

El estado y tipo de vía que recorrerá la carga transportada no es el mismo para todos, por lo que se consideró oportuno adecuar un factor de corrección.

Se estableció una velocidad media para cada tipo de infraestructura vial y un factor de corrección (por km recorrido) según las condiciones que poseen, se plantea que sobre una superficie pavimentada y con tipo de vía asfaltada (doble calzada) se toma la mitad de tiempo completar la cadena logística si se compara con una superficie no pavimentada y un tipo de vía afirmado, en este sentido se aplicará un factor de conversión en base al tipo de vía óptima, Asfaltada (doble calzada), sobre la cual se requeriría el menor tiempo de transporte en igualdad de condiciones.

A continuación, el cuadro resumen descrito en el párrafo anterior:

Cuadro N°3.19 Factor de corrección según tipo de vía y superficie
Fuente: Elaboración propia

Superficie	Tipo de Vía	Velocidad Media (m/s)	Factor de corrección
Sin pavimento	Trocha	30	3.3
	Sin afirmar	30	3.3
	Afirmado	40	2.5
Con Pavimento	Asfaltado (4+)	100	1.0
	Asfaltado (2-4)	80	1.3
	Asfaltado (0-2)	60	1.7

El factor resultante se aplicará para la conversión por km recorrido para cada vía y, a estas se les llamarán distancias corregidas y serán sobre las que se desarrollará el área de influencia.

3.3.2.3. Nodos de producción

Los nodos de producción, son los centros poblados donde se interceptan los servicios de transporte, representados por carreteras o ferrocarriles. Dentro de los cuales se movilizan dos tipos: las cargas de consumo y las cargas de exportación. En la presente tesis se analizarán los nodos que tienen más una función de aglomerar carga mineral de cobre de producción para exportación, el cual denominaremos nodos de producción.

En general, un nodo de producción se podría establecer como la confluencia de dos o más tipos de vías, sin embargo, dado la cantidad de tipos de vías que se han presentado conllevaría a una muy alta cantidad de nodos, que tendrían poca relevancia; para motivos de la presente tesis se ha considerado sólo las rutas clasificadas como nacional y departamental.

De los nodos de producción propuestos, actualmente vienen siendo atendidos por el T.P de Matarani ubicado en Arequipa, puerto vecino ubicado al norte del T.P. ENAPU – Ilo.

Los primeros nodos se ubicarán dentro de las principales unidades de producción del mineral de cobre, para lo cual se ha consultado la data base del Ministerio de Energía y Minas (2019).



Figura N°3.13 Principales unidades mineras en la zona de interés
Fuente: Ministerio de Energía y Minas - Sistema de Evaluación Ambiental en línea (SEAL)

A continuación, se muestra el cuadro de los principales nodos de producción, de las principales empresas mineras:

Cuadro N°3.0.20 Principales nodos de producción al norte
Fuente: Elaboración propia

Proyecto	Operador	Región	Provincia	Distrito	Producto
Cerro Verde	Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.	Arequipa	Arequipa	Yarabamba	Cu, Mo
Cuajone	Southern Copper Corporation Sucursal del Perú	Moquegua	Mariscal Nieto	Torata	Cu, Mo, Au, Ag
Pampa Negra	Minera Pampa de Cobre S.A.C.	Moquegua	General Sanchez Cerro	La Capilla	Cu
Toquepala	Southern Copper Corporation Sucursal del Perú	Tacna	Jorge Basadre	Ilabaya	Cu, Mo, Au, Ag

La cantidad que lograron movilizar al año 2018 fue de 1 500 000 toneladas entre concentrado, ánodos y cátodos de cobre. Sin embargo, siendo estos los principales nodos, no se puede considerar que el terminal portuario ENAPU – Ilo pueda captar esta carga mineral, dado que estas empresas privadas ya cuentan con un terminal portuario destinado para la exportación de esta carga, esto conlleva a una posibilidad casi inexistente que, desde estos nodos, el mineral de cobre llegue a movilizarse por el terminal portuario en estudio.

El siguiente grupo de nodos, se ubican en los principales lugares donde existe proyectos en cartera para la explotación de cobre y de acuerdo a la data base del Ministerio de Energía y Minas (2019) se tienen los siguientes proyectos al norte y al sur del terminal portuario en estudio:



Figura N°3.14 Principales proyectos en carta de minerales en la zona de interés
Fuente: Ministerio de Energía y Minas - Sistema de Evaluación Ambiental en línea (SEAL)

A continuación, se muestra el cuadro de los nodos de producción de proyectos al norte en cartera:

Cuadro N°3.21 Nodos de producción al norte de los principales proyectos mineros
Fuente: Elaboración propia

Situación	Operador	Proyecto	Región	Provincia	Distrito	Producto
Cartera de Construcción de Mina	Minera Hampton Perú S.A.C	Los Calatos	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua / Torata	Cu-Mo
Exploración Temprana	Compañía Minera Zahena S.A.C.	Ilo Norte	Moquegua	Ilo	El Algarrobal	Cu Au Mo
Exploración Temprana	Minera Anaconda Peru S.A.	Sami	Moquegua	Ilo	Pacocha	Au, Cu
Exploración Temprana	Anglo American Quellaveco S.A.	Puca Urkku	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua	Cu
Exploración Temprana	Anglo American Quellaveco S.A.	Pedregal	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua / Torata	Cu
Exploración Temprana	Anglo American Peru S.A.	Quinsacollo	Moquegua	Mariscal Nieto	Torata	Cu
Exploración Temprana	Minera Haispe S.A.C.	Haispe	Arequipa	Islay	Cocachacra	Cu
Exploración Temprana	Anglo American Peru S.A.	Pinco - Pinco	Moquegua	General Sanchez Cerro	La Capilla	Cu
Exploración Temprana	Maxy Gold Peru S.A.C.	Picha	Moquegua	General Sanchez Cerro	Ichuña	Cu

De la data consultada, se ha encontrado alguna información de la cantidad de mineral que se proyecta extraer en la mina en construcción, por ejemplo, se estima una producción anual en la mina “Los Calatos” de 50 000 TMF de cobre (Dirección

General de Promoción y Sostenibilidad Minera, 2019) sin embargo la mayoría de minas consideradas aún están en exploración temprana, por lo cual aún los datos oficiales de la cantidad de cobre que se espera movilizar son escasos.

A la vez, considerando que algunas mineras en exploración, ya cuenta con puerto para la exportación del mineral una vez comenzados a operar, tal es el caso de la empresa Anglo American, es poco probable que estas carga generadas puedan ser exportadas por el T.P. ENAPU – Ilo.

Por otro lado, aquellos nodos de producción ubicados al sur del terminal portuario ENAPU – Ilo (Nodos al sur) según las estadísticas recopiladas del MINEN (2019) señala que existen 7 proyectos más importantes de exploración temprana de cobre.

Cuadro N°3.22 Nodos de producción al sur de los principales proyectos mineros en cartera
Fuente: Elaboración propia

Situación	Operador	Proyecto	Región	Provincia	Distrito	Producto
Exploración Temprana	Compañía Minera Zahena S.A.C.	Cardonal	Moquegua	Ilo	Ilo / El Algarrobal	Au, Cu
Exploración Temprana	Junefield Group S.A.	Vale	Tacna	Tacna	Sama	Fe-Cu-Au
Exploración Temprana	Bhp Billiton World Exploration Inc. Sucursal Del Peru	Pampa M	Tacna	Tacna	Inclan	Cu
Exploración Temprana	Wild Acre Metals (Peru) S.A.C.	Sambalay	Tacna	Tacna	Inclan	Au, Ag, Cu
Exploración Temprana	Anglo American Peru S.A.	Chipispaya	Tacna	Tarata	Héroes Albarracín	Au, Cu
Exploración Temprana	Compañía Minera Zahena S.A.C.	Ataspaca	Tacna	Tacna	Paccha	Cu, Zn
Exploración Temprana	Rio Tinto Mining and Exploration S.A.C.	Suyawi	Tacna	Candarave	Camilaca	Cu, Mo

Como primera conclusión del análisis del área de influencia, se espera que empiecen a ejecutarse los proyectos en cartera en los próximos años, sin embargo, suponiendo que al menos el 50% no tiene un puerto definido por donde exportar la carga, sería una opción para el TP. ENAPU – Ilo, sin embargo, para captar esta carga generada primero se tendría que esperar un largo tiempo y segundo no podemos considerar como una carga segura, por lo que se espera si el puerto espera realizar inversiones oportunas deberá ser cuando se justifique la cantidad de carga generada o desviada.

De lo anterior, de la carga nacional, se espera que el terminal siga movilizando la cantidad de cobre proveniente principalmente de Southern Perú Copper

Corporation Sucursal del Perú y creciendo directamente aumente la cantidad de carga mineral movilizado por este terminal privado portuario vecino. Por otro lado, de la carga internacional, la principal carga que se espera desviar y movilizar a mediano plazo al T.P. ENAPU – Ilo sería mercadería general boliviana dentro de contenedores.

3.3.3. Análisis de la actual y futura carga movilizada por el T.P. ENAPU – Ilo

3.3.3.1. Resultado de la delimitación del área de influencia para carga nacionales

A continuación, se presentan los resultados de la impedancia de la carga mineral. Para la evaluación se ha considerado los nodos de las minas en producción y de proyectos en cartera más relevantes.

En el anexo N°5 de la presente tesis se presentan el proceso del análisis para cada nodo y el resultado final se presenta en el siguiente cuadro donde se muestra el valor de impedancia de los nodos de producción:

Cuadro N°3.23 Impedancia de los nodos de producción
Fuente: Elaboración propia

Nodo de Producción	Destino	Distancia Corregida	Impedancia a Matarani	Resultante
Ilabaya	TP Ilo	194.9		
	Puerto Matarani	438.8	2.25	125%
Yarabamba	TP Ilo	787.8		
	Puerto Matarani	151.1	0.19	-81%
La Capilla	TP Ilo	882.6		
	Puerto Matarani	308.9	0.35	-65%
Haispe	TP Ilo	196.4		
	Puerto Matarani	127.3	0.65	-35%
Torata	TP Ilo	246.6		
	Puerto Matarani	362.7	1.47	47%
Los Calatos	TP Ilo	285.3		
	Puerto Matarani	401.3	1.41	41%
Picha	TP Ilo	623.9		
	Puerto Matarani	832.9	1.33	33%
Sami	TP Ilo	38.8		
	Puerto Matarani	178.1	4.60	360%
Ilo Norte	TP Ilo	22.4		
	Puerto Matarani	194.5	8.67	767%

Se realizó la interpolación entre los valores de impedancia del cuadro anterior, con base el valor “0 %”, que corresponde al límite del área de influencia por el norte, se muestra el resultado en el siguiente gráfico:

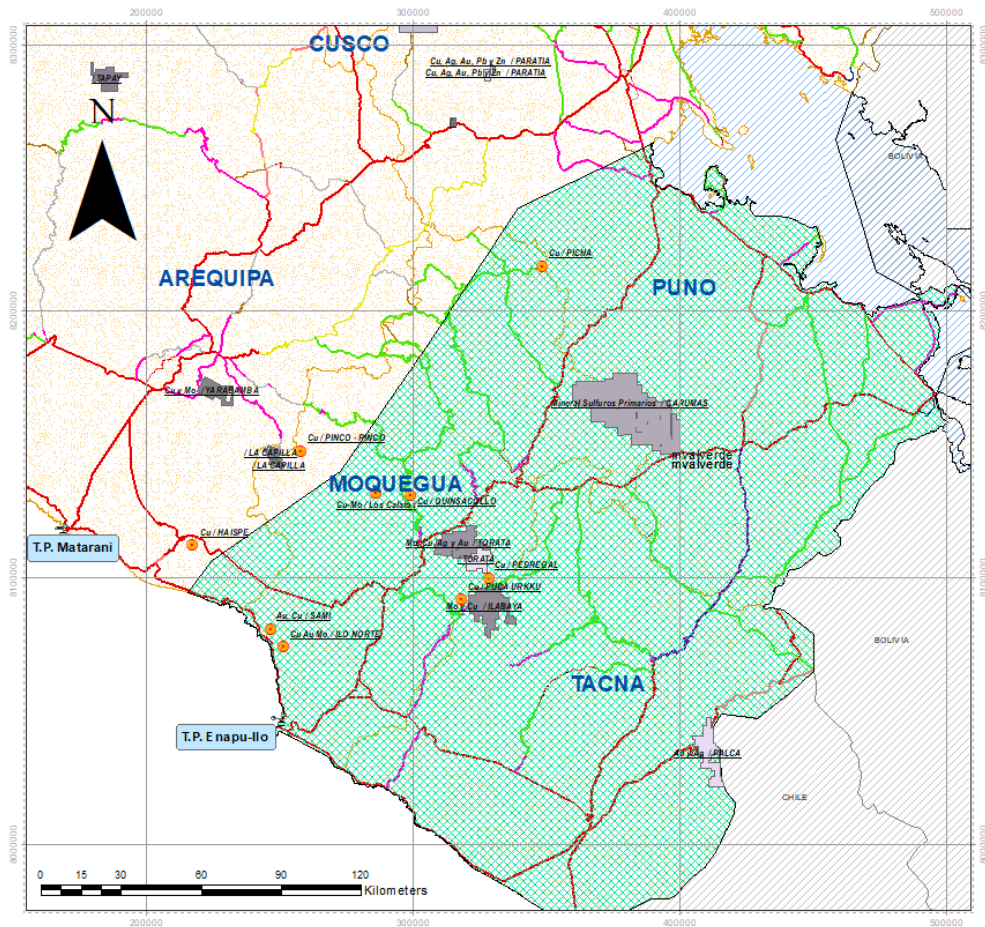


Figura N°3.15 Área de Influencia del terminal portuario ENAPU – Ilo
Fuente: Elaboración propia

Del gráfico anterior el área de influencia del terminal portuario tiene un área de 45 291.7 km². Captando un total de 9 unidades productoras de minerales, 2 proyectos activos y el resto en exploración.

Adicionalmente existe propuestas de carga generada al sur del T.P ENAPU – Ilo en proyectos que están en fase exploratoria y en elaboración como los mencionados anteriormente (Ver Cuadro N°3.22 Nodos de producción al sur de los principales proyectos mineros en cartera), que da la posibilidad, aunque un poco incierta, que el terminal en estudio pueda captar parte de esta demanda y con esto aumente el crecimiento de movimiento de carga.

3.3.3.2. Posibilidad de movilizar carga boliviana

La carga boliviana, en su mayoría es carga de tipo fraccionada o de contenedores que actualmente es movilizada en su gran mayoría por puerto de Arica – Chile, sin

embargo, existen hechos importantes que involucran el movimiento de esta carga por el terminal portuario nacional ENAPU – Ilo, entre algunos tenemos las entrevistas documentadas por el boletín ENAPU y la revista tecnológica mundo marítimo en enero del 2020 al gerente de la Administración de Servicios Portuarios-Bolivia (ASP-B), Marwin Flores, el cuál menciona lo siguiente:

- En el marco de la Audiencia de la Rendición Pública de Cuentas Final Gestión 2019, el gerente de la Administración de Servicios Portuarios-Bolivia (ASP-B), Marwin Flores, reportó que entre 2017 y noviembre de 2019, el comercio exterior boliviano a través del puerto de Arica en Chile descendió de 89,8% a 71,2%, es decir sufrió una caída de 18,6%. Mientras que, mediante el terminal ENAPU – Ilo, en Perú, la carga movilizada subió de 3,3% a 8,1% en ese mismo período.
- Además, proponen gestionar y desarrollar a futuro los servicios de consolidación y desconsolidación de carga sean realizados en Bolivia, lo más cercano a las zonas de operación, a través de Depósitos Aduaneros de Bolivia (DAB) o Almacenera Boliviana (ALBO), lo que implica que, minimizar los servicios de desconsolidación en los puertos, por lo cual se espera una mayor afluencia de contenedores en los terminales portuarios.
- En el año 2019, en el boletín informativo digital de ENAPU, menciona que en el mes de enero de ese año cerca de 30 000 ton de carga boliviana fueron importadas por el T.P. ENAPU – Ilo y se espera que a finales de año se movilicen hasta 100 000 ton, además la Autoridad Portuaria en vista de mejorar e impulsar la relación entre el país vecino, impuso algunos beneficios como tarifa especial a la carga boliviana (reducción de en 30%) y almacenamiento libre de hasta 30 días.

Es necesario mencionar que particularmente existe un tema aún por definir con respecto a las tarifas. Para el año 2019 la Empresa Portuaria Arica (EPA) y la Administración de Servicios Portuarios – Bolivia (ASP – B) estaban en constante reuniones para definir las nuevas tarifas en el más breve plazo, dado que la concesionaria de nacionalidad chilena aumentó en 102% las tarifas para la carga boliviana (Queya, 2019).

Cuantificando las tarifas, actualmente el puerto de Arica – Chile cobra alrededor de en promedio 90 dólares por el despacho indirecto de los contenedores que incluyen los servicios de transferencia, manipuleo y almacenamiento, en comparación con las tarifas de ENAPU – Ilo, que están alrededor de 35.6 dólares,

siendo más económico el terminal portuario nacional. Lo mencionado se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro N°3.24 Tarifas T.P. ENAPU – Ilo y Puerto de Arica
Fuente: T.P. ENAPU – Ilo y Tarifas Empresa Portuaria Arica EPA

Tarifas por contenedor con carga (U\$S/TEUs)			
	Servicio	Parcial	Total
Terminal Portuario ENAPU – Ilo	. Por transferencia	7.5	35.6
	. Por manipuleo	23.6	
	. Por almacenamiento*(primer periodo)	4.5	
Puerto Arica	Servicio Indirecto	90	90

En ese sentido, existe la posibilidad que el T.P. ENAPU – Ilo se convierta en el intermediario importador o exportador de la carga boliviana, para reafirmar esta posibilidad, en la presente tesis con las estrategias planteadas, se pretende mejorar las operaciones portuarias y consecuentemente esto otorgará un menor tiempo de espera de los camiones de carga y en zonas exclusivas para el almacenamiento de esta carga influyendo una mejor atención y aumento en el nivel de servicio a la carga contenedorizada, en cuanto a las tarifas, se espera que las autoridades portuarias planteen redefinirlas en beneficio terminal portuario y los clientes.

De lo anterior se espera que la actividad actual sea un punto de partida para aumentar y concretar las negociaciones de movimiento de carga boliviana por el terminal portuario nacional. Por lo que el área de influencia calculada en el ítem anterior abarcaría hasta el país de Bolivia, al desviar parte de la carga boliviana al terminal portuario ENAPU – Ilo.

3.3.3.3. Estimación de la capacidad de carga

La carga a granel sólido, particularmente el trigo, relaciona la variación en cantidad con el crecimiento poblacional anual (por la relación directa con el consumo) y el aumento del nivel económico en el departamento de Moquegua. En base a las estadísticas del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) entre los años 2007 – 2017 la tasa de crecimiento anual fue del 0.8% y considerando 1% del aumento de nivel económico, se obtiene que anualmente la demanda de trigo aumentaría en 1.8%.

Sobre la carga fraccionada, en los primeros años se deberá captar en promedio 100 000 toneladas de carga boliviana de tipo mercadería genera de proyectos,

sumado a la cantidad de este tipo de carga que actualmente se moviliza.

Con respecto a la carga contenedorizada, según se ha mencionado el ítem 3.1.2 el terminal portuario vecino S.P.C.C. es el principal cliente de la mayoría de carga (más el 90%) en contenedores que se movilizan por el terminal portuario ENAPU – Ilo, entonces el crecimiento de esta carga en los siguientes años está definido por el puerto privado mencionado, según las estadísticas elaboradas por el área de estadísticas – APN para el año 2019 se movilizaron alrededor de 190 000 ton (más del 200% del año anterior), crecimiento importante que se estima siga aumentado, por lo tanto al inicio de la fase I (año 2020) se espera que se movilicen alrededor de 200 000 ton anuales y siga creciendo hasta un 1% por año hasta final del horizonte del proyecto.

Por otro lado, las condición contractual de la política de contratos que se viene manejando entre las navieras que trabajan en el Puerto de Arica (empresa que se dedica al transporte y distribución de carga en naves) y el país de Bolivia acerca de la carga contenedorizada, retarda en la posibilidad de desviar la carga boliviana a corto plazo por terminal portuario nacional, dado que los contratos de movimiento de los navieros en sus rutas a veces es cada dos o tres años y luego se actualizan, en este marco, hasta que no se liberen los contratos actuales entre las navieras y el país de Bolivia, se seguirá embarcando los contenedores vía puerto de Arica. Por lo que se espera que progresivamente se liberen de acuerdo a la oferta que pretende brindar el terminal portuario nacional y en los próximos 10 años existan nuevos contratos ya liberados, por lo que se concluye en que parte de la carga boliviana pueda moverse por el terminal portuario ENAPU – Ilo.

Otro punto importante, es dado que el terminal de Arica ha subido sus costos considerablemente, y según lo observado en el Cuadro N°3.24 Tarifas T.P. ENAPU – Ilo y Puerto de Arica, actualmente es más económico movilizar carga de contenedores por el terminal portuario nacional y por último mencionar que aún falta estabilizar las nuevas rutas y esto se da porque las naves de contenedores tienen programación de viajes y los barcos están dimensionados para cada zona es decir, están condicionados a la necesidad de cada zona, por lo que se espera que también se estabilicen en el tiempo planteado.

De lo mencionado, se estimará la carga a futuro, tomando como referencia el total de carga boliviana que se moviliza por el puerto de Arica – Chile en el año 2019, que según las estadísticas portuarias se movilizó cerca de 2 100 000 ton de carga contenedorizada boliviana, 1 200 000 ton en exportación y 906 000 ton de

importación (Puerto Arica, 2020). En este sentido llegar a un acuerdo de cooperación comercial entre Perú y Bolivia el terminal portuario ENAPU – Ilo, posibilita que manera progresiva en la fase II el TP ENAPU – Ilo pueda movilizar hasta el 25%, alrededor de 300 000 ton, de la carga de exportación boliviana que se moviliza por el puerto de Arica, que equivalen en valores de TEUs a 12 000 contenedores (tomando el valor de 25 ton/TEU).

En base a los datos anteriores se ha elaborado el Cuadro N°3.25 Capacidad en los diferentes momentos del terminal portuario. donde se detalla la capacidad anual que tendría el terminal portuario ENAPU – Ilo, además se compara con el valor de 1 200 000 ton, que es el valor límite de capacidad calculado en el ítem 3.3.1 para las condiciones actuales del terminal portuario.

Cómo resumen, se muestra el Cuadro N°3.25 Capacidad en los diferentes momentos del terminal portuario. la cuantificación de lo anteriormente mencionado sobre la cantidad de carga en los diferentes momentos, y comparándolo con la capacidad límite que puede llegar a atender el T.P. ENAPU – Ilo.

Además, para un mejor análisis, la presente tesis ha dividido el tiempo que considera duraría el terminal portuario en dos fases, donde con criterio, se plantea que en la segunda fase es cuando se establezca y defina el movimiento de contenedores bolivianos por el terminal nacional, siempre y la cantidad de carga justifique nuevas inversiones.

Cuadro N°3.25 Capacidad en los diferentes momentos del terminal portuario.
Fuente: Elaboración propia

Fase	Fase Inversión		Fase I		Fase II	
	2020	2025	2025	2035	2035	2050
Años	2020	2025	2025	2035	2035	2050
Capacidad límite (Ton)	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000
Carga granel sólido	250,000	272,500	272,500	321,550	321,550	408,369
Carga contenedorizada	200,000	210,000	210,000	381,000	381,000	565,650
<i>C.C. Nacional</i>	<i>200,000</i>	<i>210,000</i>	<i>210,000</i>	<i>231,000</i>	<i>231,000</i>	<i>265,650</i>
<i>C.C Boliviana</i>	-	-	-	<i>150,000</i>	<i>150,000</i>	<i>300,000</i>
Carga fraccionada	100,000	110,000	121,000	133,100	153,065	176,025
Carga total	550,000	592,500	603,500	835,650	855,615	1,150,043

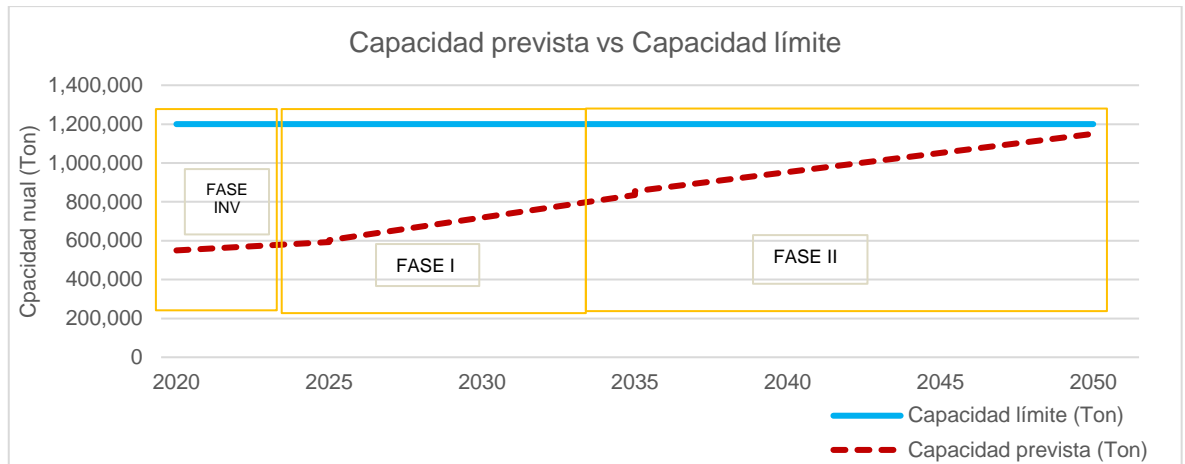


Figura N°3.16 Capacidad prevista vs capacidad límite del T.P. ENAPU – Ilo
Fuente: Elaboración Propia

3.4. SITUACIÓN OPERATIVA ACTUAL DEL TERMINAL PORTUARIO

Como se ha descrito en el capítulo II, según la UNCTAD el rendimiento portuario no se puede medir en función de simplemente un solo valor, por lo cual se proponen una variedad de indicadores con datos de las estadísticas portuarias.

Para el desarrollo del análisis del desempeño operativo actual del terminal portuario se plantearán a criterio las mediciones de los indicadores más importantes para representar las operaciones del terminal Portuario ENAPU – Ilo, y además poder compararlos con otros puertos cercanos e importantes.

De lo último se entiende por comparación entre diferentes puertos, por ejemplo, si se obtiene que la operatividad portuaria de un puerto “A” cuantifica un tiempo de permanencia “X” para ciertas naves y otro puerto “B” cercano y al norte tiene un tiempo de permanencia menor “Y” para las mismas naves, la evaluación y estrategias operativas deberán fijar un objetivo para ser capaz de establecer un menor tiempo de permanencia del puerto “A”, con el fin de proponer competitividad dentro del área de influencia.

Por lo tanto, se requiere de algunos indicadores para representar las operaciones del terminal Portuario ENAPU – Ilo, en este sentido, el siguiente apartado analizará los indicadores más importantes siguiendo la idea de estructurar la medición del rendimiento de la operatividad portuaria según lo planteado en el capítulo II. Resultando conveniente evaluar el rendimiento actual del terminal portuario ENAPU – Ilo de la siguiente manera:

3.4.1. Medición de tráfico

La primera medición se realiza con respecto al tráfico total entre los años 2014 –

2019 y la comparación de la evolución del movimiento de carga del terminal en estudio con otros respectos puertos cercanos importantes.

Cuadro N°3.26 Movimiento de carga año 2014 – 2019
Fuente: Oficina de estadística – OSITRAN 2019

Terminales Portuarios	Uso	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Arequipa							
TP Matarani - TISUR	Público	3,401,959	3,818,167	6,440,210	6,947,425	7,174,906	6,876,214
Ilo							
TP Ilo - ENAPU	Público	435,794	425,572	276,204	317,823	331,523	556,579
TP Southern Perú	Privado	349,343	317,230	384,730	366,003	410,537	790,736

El movimiento de carga del terminal portuario ENAPU – Ilo es mucho menor que en el terminal portuario de Matarani en Arequipa, que ha ido creciendo favorablemente en los últimos años a la par de las mejoras de infraestructura y operación portuaria. Además, el movimiento de carga por parte de S.P.C.C. ha sido ligeramente en promedio mayor al terminal en estudio, es decir, ha ido creciendo positivamente casi todos los años y llegando a movilizar casi el doble de carga en el 2019 respecto al 2018, en contraste al T.P. ENAPU – Ilo que se observa un crecimiento discontinuo y un aumento del 50% en los dos últimos años.

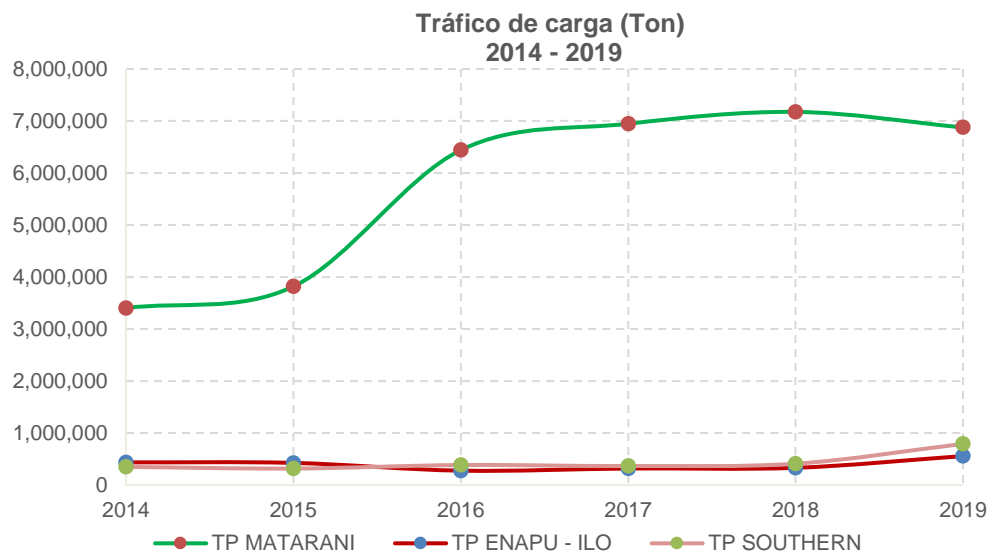


Figura N°3.17 Tráfico de carga en toneladas entre los años 2014 – 2019
Fuente: Elaboración propia

Se observa que en los últimos 6 años el T.P. Matarani movilizó hasta 22 veces más la cantidad total de mercancías con respecto al T.P. ENAPU - Ilo, y desde el

año 2016 tuvo un aumento del 50% (4 500 000 toneladas de mineral de cobre) de carga movilizada debido al inicio de operación del muelle F, dado que moviliza concentrado de cobre proveniente de las mineras de la Sociedad Minera Cerro Verde, Las Bambas y Antapaccay; por ello para fines de la presente tesis la comparación que se quiere requiere deberá ser un poco más homogénea, abarcando las cantidades principales y acorde al tipo de carga movilizado por el terminal en estudio. En este sentido, se restará de la cantidad de carga a granel sólido, el concentrado de cobre movilizado por el T.P. Matarani.

De lo anterior, se plantea el nuevo cuadro y gráfico tráfico de carga en toneladas para entre los años 2014 – 2019.

Cuadro N°3.27 Movimiento de carga año 2014 – 2019
Fuente: Oficina de estadística – OSITRAN 2019

Terminales Portuarios	Uso	2014	2015	2016	2017	2018
Arequipa						
TP Matarani - TISUR	Público	2,056,474	1,732,143	1,863,976	2,030,171	2,279,472
Ilo						
TP Ilo - ENAPU	Público	435,794	425,572	276,204	317,823	331,523
TP Southern Perú	Privado	349,343	317,230	384,730	366,003	410,537

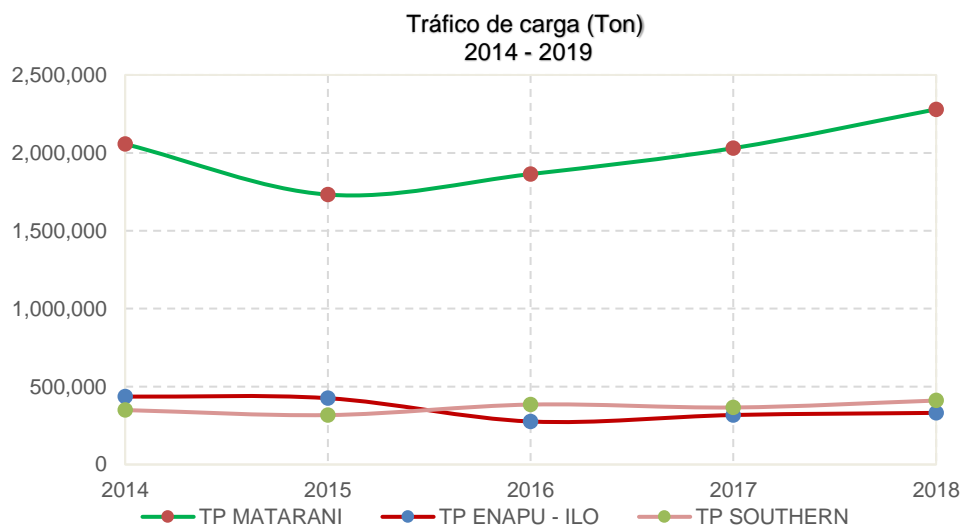


Figura N°3.18 Movimiento de carga año 2014 – 2019
Fuente: Oficina de estadística – OSITRAN 2019

Para un mejor panorama de movimiento de carga para el año 2019, se elaboró la comparación en base a los tipos de cargas principales que movilizan el terminal portuario ENAPU – Ilo, con la condición explicada en el párrafo anterior, obteniendo el siguiente cuadro:

Cuadro N°3.28 Movimiento de los principales tipos de carga para el año 2019
Fuente: Elaboración propia

Terminales Portuarios	Uso	Contenedores (TM)	Mercancía no contenerizada (TM)	Graneles Sólidos* (TM)	Total TM (Año 2019)
Matarani					
TP Matarani - TISUR	Público	239,317	613,123	895,152*	1,747,593*
Ilo					
TP Ilo - ENAPU	Público	190,284	130,846	233,904	555,034
TP Southern Perú - Ilo	Privado	107,917	4,344	678,474	790,736

*Sin considerar concentrado de cobre

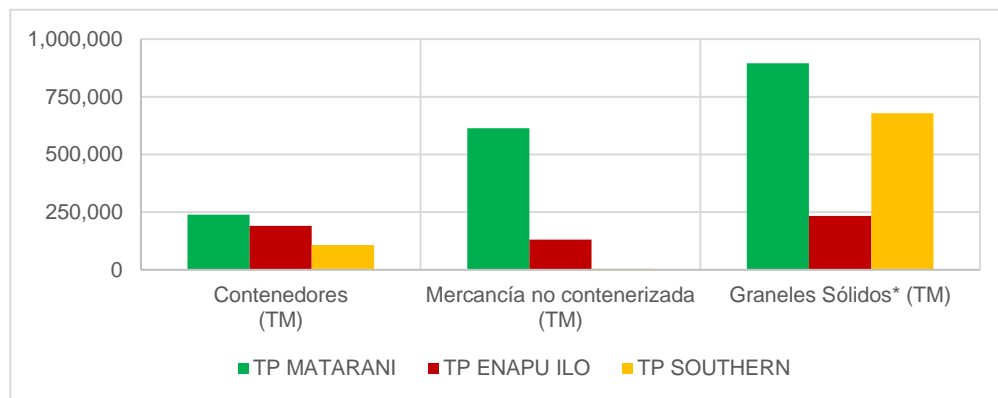


Figura N°3.19 Movimiento de los principales tipos de carga para el año 2019
Fuente: Elaboración propia

El análisis se realizó con respecto que los tres terminales movilizan principalmente y en casi su totalidad los tres tipos de carga mostrados.

Se observa que principalmente la carga de granos sólidos los mueve el TP Matarani, seguido con T.P. Southern; con respecto a los contenedores se movilizaron menos de 250 000 toneladas de carga que la suma no llega ni al 5% de lo que moviliza TNM Callao - APM Terminals Callao, que tiene un valor de 15 158 330 toneladas al año 2019 (Área de estadística – APN); y finalmente con respecto a la carga no contenedorizada los tres terminales portuarios principalmente movilizan carga fraccionada de proyecto y mercadería general.

3.4.2. Medición de la productividad de la carga en el atraque

Para entrar al contexto general de la manera de operar la carga en el muelle, se debe mencionar que el terminal en estudio es de tipo multipropósito no especializado, es decir no cuenta con el equipamiento propio adecuado para la carga o descarga de los diferentes tipos de carga que llegan o salen, por lo que la condición de las naves que atracan es contar con el equipamiento necesario para la carga o descarga, por ejemplo:

- Para la descarga del grano sólido se usa la grúa y clamshell que posee la nave amarrada, y por parte del terminal portuario, se cuenta con tolvas que sirven para la recepción de la carga hacia el camión. En los siguientes gráficos se muestra la secuencia de descarga de los granos sólidos en el terminal portuario ENAPU – Ilo.



Carga del Clamshell con grúa en la nave



Movimiento de llevada del Clamshell hacia afuera de la nave



Ubicación del Clamshell encima de la tolva



Descarga del grano en la tolva y hacia el camión

Figura N°3.20 Proceso de descarga de la carga a granel sólido trigo en el T.P. ENAPU – Ilo
Fuente: Portuaria Pacífico S.R.L.

- Para movilizar los contenedores y carga fraccionada se usan las grúas destinadas a la carga y descarga. Están montadas sobre las naves que llegan al terminal portuario ENAPU – Ilo, dado que el terminal no cuenta con grúas de muelle.



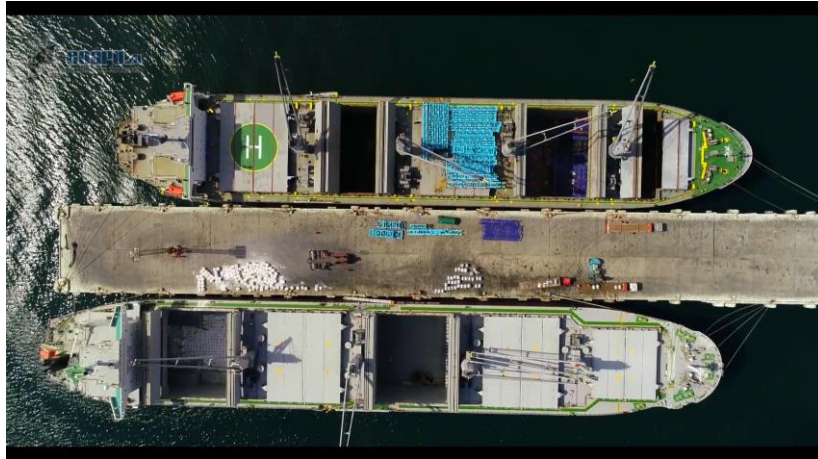


Figura N°3.21 Proceso de descarga y carga de contenedores y carga fraccionada en el T.P. ENAPU – Ilo
Fuente: ENAPU S.A.

Con respecto a los rendimientos de carga o descarga, se obtiene lo siguiente:

De los trabajos en campo, en conversaciones con las autoridades del terminal portuario y de acuerdo con las estadísticas portuarias, se define lo siguiente:

- Para las cargas sólidas a granel, el rendimiento de descarga es alrededor de 2100 Ton por jornada de 6 horas para 3 tolvas, lo que resulta un valor de 120 Ton/h.
- Los contenedores llenos se cargan a 20 TEUs por jornada de 6 horas y para contenedores vacíos se descarga alrededor de 40 TEUs por jornada de 6 horas.

Para tener una idea de cómo está operando el puerto para la carga o descarga de los principales tipos de mercancías mencionados, se ha comparado los valores con respecto al terminal portuario Matarani por ser uno de los principales terminales referentes al sur, con gran cantidad de carga movilizada por año y que además cuenta con obras de abrigo como son los rompeolas.

De acuerdo con el desempeño para el año 2018 del T.P. Matarani realizado por OSITRAN (Gerencia de Regulación y Estudios Económicos del Ositrán,2018), el rendimiento de operación de la carga fue la siguiente:

- Para carga sólida a granel se obtuvo un valor de 419 Ton/h
- Para contenedores llenos se movilaron un de promedio 75 cont./hora.

Cuadro N°3.29 Rendimiento de la carga año 2018
Fuente. ENAPU S.A. y OSITRAN

Rendimiento de la carga	Granel sólido (Ton/h)	Contenedores llenos (Cont/h)
T.P. ENAPU -Ilo	117	4
TP Matarani	419	75

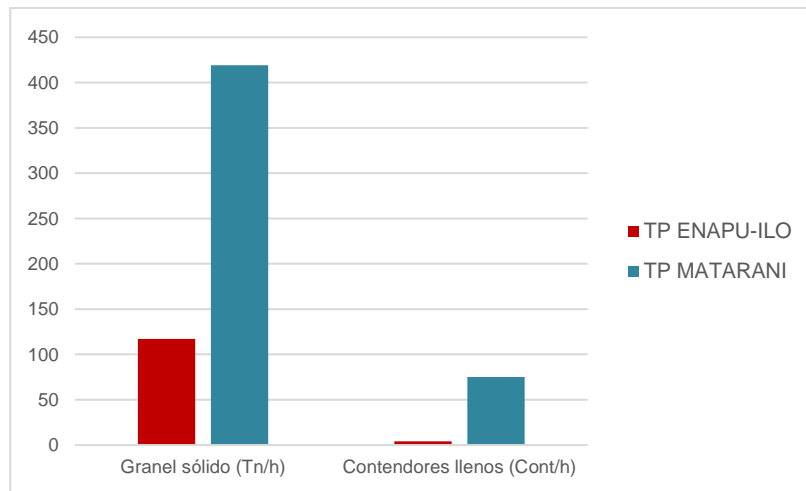


Figura N°3.22 Rendimiento de la carga año entre ENAPU – MATARANI para el año 2018
Fuente. ENAPU S.A. y OSITRAN

3.4.3. Medición de utilización

Utilización del muelle. - Para medir el rendimiento de la nave cuando atracca, se mide el tiempo de permanencia de la nave en el muelle, así como el tiempo de trabajo en la carga o descarga de las mercancías (expresado en horas), para lo cual se realiza la relación entre ambos valores obteniendo la cantidad del tiempo en porcentaje se usó en promedio al muelle por cada nave atracada. Por lo cual se muestra el siguiente cuadro detallado por mes para el año 2018:

Cuadro N°3.30 Tiempo de permanencia y trabajo detallado para el año 2018
Fuente: Estadísticas Portuarias ENAPU – Ilo

#	Mes	Nave	Tipo de carga	Perm Amarr	Tpo Trab	Horas Muertas	Tpo de Estadía en el Muelle
				hrs.\ min.	hrs.\ min.	hrs.\ min.	84.5%
01	Ene	Ultra Fitz Roy	Granel Sólido	62:00	56:10	5:50	90.6%
02	Ene	Dimitris C	Contenedores	24:50	17:55	6:55	72.1%
03	Ene	Arica	Contenedores	38:20	34:45	3:35	90.7%
							83.2%
04	Feb	Atlantis Unity Pomerenia	Granel Sólido	49:10	45:00	4:10	91.5%
05	Feb	Sky	Contenedores	17:15	12:45	4:30	73.9%
06	Feb	Domingo	Contenedores	33:55	28:30	5:25	84.0%
							88.3%
07	Mar	Bonnie Venture	Granel Sólido	39:55	35:45	4:10	89.6%
	Mar			31:20	27:00	4:20	86.2%
08	Mar	CNP Ilo	Contenedores	71:30	63:40	7:50	89.0%
							91.5%

09	Abr	CNP Ilo	Contenedores	44:25	40:00	4:25	90.1%
10	Abr	Kiwi Arrow	C. Fraccionada - boliviana	121:30	112:55	8:35	92.9%
							90.9%
11	Mayo	Loza	Granel Sólido	74:25	67:40	6:45	90.9%
							74.4%
12	Jun	Bbc Pearl	Carga Fraccionada	27:10	8:10	19:00	30.1%
13	Jun	Nd Thelxis	Granel Sólido	49:55	45:55	4:00	92.0%
	Jun			33:10	27:30	5:40	82.9%
14	Jun	CNP Ilo	Contenedores	50:20	46:35	3:45	92.5%
							59.6%
15	Jul	CNP Ilo Seaboard	Contenedores	43:20	38:45	4:35	89.4%
16	Jul	Valparaiso	Carga Fraccionada	18:05	12:40	5:25	70.0%
17	Jul	Geo Explorer	Carga Fraccionada	95:45	18:25	77:20	19.2%
							79.2%
18	Agos	Chios Luck	Granel Sólido	38:55	33:20	5:35	85.7%
	Agos	Seaboard		34:55	26:35	8:20	76.1%
19	Agos	Valparaiso	Carga Fraccionada	18:30	14:00	4:30	75.7%
							89.3%
20	Set	Cnp Ilo Nord	Contenedores	65:40	58:25	7:15	89.0%
21	Set	Rotterdam	Granel Sólido	74:00	66:20	7:40	89.6%
							88.7%
22	Oct	San Vicente Express	Contenedores	22:40	18:05	4:35	79.8%
23	Oct	Ante Topic	C. Fraccionada - Boliviana	64:25	60:50	3:35	94.4%
	Oct			36:00	35:05	0:55	97.5%
	Oct			41:20	36:40	4:40	88.7%
24	Oct	Durban Bay	Granel Sólido	35:05	29:10	5:55	83.1%
	Oct			53:20	48:50	4:30	91.6%
25	Oct	Polynesia	Contenedores	57:15	49:10	8:05	85.9%
							87.0%
26	Nov	Klara Selmer	Granel Sólido	62:25	54:20	8:05	87.0%
							82.9%
27	Dic	Industrial Song Ocean	Carga Fraccionada	43:50	31:30	0:00	71.9%
28	Dic	Applaud	Granel Sólido	77:35	72:55	0:00	94.0%
TOTAL DE HORAS				1814:55	1272:15	525:40	70.1%

Del cuadro anterior, se observa que del tiempo que esta la nave en el muelle, en promedio el 70% de ese tiempo se usa para la carga o descarga las mercancías. El tiempo de horas muertas es bajo, y existen valores de hasta 98% del tiempo de trabajo con respecto al tiempo total, por lo cual se infiere que la nave después del término de operación casi no demoró en el desatraque de la misma.

Por otro lado, es importante medir y tener una idea del tiempo utiliza cada nave cuando está atracada y también cuando empieza a operar en el muelle, para lo cual se ha realizado la recopilación de datos estadísticos para los años 2015 – 2018, donde primeramente se muestra la cantidad de naves y el segundo se evalúa el resultado entre el tiempo y las naves, y finalmente compararlo con el referente portuario T.P. Matarani.

Cuadro N°3.31 Cantidad de naves años 2015 – 2018
Fuente: Estadísticas Portuarias ENAPU – Ilo

Cantidad de naves	Uso	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Año 2018														
TP ENAPU - Ilo	Público	3	3	2	2	1	3	3	2	2	4	1	2	28
Año 2017														
TP ENAPU - Ilo	Público	4	3	5	3	5	3	2	6	2	4	3	3	43
Año 2016														
TP ENAPU - Ilo	Público	1	2	4	3	2	3	4	2	2	6	4	7	40
Año 2015														
TP ENAPU - Ilo	Público	3	1	3	3	3	1	4	3	4	2	2	5	34

En el siguiente cuadro se detalla los tiempos en promedio de permanencia y trabajo por nave.

Cuadro N°3.32 Tiempo de permanencia y trabajo por nave.
Fuente: Estadísticas Portuarias ENAPU – Ilo

Año	Nave	Tpo Perm Amarrad hrs.\ min.	Tpo Trabajo hrs.\ min.	Tpo Permanencia hrs/nave	Tpo Trabajo hrs/nave
2018	28	1814:55	1272:15	64.8	45.4
2017	43	1753:25	1225:25	40.8	28.5
2016	40	1410:00	1179:40	35.3	29.5
2015	34	1774:45	1554:25	52.2	45.7

Se compara el tiempo de permanencia de las naves con el referente portuario de Matarani, obteniéndose el siguiente cuadro:

Cuadro N°3.33 Tiempo de permanencia TP ENAPU – Ilo y Matarani
Fuente: Estadísticas Portuarias ENAPU – Ilo

Año	Tpo Permanencia Hrs/nave	
	T.P. ENAPU - Ilo	T.P. Matarani
2018	64.8	30.3
2017	40.8	29.4
2016	35.3	29.3
2015	52.2	28.9

Se concluye del cuadro anterior que el tiempo de permanencia en horas / nave en el terminal portuario ENAPU – Ilo es en promedio el doble que el tiempo de permanencia en el T.P. Matarani, es decir de las pocas naves que amarran en el muelle por año, cuando atracan en promedio necesitan más tiempo para descargar o cargar las mercancías como graneles sólidos o contenedores con respecto al otro terminal, esto es debido principalmente a que Matarani cuenta con protección marítima como obras de abrigo, mientras ENAPU – Ilo no cuenta con ninguno.

Hasta este punto se ha analizado el tiempo que el muelle está operando o trabajando, pero es también importante visualizar el tiempo de ocupación del muelle para los años 2015 – 2018.

El tiempo de ocupación es el tiempo de permanencia de la nave con respecto al tiempo total operativo por amarradero y se considera que por oleaje fuerte una reducción del tiempo de 5% del tiempo total, además se hace la comparación con los valores que sugiere la UNCTAD de acuerdo al número de amarraderos:

Cuadro N°3.34 Tiempo de ocupación TP ENAPU – Ilo
Fuente: Elaboración propia

Año	Tpo de Ocupación (%)			
	T.P. ENAPU – Ilo (2 amarraderos)	UNCTAD (2 amarraderos)	T.P. Matarani (3 amarraderos)	UNCTAD (3 amarraderos)
2018	19%	50%	50%	55%
2017	12%	50%	47%	55%
2016	10%	50%	46%	55%
2015	15%	50%	48%	55%

Se puede concluir que el terminal en estudio tiene un tiempo libre en exceso para trabajar, pues los valores de ocupación son mucho menores que la mitad que sugiere la UNCTAD, entonces el terminal portuario ENAPU – Ilo no está trabajando ni a la mitad de su máxima capacidad.

3.5. REVISIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL TERMINAL PORTUARIO

Este apartado se ha estructurado en cuatro grupos: Servicio e infraestructura portuaria, situación de la integración terminal portuario – ciudad, tasa de ocupación y operatividad, situación del modo de intercambio de carga en las operaciones portuarias, con el fin de que sean los puntos clave de las condiciones actuales del terminal portuario que se han venido describiendo.

3.5.1. Servicio e infraestructura portuaria

La infraestructura de mar, el muelle está operativo, pero con limitaciones; pues el puerto está ubicado en mar abierto y sin ninguna protección frente al oleaje; por otra parte, el muelle no está sometido a esfuerzos mayores como fajas transportadoras o grúas, ya que en general la carga que se atiende se hace con equipo de las naves.

Con respecto a los servicios en tierra, según datos de ENAPU, el almacenamiento

de nitrato es de 60 días y para trigo 30 días; lo que influye a que las zonas 4 (nitrato), 5 (trigo) respectivamente están ocupadas la mayor parte del año. Por otro lado, las zonas 1, 2 y 3 se utilizan para almacenar contenedores y alguna carga general (actualmente carga boliviana de proyecto) que ocupan estas áreas esporádicamente.



Figura N°3.23 Situación de la zona de almacenamiento – Zona N°3
Fuente: ENAPU S.A.



Figura N°3.24 Situación de la zona de almacenamiento – Zona N°4
Fuente: ENAPU S.A

En la figura anterior se puede observar en la zona N°3 y N°4 un área con gran espacio libre, sin ordenamiento y con camiones y carga de proyectos nacionales y bolivianas en espera, en áreas que no ha sido diseñadas para este fin, dado que el terminal portuario no cuenta con una zona de parqueo para camiones en espera.

La notoria situación de espera de carga y camiones es simplemente un tema que es poco manejado por el terminal, dado que la rapidez de retiro de carga es decisión de parte del cliente, que se complica a la necesidad de tener liberado los

espacios en los picos de movimiento de carga, donde principalmente el área de contenedores y granel sólido deberán estar libres.

En cuanto al equipamiento, aunque se cuenta con un listado bastante grande de equipos para atención de carga (Ver Cuadro N°3.13 Equipamiento en el terminal ENAPU – Ilo), el equipamiento está operativo con limitaciones; por ejemplo, para el rendimiento del Reach Stacker para la atención de contenedores, según lo conversado con los operadores del terminal tienen limitaciones para apilar (en cuanto a altura y velocidad) lo que genera mayor ocupación de espacio para un volumen relativamente pequeño.

3.5.2. Situación puerto - ciudad

En cuanto a la integración del terminal con la ciudad, se cuenta con una sola puerta para la entrada y salida de carga, el cual se encuentra ubicada en la avenida Venecia y su prolongación hasta la Costanera Sur que pasa por la ciudad, y que está condicionada por la oficina de la SUNAT (la puerta es batiente y no puede abrirse completamente porque bloquea el acceso al edificio en mención).

En la puerta se cuenta con una balanza operativa N°2 de 100 ton, la otra balanza N°1 se encuentra al lado del muelle, siendo ambas de atención múltiple como lo describen los operadores del terminal, ya que en la balanza no sólo se hace la función del pesaje, sino que en la misma área se hace el control del papeleo de la carga y otros trámites administrativos, esto hace que el rango de atención por hora de vehículos sea de 10 a 20 min, de acuerdo a la complejidad del tipo de carga.

3.5.3. Tasa de ocupación y operatividad en el terminal portuario

Actualmente se cuenta con un muelle de 300 metros con profundidad operativa de 11m y diseñado para recibir dos naves al mismo tiempo de hasta una capacidad de 35 000 DWT. Actualmente se ha recibido hasta naves de 60 000 DWT sin ningún problema, a la vez no llegan a atracar más de 30 naves al año. Si consideramos que en promedio se utilizan 3 días de servicio en el atraque para cada nave, se tendría sólo 90 días al año de uso de muelle, o el 25% de la capacidad de un solo amarradero. Incluso si se considera el tiempo de cierre de puerto por las condiciones de oleaje, el terminal portuario está lejos de llegar a un nivel de ocupación de muelles que pueda justificar su ampliación, según la UNCTAD un valor de 50% recomendado por la para muelles con dos amarraderos (UNCTAD, 1980).

La situación en el área de tierra está definida como limitada, dado que, se tiene terrazas en 4 niveles diferentes para las 6 zonas (Figura N°3.6. Zonas de almacenamiento en el terminal portuario ENAPU – Ilo), lo que condiciona el área disponible, además la suma de las áreas para el almacenamiento es un poco más de la mitad del área disponible, lo que normalmente debería ocupar una mayor área y finalmente de la visita a campo se pudo observar que no existe una distribución única para los diferentes tipos de cargas en las diferentes zonas. Aunque no se cuenta con un registro de ocupación de área de almacenamiento, de las conversaciones con los operadores portuarios, se calcula que la ocupación de áreas de tierra, está alrededor del 80-90% en los picos de descarga.

En este sentido, y de acuerdo con lo mencionado en los ítems anteriores, los principales problemas que limitan la operatividad del terminal portuario son: el acceso al terminal portuario, el equipamiento, la distribución de las zonas de almacenamiento y el área de respaldo inexistente, no siendo limitante el muelle.

3.5.4. Situación del modo de intercambio de la carga en la operación portuaria

De análisis en este capítulo, se puede definir que más del 50% del total de carga se realiza con la modalidad de operación de intercambio directo, es decir que el manejo de la carga no pasa por una zona de almacenamiento terminal, sino que sale o entra directamente terminal portuario y muelle. En vista que los grandes puertos a nivel mundial sus operaciones son generalmente indirectas, dado que, por definición de puerto debe operarse direccionar que la operación sea principalmente indirecta, se ha evaluado si la modalidad de intercambio directo es causante de una utilización menos eficiente de los recursos del terminal y en efecto de las operaciones portuarias, detallándose a continuación:

- Uso intenso de la puerta de acceso para la salida de camiones, cuando hay descarga de trigo o nitrato de amonio, porque son volúmenes grandes. El mismo problema se genera cuando hay embarque y descarga de contenedores.
- Los puntos críticos se dan en la espera de los camiones de carga en el muelle, así como el tráfico en la vía de acceso interna del terminal portuario y en la zona de almacenamiento cuando hay picos de carga o descarga.
- El acceso y salida de la carga por el terminal portuario, es estrecho y pasa por una vía importante de la ciudad, lo que genera un lento ingreso y la salida de los camiones.

En conclusión, se tiene un terminal portuario operativo, pero con limitaciones y aunque cuenta con potencialidades dentro del área de influencia que genera la demanda nacional y la posibilidad de desviar carga boliviana, esto no sería posible dado los problemas operacionales que presenta el terminal, por ejemplo, existe una presión considerable sobre el espacio, la vía y puerta de acceso del terminal, además que existen cargas que ocupan demasiado espacio, todo con riesgo permanente de no poder atender posibles incrementos de carga.

Con todo esto en el siguiente capítulo se propone describir y analizar el rendimiento operacional portuario de las principales limitaciones como la puerta de acceso, la situación de las zonas de almacenamiento y el modo de intercambio de carga como variables operacionales, donde se plantean diferentes escenarios y soluciones para mejorar la operatividad portuaria.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO OPERACIONAL DEL TERMINAL PORTUARIO ENAPU - ILO

El desarrollo del presente capítulo se basa en el análisis de las variables más importantes que condicionan el rendimiento operativo del terminal portuario ENAPU – Ilo obtenidas en el capítulo anterior, además de la información obtenida el levantamiento de trabajo de campo y de las conversaciones con los operadores del terminal.

Por lo tanto el análisis del este capítulo se realiza en torno a: La puerta de acceso y salida al terminal portuario, la modalidad de intercambio de mercancías y la distribución de las zonas de almacenamiento.

4.1. PUERTAS DE INGRESO Y SALIDA AL TERMINAL PORTUARIO

El terminal portuario ENAPU – Ilo sólo cuenta con una puerta para el ingreso y salida de las mercancías y está ubicado al lado de la oficina de la SUNAT con salida a la Av. Venecia, que es de doble carril, tal y cómo se muestra en la siguiente figura:

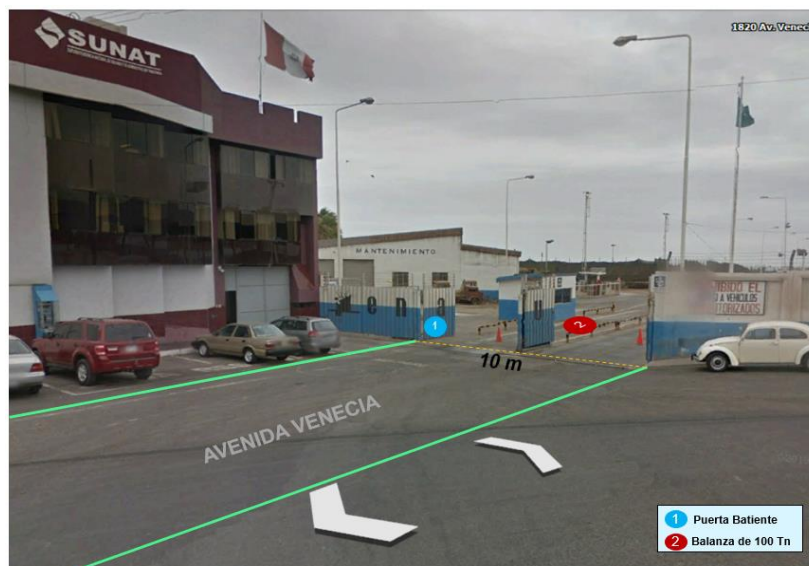


Figura N°4.1. Puerta de acceso y salida de mercancías del T.P. ENAPU – ILO
Fuente: Google Earth

La puerta batiente está limitada, es decir no puede abrirse completamente porque lo bloquea el edificio de la SUNAT, además la puerta de acceso tiene un ancho de 10 m, y como se mencionó tiene la salida a la avenida Venecia que tiene un ancho de 22 m, distribuidos en dos carriles de doble calzada con ancho por carril de 8 m y un separador central de 6 m.

Al lado de la puerta se cuenta con la balanza electrónica N°2 con capacidad para pesar hasta 100 ton, y cuenta con una caseta de control donde se realiza el control de ingreso y salida de carga. Según conversaciones con los operadores del terminal portuario actualmente un camión que llega con 1 o 2 contenedores demora en este punto alrededor de 8 – 12 min, que es la suma de principalmente dos tiempos: el tiempo de espera y, el tiempo para pesar y controlar la carga contenedorizada que ingresa, situación diferente con respecto a la carga a granel sólido, donde el pesaje se realiza cerca al muelle, en la zona N°1, con apoyo de la balanza electrónica N°1, separando así los puntos de pesaje y aminorando en parte el trabajo de pesar diferentes cargas en la puerta de acceso.

En el análisis se ha elegido el mes de septiembre como el más representativo para el año 2018, que se define como el mes con mayor movilización de la carga en contenedores, observándose alrededor de 9 900 ton de cobre en 394 contenedores de 20' en tres días y en su totalidad fue con la modalidad de intercambio directo.

Suponiendo que cada camión ha cargado alrededor de 1 TEU por viaje, se obtiene que el número de vehículos que transitaron por la puerta fueron 131 camiones / jornada, donde cada jornada equivale a 7 horas de trabajo y un total de 3 jornadas diarias. Entonces la cantidad de camiones que ingresaron fueron 6 vehículos/hora.

Cuadro N°4.1 Cantidad de camiones contenedores/hora que pasan por el único acceso al terminal portuario
Fuente: Elaboración propia

TEU movilizados	TEU/día	TEU/jornada	TEU/hora	Camiones/hora
394	131	44	6	6

Como ya se ha mencionado, según los operadores del terminal portuario en este punto a cada camión de contenedores le toma entre 8 – 12 min, un promedio de 10 min. Este resultado si se multiplica por la cantidad de camiones en el pico de movimiento de contenedores, resulta la ocupación total de la hora, por lo que cualquier aumento de este tipo de carga podría influir en un aumento de espera de camiones en la puerta de acceso y también en un mayor tiempo total en la movilización de contenedores.

Por otro lado, para la carga a granel sólido, el escenario es similar cuando se llega a los picos de carga, por ejemplo, el mes representativo para el grano de trigo fue en diciembre, con 3 días para la descarga de 31 100 ton de granos de trigo, dividido en 15 000 ton movilizadas de manera directa y 16 100 ton movilizadas de manera indirecta.

El pesaje de los camiones de grano de trigo se realiza al costado del muelle, en la

zona N°1, en la balanza electrónica N°1 de 100 ton, no siendo controlada nuevamente en la puerta de acceso. Se plantea un camión estándar que carga alrededor de 20 ton, y donde cada jornada equivale a 7 horas de trabajo y un total de 3 jornadas diarias por lo que se obtiene que han transitado alrededor de 12 camiones/hora en la modalidad directa y 13 camiones/hora en la modalidad indirecta.

Cuadro N°4.2 Cantidad de camiones graneleros/hora para dos modalidades
Fuente: Elaboración propia

Modo de intercambio	Ton movilizado	Ton diarias	Ton jornada	Ton/hora	Camiones (20ton) /hora
M. Directa	15000	5000	1667	238	12
M. Indirecta	16100	5367	1789	256	13

En las conversaciones con los operadores se tiene que los camiones con carga a granel de la modalidad directa, indican que toma en promedio alrededor de 5 min en tiempo de espera en la puerta de ingreso por camión. Si a este tiempo se le multiplica por la cantidad de camiones obtenida bajo la modalidad directa en el momento pico, resulta la ocupación total de la hora, por lo que se infiere que cualquier aumento de carga de modo directa influirá en un aumento de camiones en espera en la puerta de acceso o en el incremento del tiempo total trabajado.

Bajo la modalidad indirecta no se puede analizar el uso de la puerta de acceso, dado que este modo usa la ruta muelle – balanza N°1 – almacén o viceversa, sin embargo, el tiempo que tiene cada camión por hora es aproximadamente 5 min, considerando el tiempo de espera + tiempo de recepción, además del tiempo de llegada y pesaje en la balanza electrónica ubicada en la zona N°1 y el tiempo de traslado y descarga de la carga a granel en las zonas de almacenamiento.

Del resultado del análisis en la puerta de ingreso y salida, se concluye que existe congestión en los picos y frente a cualquier incremento en movilización de las mercancías, entonces la única puerta de acceso de los camiones de carga no es eficiente, por lo que se deberá plantear más puertas activas.

4.2. MODALIDAD DE INTERCAMBIO DE LAS MERCANCÍAS

En un contexto general del modo de intercambio de las mercancías del terminal portuario ENAPU – Ilo para el año 2018, se comenta a continuación:

- Para la carga a granel sólidos, grano de trigo, se movilizaron indirectamente 71 000 ton y directamente 41 000 ton.

- Para el caso del nitrato de amonio tipo anfo se movilizaron indirectamente 62 000 ton y directamente 52 000 ton.
- Para la carga contenedorizada se movilizaron casi totalmente de manera directa, es decir desde el muelle hacia el acceso al terminal portuario o viceversa, un total de 68 700 ton que equivalen a 2907 contenedores llenos y 1965 contenedores vacíos, que en promedio pesa entre 22 – 25 ton por contenedor lleno.

En general, de la carga total que se movilizó para el año 2018, un poco más de 50% fue con el modo de intercambio directo, un total de 171 000 ton de carga.

Con el fin de entender cómo es el rendimiento operacional portuario frente al uso de las modalidades de intercambio según el tipo de carga en los momentos pico, se ha dividido el análisis de tres situaciones según el movimiento de los principales tipos de cargas (graneles sólidos y contenedores), en donde la primera situación plantea la ocupación de un solo amarradero por una nave que moviliza granos sólidos, la segunda situación plantea la ocupación de un sólo amarradero ocupado por una nave que moviliza contenedores y el tercero plantea que ambos amarraderos hayan sido ocupados por dos naves al mismo tiempo, uno movilizand o contenedores y el otro movilizand o graneles sólidos.

El planteamiento de las dos primeras situaciones tiene como base las estadísticas portuarias ENAPU – Ilo en los momentos pico según el tipo de carga en el año 2018 y las conversaciones con los operadores del terminal portuario.

4.2.1 Situación N°1. Movimiento de Graneles Sólidos

Según las estadísticas portuarias, el mes con mayor llegada de granos sólidos para el año 2018 fue diciembre, con fecha de inicio de operación en día 26 y término de operación el día 29, es decir se usó 3 días para la descarga de 31 100 ton de granos de trigo, donde 15 000 ton fueron movilizadas de manera directa y 16 100 ton fueron movilizadas de manera indirecta.

Cuadro N°4.3 Carga de grano de trigo movilizado para el mes de estudio Diciembre – 2018
Fuente: Elaboración Propia

Carga	Modalidad directa	Modalidad indirecta	Peso total (Ton)
Grano de trigo	15 000	16 100	31 000

Para el caso de granos de trigo en modalidad directa, suponiendo el caso ingresan camiones estándar de 20 ton, se plantean los siguiente tiempos: por espera en la

puerta de ingreso (tiempo de pesaje vacío y para el papeleo) un tiempo de 5 min, más un tiempo de recorrido del interno desde la puerta de acceso hasta el muelle de 2.5 min, ya en el muelle se considera el tiempo de espera + tiempo de recepción de la carga en la tolva del camión en promedio 10 min, para el regreso, el tiempo de llegada y pesaje en la balanza electrónica ubicada en la zona N°1, donde además se ha considerado el tiempo de giro de camión, tiempo de espera y el tiempo de acomodo del vehículo de carga en la balanza con un tiempo total de 10 min, y finalmente se considera 2.5 min en el recorrido hacía la puerta de salida.

En resumen, consolidando los tiempos se obtiene un rango de 30 min por camión para movilizar la carga fuera del terminal portuario, lo descrito se muestra en la siguiente figura:

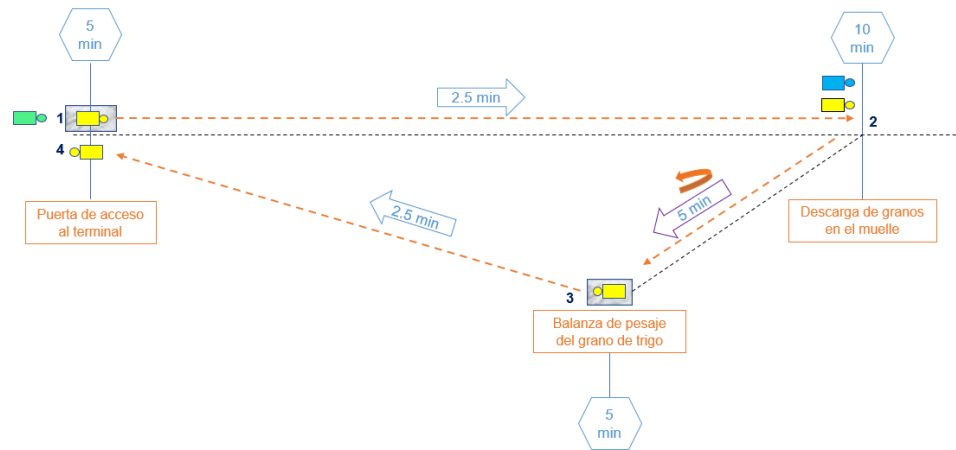


Figura N°4.2 Tiempo de los graneles sólidos dentro del terminal portuario para la modalidad directa
Fuente: Elaboración propia



Figura N°4.3 Tránsito del camión dentro del terminal portuario para modalidad directa
Fuente: Elaboración propia

Como resultado se obtiene que el primer camión con 20 toneladas de carga sale la primera media hora y luego cada 5 min salen camiones con la misma cantidad de carga del terminal portuario.

Considerando que el trabajo se realizó en 3 jornadas diarias, donde cada jornada equivale a 7 horas de trabajo, entonces se obtiene un total por día de 4920 ton, entonces se requieren 3 días en teoría para movilizar las 15 000 toneladas de granos sólidos.

Cuadro N°4.4 Ton diarias de granel sólido con modalidad indirecta
Fuente. Elaboración propia

Jornada	Jornadas/día	Horas /día	Min/día	Camiones/día	Ton/día
7	3	21	1260	246	4920

Se puede concluir que el tiempo resultante coincide con el tiempo teórico, donde los tiempos planteados son ajustados en cada punto de análisis, por lo que si se aumentara la cantidad movimiento de carga a granel existirá tráfico en el punto 1, 2 y 3 debido al tiempo ajustado en la espera de los camiones en el ingreso, carga y pesaje. Además, movilizar la totalidad de carga de manera directa, 31 000 ton, con los tiempos planteados, implicaría un aumento del tiempo total de descarga al doble, es decir a 6 días.

Por otro lado, para el caso de granos de trigo en modalidad indirecta, la ruta que siguen es muelle – balanza N°1 – almacén o viceversa, se plantean los siguientes tiempos: Un tiempo de espera + tiempo de recepción de la carga en la tolva del camión en el muelle de 10 min, además de 2.5 min de llegada y pesaje en la balanza electrónica, el traslado hacía la zona de almacenamiento de 2.5 min y con tiempo de depósito en el mismo de 10 min, tal y cómo se muestra en la siguiente figura:

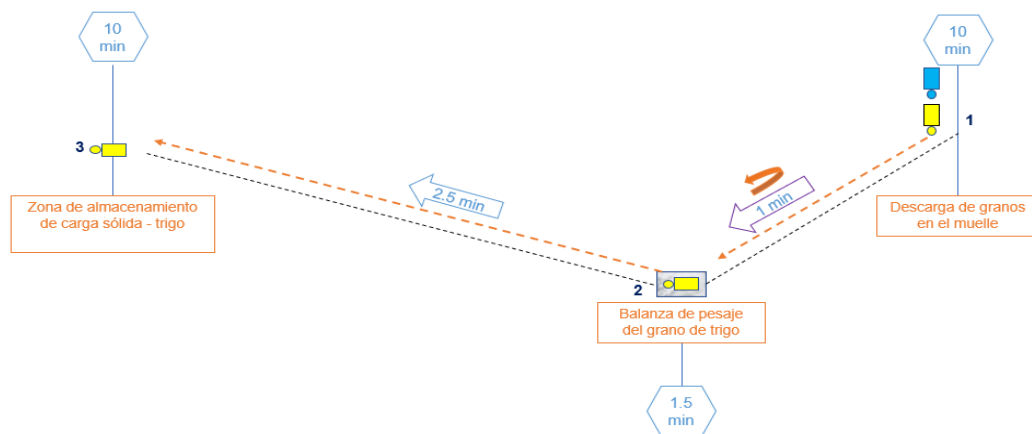


Figura N°4.4 Tiempo de los graneles sólidos dentro del terminal portuario para la modalidad indirecta
Fuente: Elaboración propia



Figura N°4.5 Tránsito del camión dentro del terminal portuario para modalidad indirecta
Fuente. Elaboración propia

Suponiendo que se movilizan la carga en camiones estándar de 20 ton, en 3 jornadas diarias, donde 1 jornada equivale a 7 horas de trabajo y además los operadores portuarios mencionan que se trabajan a 3 tolvas de descarga a la vez (1 para la modalidad directa y 2 para la modalidad indirecta), por lo tanto, resulta que el rendimiento equivale a 4940 ton/día.

Cuadro N°4.5 Carga de granel movilizada de manera indirecta por día
Fuente: Elaboración propia

Jornada	Jornadas/día	Horas /día	Min/día	Camiones/día	Ton/día
7	3	21	1260	124	4940

En conclusión, con los tiempos considerados se necesita al menos 3 días para la movilización de manera indirecta para 16 100 ton de carga. Este tiempo es el mismo del observado en las estadísticas portuarias, sin embargo, el tiempo en cada punto es ajustado, por lo que cualquier incremento de carga resultará en el aumento del tiempo de operación o en tráfico en los puntos 1, 2 o 3.

4.2.2 Situación N°2. Movimiento de Contenedores

Según las estadísticas portuarias para el año 2018 en el mes de septiembre se observó la mayor salida de contenedores. En este mes se movilizaron alrededor de 9 900 toneladas de cobre en 394 contenedores de 20' desde el día 17 hasta el 19 de ese mes y en su totalidad fue con modalidad directa.

Cuadro N°4.6 Carga Contenedorizada movilizado para el mes de estudio Septiembre – 2018
 Fuente: Elaboración propia

Carga	Modalidad directa	Contenedores 20'	Peso total (Ton)
Mineral de Cobre	100%	394	9 900

De la misma manera que se ha planteado en la situación N°1, los tiempos para la modalidad directa de los contenedores se detallan a continuación:

Suponiendo el caso que ingresan camiones que movilizan 1 contenedores lleno de 20', el tiempo de pesaje en la puerta de ingreso se esperan que sea la de 10 min (incluye además el papeleo correspondiente), más un tiempo de recorrido del interno desde la puerta de acceso hasta el muelle de 2.5 min, ya en el muelle se considera 10 min del tiempo de espera + tiempo de carga de los contenedores a la nave, para el regreso un tiempo de 2.5 min de llegada hasta la salida del terminal portuario, consolidando los tiempos se obtiene un rango de 25 min por camión para movilizar los contenedores al muelle del terminal portuario, lo descrito se muestra en la siguiente figura:

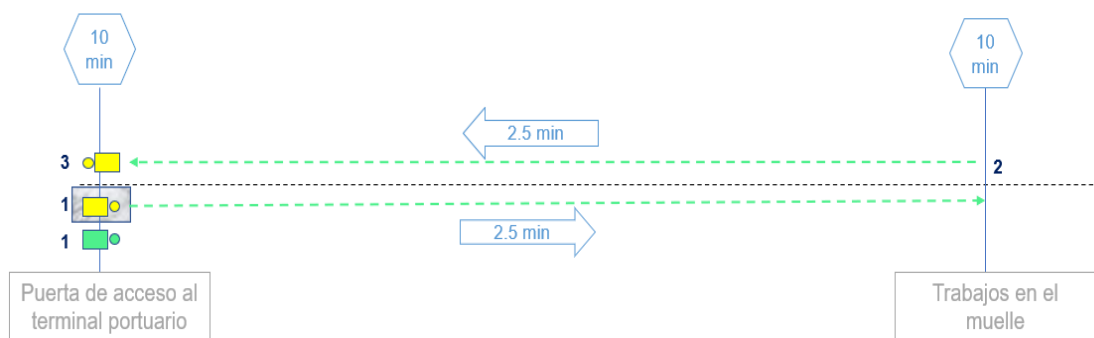


Figura N°4.6 Tiempo de los contenedores dentro del terminal portuario
 Fuente: Elaboración Propia



Figura N°4.7 Tránsito del camión dentro del terminal portuario para modalidad indirecta
Fuente: Elaboración Propia

El resultado se puede interpretar como que el primer camión con 1 contenedor llega hasta el muelle en los primeros 25 min y luego cada 10 min llegan camiones. Considerando que el trabajo se realizó en 3 turnos de 7 horas, es decir 21 horas de jornada laboral por día. Se obtiene que se requiere 3 días en teoría para movilizar los 394 contenedores en camiones que movilizan 1 contenedores / camión. Sin embargo, este tiempo es mayor a lo que se observó en las estadísticas portuarias (2.5 días), esto pudo deberse a que existen momentos en que algunos camiones puedan haber movilizad 2 contenedores de 20' al mismo tiempo, aumentando la velocidad de intercambio de contenedores.

Cómo primera conclusión se observa que siempre existe cola de espera en el punto 1, 2 y 3 debido al tiempo que se tiene que esperar para que pese, ingrese y cargue el camión, respectivamente. Segundo, el tiempo teórico resultante está ajustando al tiempo observado en la práctica obtenido de las estadísticas portuarias, si se considera que hubo momentos de carga en que se movilizaron dos contenedores a la vez por camión; en este sentido cualquier aumento de carga implicaría un extender el tiempo de operación a más días, dado que el terminal en ese momento está trabajando en su máxima capacidad en tierra.

4.2.3 Situación N°3. Movimiento de Graneles Sólidos y Contenedores.

Según las estadísticas portuarias, es en el amarradero 1 – A el más usado con respecto al amarradero 1 – B, y para el año 2018 no existen momentos en donde se hayan usado ambos amarraderos para la descarga de considerable cantidad de mercancías.

Para la fines de estudio en la presente tesis, se plantea el momento en que dos naves, uno de contenedores y otro de graneles sólidos acoderan en el amarradero 1 – A y 1 – B respectivamente en el mismo instante de tiempo, movilizandando la cantidad de carga analizada en la situación N°1 y N°2.

Cuantificando los valores según lo planteado, se movilizarían en el amarradero 1 – A alrededor de 9 900 toneladas de cobre en 394 contenedores, en el amarradero 1 – B alrededor de 31 100 toneladas de granos de trigo, planteándose que ambas sean movilizadas con la modalidad indirecta.

Se ha demostrado de los análisis anteriores (situación N°1 y 2), cuando por un amarradero cualquiera se movilizaba contenedores o granos, ambos en gran cantidad planteada, el terminal portuario para minimizar el tiempo de operación, trabajaba en este tiempo exclusivamente en la movilización de estas cargas o si demoraban demasiado, cambiaban el modo de intercambio de carga a indirecto, es decir parte de la carga iba a las zonas de almacenamiento. Por lo tanto es descabellado, plantear que se carguen o descarguen ambos tipos de carga al mismo tiempo en el muelle, porque haría que el terminal colapsara, principalmente ocasionando tráfico en el muelle, en la única vía interna y en la puerta acceso.

Para fines de la presente tesis se ha planteado que en un futuro próximo existan estos momentos de ocupación de ambos amarraderos todo el año para la movilización de carga de ambos tipos, por lo tanto, la primera estrategia para que el terminal portuario no colapse sería cambiar la modalidad de intercambio de carga directa y realizarlo principalmente del modo indirecto, hacer esto beneficiaría tanto al usuario como al terminal portuario, de la siguiente manera:

- a. Al usar áreas para el almacenamiento de los dos principales tipos de cargas, el terminal portuario se beneficiaría con las tarifas cobradas pasados los plazos de almacenamiento propuestos.

Por ejemplo, para el almacenamiento de contenedores, se plantea que sean sólo hasta 1 semana para importación y 3 días para exportación, luego se cobran las tarifas presentadas en el siguiente cuadro:

Cuadro N°4.7 Tarifario por almacenamiento de la carga contenedorizada
Fuente: Tarifario ENAPU – 2018

Periodo Almacenado	Por contenedor con carga	Tarifa US\$ TEU/día	Con IGV (US\$)
Primer Periodo	Lleno	5.0	5.9
	Vacío	2.5	3.0
Segundo Periodo	Lleno	7.5	8.9
	Vacío	3.5	4.1
Tercer Periodo	Lleno	10.0	11.8
	Vacío	5.0	5.9

*1 periodo: cada 10 días

Por lo tanto, en el primer periodo para almacenar cerca de 394 contenedores se cobrarán alrededor de S/ 8,100.00 por día.

Para el caso de los granos se plantea un tiempo de 10 días para el almacenamiento de granos sin cobro alguno, luego de este plazo, se cobran las siguientes tarifas.

Cuadro N°4.8 Tarifario por almacenamiento de la carga sólida a granel
Fuente: Tarifario ENAPU – 2018

Periodo Almacenado	Tarifa US\$ Ton de peso / día	Con IGV (US\$)
Primer Periodo	0.05	0.06
Segundo Periodo	0.07	0.08
Tercer Periodo	0.09	0.11

*1 periodo: cada 10 días

Por lo tanto, en el primer periodo para almacenar alrededor de 32 000 toneladas de trigo se cobrarán alrededor de S/ 6,600.00 por día.

- b. La estadía de la nave en el amarradero cuesta al usuario entre 30 000 – 50 000 dólares por día, al cambiar a la modalidad de indirecta la carga se considera que el tiempo de estadía de la nave sería menor, por lo tanto, disminuirían los gastos de los usuarios del terminal portuario, cuantificando esta situación para ambas cargas en un mismo instante de tiempo se obtiene lo siguiente:

- Para la carga granel sólida. - Planteando que toda la carga movilizada (31 000 toneladas) de este tipo sea el grano de trigo, manejado con

modo de intercambio indirecto y suponiendo que existe área suficiente para almacenar esta carga.

Se plantea que un tiempo de espera + tiempo de recepción de la carga en la tolva del camión en el muelle de 10 min, además de 2.5 min de llegada y pesaje en la balanza electrónica, el traslado hacia la zona de almacenamiento de 2.5 min y con tiempo de depósito en el mismo de 10 min, tal y cómo se muestra en la siguiente figura:

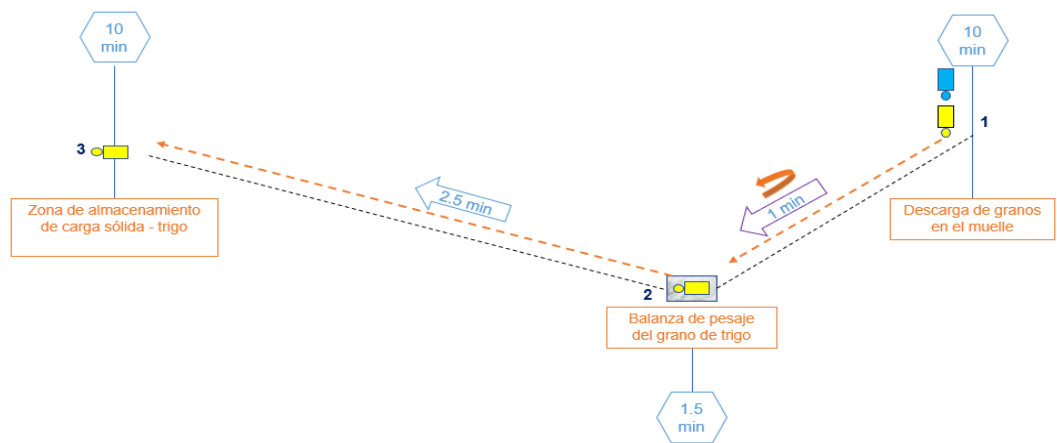


Figura N°4.8 Tiempo de entre el muelle – zona de almacenamiento para carga sólida
Fuente: Elaboración propia

Considerando que la carga se moviliza en camiones de 20 toneladas, además en cuatro tolvas de recepción ubicado en el muelle y, que se cuenta con el equipamiento y el espacio suficiente para el almacenamiento de esta carga, da como resultado que cada 10 min se ubican 80 toneladas en la zona de almacenamiento,

Considerando que el trabajo se realizó en 3 turnos de 7 horas, es decir 21 horas de jornada laboral por día, resulta que se requieren 3 días en teoría para movilizar las 31 000 toneladas de granos sólidos de manera indirecta, 3 días menos si se hubiesen movilizado de manera directa, según el resultado obtenido en el ítem 4.2.1.

Cómo primera conclusión se observa que el tráfico en el punto 1, 2 y 3 es menor con respecto a la situación N°1, dado que hay existe una ordenada distribución en tiempo a lo largo del recorrido de almacenamiento. Segundo, el tiempo teórico resultante es menor al tiempo obtenido en la situación N°1, que en gastos se ve reflejado un ahorro de 100 000 dólares en beneficio del cliente.

- Para la carga de contenedores

Planteando que toda la carga a granel en contenedores, se maneja con la modalidad indirecta y suponiendo que el terminal cuenta con área y equipamiento suficiente para almacenar esta carga. Se plantea el caso que ingresan camiones que movilizan 1 contenedores lleno de 20', el tiempo de pesaje en la puerta de ingreso se esperan que sea la de 10 min (incluye además el papeleo correspondiente), más un tiempo de recorrido del interno desde la puerta de acceso hasta la zona de almacenamiento de 1.5 min, ya en la zona de almacenamiento se considera 5 min del tiempo de descarga de los contenedores, tal y cómo se muestra en la siguiente figura:

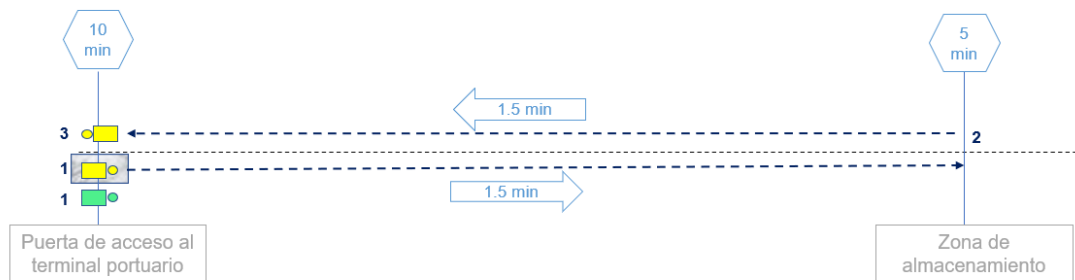


Figura N°4.9 Tiempo de entre la puerta de acceso – zona de almacenamiento para carga contendorizada

Fuente: Elaboración propia

Considerando que el terminal portuario cuenta con el equipamiento y el espacio suficiente para el almacenamiento de esta carga, se infiere que cada 10 min se ubica 1 contenedor en la zona de almacenamiento, y considerando que el trabajo se realizó en 3 turnos de 7 horas, es decir 21 horas de jornada laboral por día, resulta que se requieren 3 días en teoría para movilizar los 394 contenedores en camiones que movilizan 1 contenedores / camión, y un día y medio si se movilizan dos contenedores por camión.

Cómo primera conclusión se observa se alivia el tráfico en el punto 1, 2 y 3 debido al tiempo que ya no se tiene que esperar para que se descargue el camión y mejores tiempos en la distribución de la carga. Segundo, el tiempo teórico resultante está un poco mayor si se trabaja con camiones que movilizan 1 TEU por viaje o menor si se trabaja con camiones que movilizan 2TEUs por viaje, estos valores realmente semejantes a la realidad se disipan dado que se obtiene una mejor

reducción en el tráfico y el mejor manejo de la carga, que concluye en un mejor nivel de servicio a la carga.

En conclusión, con el cambio a la modalidad de intercambio de indirecto de la carga, se obtiene que para los dos principales tipos de carga en todas las operaciones portuarias necesarias para la carga o descarga en un mismo instante de tiempo, se podrían efectuar con un nivel de servicio adecuado y con todas las condiciones favorables de manejo dentro terminal portuario, resultando un menor tráfico en los puntos críticos como el muelle, las vías internas o la puerta de acceso y mejor manejo y cuidado de la carga.

4.3. DISTRIBUCIÓN DE LAS ÁREAS PARA EL ALMACENAMIENTO

Como se ha planteado en el ítem anterior, se definió que el modo de intercambio de carga sea indirecto, por lo tanto, en este sentido se espera que el terminal portuario ENAPU – Ilo cumpla con las condiciones suficientes en cuanto a áreas para almacenar estos tipos de carga.

El planteamiento para la distribución de las áreas comienza según la carga a atender, en orden de prioridad se analiza primero a la carga granel sólida como el trigo y el nitrato de amonio tipo anfo, luego a la carga en contenedores que movilizan cobre y finalmente a la carga boliviana (mercadería general).

4.3.1. Carga granel sólido – Grano de trigo

Para la carga a granel sólido se registró un valor pico de descarga de esta mercancía en el mes de octubre del 2018, descargando un total de 32 000 toneladas de granos en seis días consecutivos de operación.

En este sentido, el planteamiento para los próximos años se espera que siga llegando la misma carga con más frecuencia, por lo cual se requerirá al menos un espacio para almacenar 35 000 toneladas de granos de acuerdo a la modalidad de intercambio indirecta; Por lo cual además se deberá considerar una protección contra agentes climatológicos y la reducción de los efectos medioambientales como generación de polvo.

Actualmente el terminal portuario cuenta con un área techada ubicada en la zona N°5 que podría usarse para tal fin, sin embargo, sólo se puede almacenar hasta 15 000 toneladas de carga. En este sentido, si se plantea que el grano de trigo se

ubique en zona libre pero techada, se necesitarían al menos 28 000 m² de área, sin embargo, el terminal portuario según en cuadro N°3.19 Áreas de almacenamiento. cuenta con sólo 19 000 m² para el almacenamiento de carga a granel sólido. El valor obtenido de área requerida se calculó al suponer una altura de almacenamiento de 6 metros y con una densidad de acopio de 0.62 ton/m³ sugerida por CEDEX:

Material	Densidad de acopio (tn/m ³)
Carbón	0,40
Mineral	1,95
Agroalimentario	0,62
Resto	1,26

Figura N°4.10 Densidad de acopio para diversos materiales (Ton/m³)
Fuente: Elaboración Propia

Dado que el terminal portuario queda muy corto en área para almacenar las 35 000 toneladas de carga a granel (grano de trigo) en espacios abiertos en un tiempo determinado, se plantea una única zona para la atención ordenada de granos limpios en instalaciones de almacenaje cerrado llamada silos.

Los silos son almacenes verticales de diversa geometría utilizados para almacenar granos. Con respecto al diseño de los silos torre para almacenamiento de granos de trigo esta deberá ser analizada con respecto varía a la variación exponencial de la presión que ejercen los diversos materiales sobre las paredes del silo. En la operación de los silos es importante considerar las condiciones de almacenamiento y vaciado.

Los silos son estructuras que proporcionan:

- El máximo aprovechamiento de la actual superficie portuaria, es decir requiere menos superficie si se almacenara de manera horizontal.
- Un almacenamiento cerrado y seguro, con condiciones óptimas para el grano de trigo
- Automatización completa en la carga y descarga del grano

Por lo tanto, la construcción de silos metálicos verticales apoyados para almacenar granos, es viable.

Se plantea que la batería de silos esté ubicada en una zona cerca al muelle, ocupando una mínima área, en una zona con sistema independiente de recepción y despacho de la carga a granel, y con una puerta de acceso independiente con respecto a los otros tipos de cargas.

4.3.2. Carga granel sólido – Nitrato de Amonio tipo Anfo

Con respecto a la otra carga sólida a granel (nitrato de amonio tipo anfo), la modalidad de intercambio de carga variada directa o indirecta, tal y cómo se ha definido en el ítem 4.2 se pretende proyectar modalidad de operación de intercambio de carga del terminal portuario ENAPU – Ilo de manera indirecta.

Por lo cual para el análisis del nitrato de amonio tipo anfo se asume el mes con la mayor llegada de esta carga para el año 2018, dando como resultado de la observación el mes de mayo, donde se movilizaron alrededor de 21 000 ton, con 3 días de operación de descarga hacia la zona de almacenamiento.

Con el fin de mantener la carga protegida frente a los efectos meteorológicos, el terminal portuario cuenta con la zona N°5 techada para el almacenamiento de carga a granel, según los datos obtenidos del portal de ENAPU mostrados en el cuadro N°3.19 Áreas de almacenamiento, esta zona tiene la capacidad de almacenamiento de hasta 23 000 toneladas de carga. Por lo tanto, esta área se plantea que sea usada para el almacenamiento del nitrato de amonio tipo anfo en forma de granel sólido y posteriormente envasado en sacos.

4.3.3. Carga Contenedorizadora

Con el fin de seguir el planteamiento inicial de cambiar la operación de intercambio de carga a indirecto, la carga contenedorizada, principalmente de exportación, se plantea que tengan una zona sea el cambio de modo para los contenedores de exportación (generalmente llenos) y de importación (generalmente vacíos).

En este sentido se analiza el mes representativo, es decir el mes donde se movilizó más carga para el año 2018, observándose que el mes de septiembre fue el de mayor salida de contenedores. En este mes se movizaron alrededor de 9 900 toneladas de cobre en 394 contenedores de 20' en casi tres días de trabajo y en su totalidad fueron movilizadas de manera directa.

El área que ocupan los contenedores es grande, en varios terminales a nivel nacional e internacional logran ocupar hasta el 90%, debido a las áreas que se deben respetar, por ejemplo, por slot de contenedor, con 13.5 m² para contenedores de 20' y 27 m² para contenedores de 40', además de las vías internas para la movilización del equipamiento y pasadizos exclusivos. Para el caso del terminal portuario ENAPU – Ilo, se tiene además de las consideraciones mencionadas, condiciones especiales en cuanto a la topografía (desniveles) y

suelo rocoso, analizados en el capítulo III. En este sentido el planteamiento deberá realizar en el siguiente capítulo deberá tener como base un área que al menos pueda almacenar 394 contenedores llenos y la misma cantidad para contenedores vacíos.

Como recomendación, para beneficio del terminal portuario se deberá plantear tarifas de almacenamiento que tengan como plazo máximo sin cobro sólo hasta 1 semana para importación y 3 días para exportación.

Las tarifas que se plantean por el servicio de almacenaje se manejarán de acuerdo al tarifario ENAPU aprobado al mes de noviembre del año 2018 mostrado en el Cuadro N°4.7 Tarifario por almacenamiento de la carga contenedorizada.

4.3.4. Carga Boliviana

Con respecto a la carga boliviana, como se concluyó en el capítulo III, se espera que en los primeros años se movilice por el terminal portuario carga fraccionada como acero para proyectos, bobinas, entre otros, y posteriormente se espera el aumento y mejora en la manera de exportar la carga, con mejora se refiere que en ese momento la mercadería general se movilizaría dentro de contenedores. Para lo tanto, el planteamiento se realizará en los dos momentos de carga boliviana.

En primer lugar, se plantea un área exclusiva para el almacenamiento de carga fraccionada boliviana, con tarifas y tiempo de almacenamiento exclusivos, tal y cómo actualmente las autoridades portuarias están manejando preferencialmente esta carga. De los reportes de carga movilizada, se obtuvieron los movimientos de carga boliviana en los últimos nueve años, observando un considerable incremento para el año 2018 y 2019.

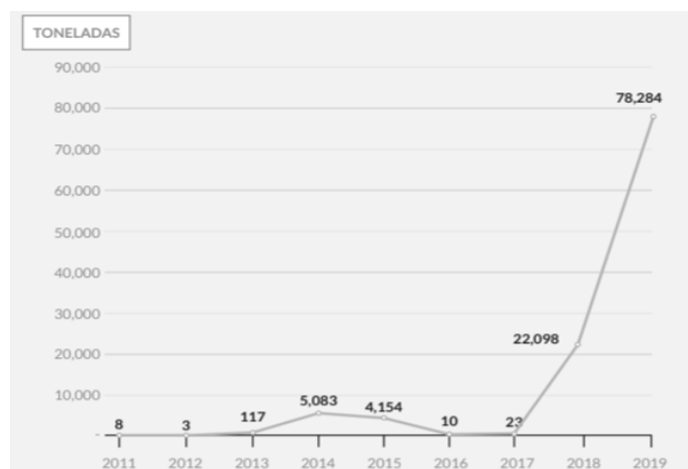


Figura N°4..11 Carga en tránsito de/para Bolivia, 2011-2019 (Ton)
Fuente: ENAPU S.A.

Se plantea en los primeros años esta carga se ubique en una zona exclusiva para el almacenamiento boliviano con tarifas preferenciales y tiempos exclusivos, por ejemplo en cuanto a tiempos se plantea 30 días para carga de exportación boliviana y 60 días para carga de importación boliviana, después de los tiempos exclusivos de almacenamiento, la tarifa que se pretende cobrar se redujo en un 30% las tarifas aplicadas a la cargas de importación o exportación boliviana, todo con el fin de potenciar y afianzar la alianza con el país boliviano, pretendiendo obtener carga boliviana desviada desde el terminal portuario de Arica hacia el terminal portuario ENAPU – Ilo.

Cuadro N°4.9 Tarifario por almacenamiento de la carga contenedorizada
Fuente: Tarifario ENAPU – 2018

Periodo Almacenado	Tarifa US\$ Por tonelada de peso / día	Con IGV (US\$)
Primer Periodo	0.28	0.33
Segundo Periodo	0.42	0.50
Tercer Periodo	0.56	0.66

*1 periodo: cada 10 días

Cuantificando los valores de carga boliviana, se pretende que se movilicen anualmente 100 000 toneladas anuales, por lo tanto, al plantear un terminal portuario con modalidad de intercambio indirecta, se deberá tener un área suficiente para almacenar esta carga. Suponiendo el caso que se movilicen mayormente carga boliviana de importación, con 60 días de almacenamiento, se deberá contar con un área que pueda soportar al menos 20 000 toneladas de carga en dos meses de almacenamiento. En este sentido el terminal en estudio cuenta con un área de la zona N°4 de 8 540 m² de losa de concreto en buen estado con capacidad de almacenamiento según ENAPU (2019) de 23 000 toneladas de carga, por lo cual se plantea que esta zona sea de uso exclusivo para el almacenamiento de la carga fraccionada boliviana en un primer momento.

Según Rocha (2020), La carga boliviana que actualmente se moviliza por los puertos peruanos no representa ni el 15% de lo que se moviliza por los puertos chilenos, al año 2019; además menciona que, para dejar la dependencia a los puertos chilenos, el Perú mediante las autoridades correspondientes deberá impulsar mejoras en las inversiones y gestiones con el fin de mejorar la capacidad de almacenaje, recepción y despacho de la carga”.

Por lo tanto, suponiendo que se han realizado con éxito todas las estrategias

necesarias para tener como cliente seguro al país de Bolivia. En este punto se modifica y se regula el tiempo de almacenamiento y las tarifas, haciendo que el usuario pague de acuerdo a los tiempos y tarifas establecidos para contenedores en los ítems anteriores, ver Cuadro N°4.9 Tarifario por almacenamiento de la carga contenedorizada.

En este sentido como se mencionó en el capítulo III, en un futuro cercano el terminal portuario ENAPU – Ilo pretende movilizar el 30% de la carga que moviliza Bolivia por el puerto de Arica, cuantificando los valores resulta 45 000 TEU's donde se movilizarían 300 000 toneladas de carga de mercadería general en contenedores. Por lo cual, para que la atención de carga siga siendo de manera indirecta, se requerirá aumentar las zonas de almacenamiento para contenedores.

Dada las condiciones actuales del terminal portuario, tratar de pretender atender la carga contenedorizada boliviana con un nivel de servicio adecuado y con modo de intercambio de carga indirecto, no sería posible por las limitaciones del área de almacenamiento, en este sentido, en el siguiente capítulo se analizarán las estrategias, como mejorar la zona N°6 que posee un área de 15 000 m² y así aumentar el área de almacenamiento de contenedores bolivianos conjuntamente con los contenedores de exportación nacional.

CAPÍTULO V: DESARROLLO PORTUARIO

En este capítulo se desarrollan las estrategias de solución para el mejoramiento de los rendimientos actuales del terminal portuario ENAPU – Ilo.

Antes de cualquier inversión portuaria y para poder desarrollar la viabilidad general de un proyecto se requiere una armonía entre diferentes ramas de estudio, tales como: especialistas portuarios, especialista en planificación, especialistas económicos, en temas ambientales, entre otros; donde se busca que los beneficios sean mayores que los costos de inversión.

En este sentido, la presente tesis plantea los criterios generales con base a los resultados obtenidos en el análisis de la situación actual del terminal portuario y de los rendimientos de la operación portuaria, con el fin de definir la competitividad del terminal portuario ENAPU – Ilo.

En conclusión, se pretende desarrollar el requerimiento necesario de equipamiento e infraestructura con el fin de mejorar la atención de la carga actuales y las del futuro, teniendo como base los resultados obtenidos en el capítulo III y IV, donde se han encontrado las principales limitaciones, puntos críticos y las necesidades del terminal portuario; adicionalmente el capítulo finalizará estimando el costo de inversión de la alternativa planteada.

5.1. CRITERIOS BÁSICOS PARA EL REDISEÑO DEL TERMINAL PORTUARIO

De los resultados obtenidos en los capítulos anteriores, se tiene como limitación principal el modo de intercambio de carga, porque como se ha analizado, en los picos de carga se generan un tiempo de espera alto tanto para las naves como para los camiones de carga que se movilizan dentro del terminal, estas esperas afectan al consumidor final por que todos los costos que demandan las demoras son influyen en el costo final de la mercancía.

Para optimizar la operatividad del puerto la primera estrategia será cambiar el modo de intercambio de la carga, es decir de directo a indirecto, la cual permite aumentar los ratios de atención de las naves hacia las áreas destinadas para el almacenamiento, juntamente con los requerimientos de equipamiento y finalmente la mejora de infraestructura y superestructura portuaria terrestre.

Dado que las principales cargas son: Granel sólido (trigo y nitrato de amonio, siguiendo por la carga contenedorizada (mineral de cobre) y finalmente con la

carga fraccionada (carga boliviana), es prioritario plantearse la solución a mejorar la atención a estas cargas.

En conclusión, en base al cambio de modo se espera:

- Mejorar la utilización y reordenar el uso de almacenamiento de los espacios por tipo de carga, priorizando la carga a granel y contenedores.
- Mejorar el equipamiento portuario para la atención de contenedores.
- Mejorar el uso de las vías internas y disminuir la congestión para los picos de carga.

5.2. FASES DE DESARROLLO

Antes de hacer cualquier estrategia sobre el terminal, es importante plantear el tiempo de desarrollo de estas en el corto y mediano plazo. Tal y como ya se ha mencionado en el ítem 3.3.3, se ha propuesto desarrollar fases de acuerdo al incremento de carga con el fin que estas justifiquen las inversiones en el terminal portuario, y además con la propuesta de uso de la modalidad de intercambio indirecto en todo el terminal portuario se necesitará reordenar y optimizar la infraestructura física de todo el terminal, por lo que se plantea realizar al ritmo con las primeras estrategias.

En este sentido, se determina que las fases las estrategias al corto y mediano plazo son: Fase de inversión, Fase I (Terminal de grano), Fase II (Modernización del terminal) sin embargo, a largo plazo, donde el terminal portuario ENAPU – Ilo siga manteniendo su localización actual podría generar impactos negativos sobre la ciudad. Para ilustrar mejor, en términos cuantitativos; se estima que los impactos negativos serán demasiado altos cuando el nivel de carga llegue alrededor de las 1 200 000 ton al año, dado que el movimiento exterior de la carga es movilizadado por el sistema vial de la ciudad de Ilo, que transformando esta carga en camiones de 20 toneladas en promedio, resulta alrededor de 60 000 camiones anuales que se movilizarían dentro de la ciudad de Ilo sólo para actividades portuarias; esta situación genera 160 camiones en promedio al día, pudiendo llegar a 480 – 640 camiones en días picos, y a la vez añadiendo la carga movilizadada por otras actividades portuarias (S.P.C.C), comerciales y entre otros, será imposible atender la carga sin que los camiones generen un caos dentro de la ciudad.

Como se ha mencionado, para justificar la construcción del nuevo diseño del

terminal portuario es necesario contar con un mínimo de carga que justifique la inversión. En efecto, la primera idea es realizar inversiones en función a la demanda de carga, por lo cual se ha planteado un crecimiento en fases, que permita realizar inversiones que no comprometan la situación actual del puerto y de la ciudad portuaria

Se detallan a continuación las dos fases en diferentes momentos de inversión:

5.2.1. Fase I – Terminal de granos

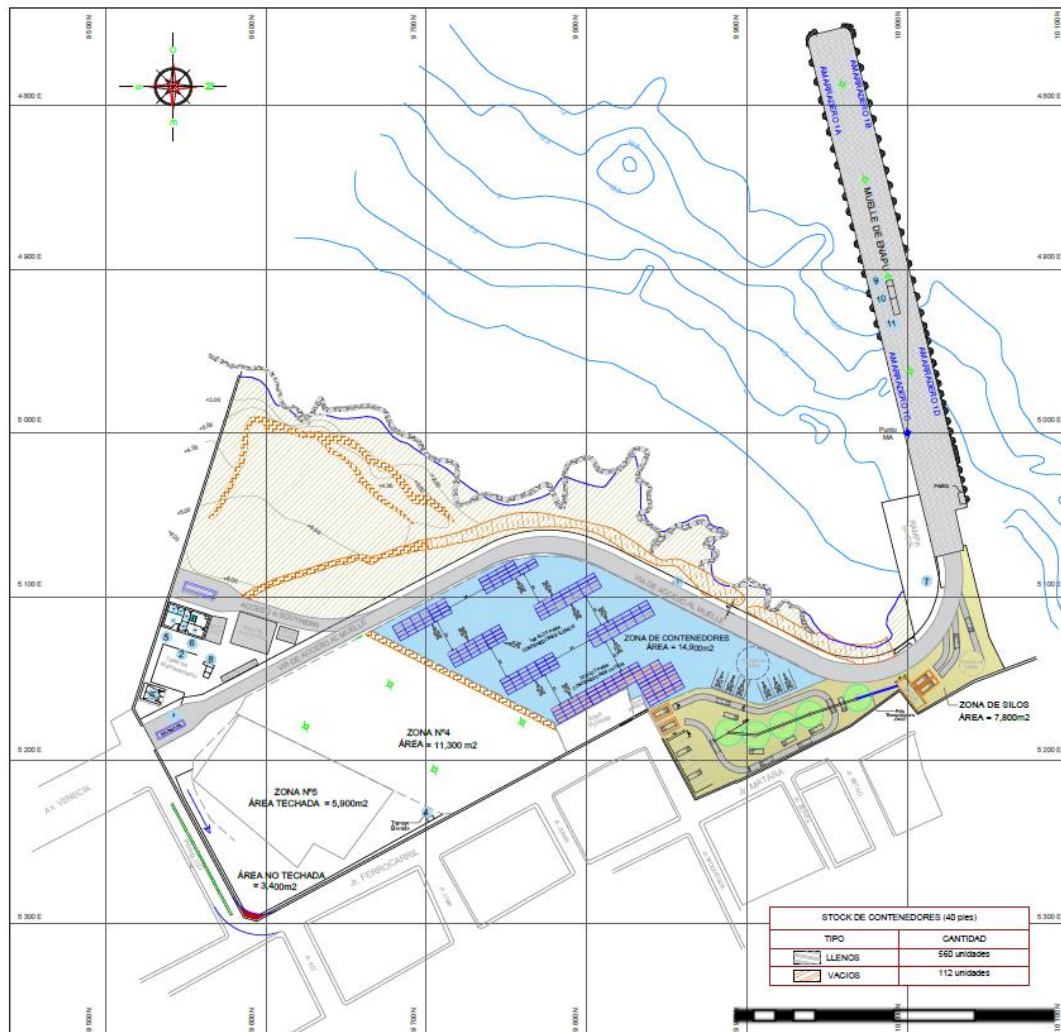


Figura N°5.1 Distribución de la Fase N°1
 Fuente: Elaboración propia

La primera fase detalla el comienzo del uso de toda la construcción realizada en los primeros años en la fase de inversión, donde se desarrollará un área independiente dedicada a la recepción, almacenamiento y despacho de la carga a granel, ubicándose al noreste del terminal portuario, ocupando la zona I y parte de la zona II del TP, abarcando un área de 7 800 m²

Esta implementación obligaría reubicar las siguientes infraestructuras:

- Edificio administrativo
- Brigada de bomberos
- Oficina de archivos
- S.S.H.H de operaciones
- Central de seguridad
- Oficinas y área de cocinas
- Caseta de control y balanza electrónica N°2
- Almacén techado N°1
- Zona de parqueo de vehículos livianos

Según las estadísticas portuarias la nave promedio que llega al terminal portuario trae consigo alrededor de 32 000 ton de carga de trigo, por lo que se plantea construir sobre esta área una batería de cinco (5) silos con una capacidad de 6 000 toneladas cada uno, de manera que pueda atender naves de 20 000 – 30 000 ton de trigo y un silo pequeño para la recolección de los fondos de los otros silos.

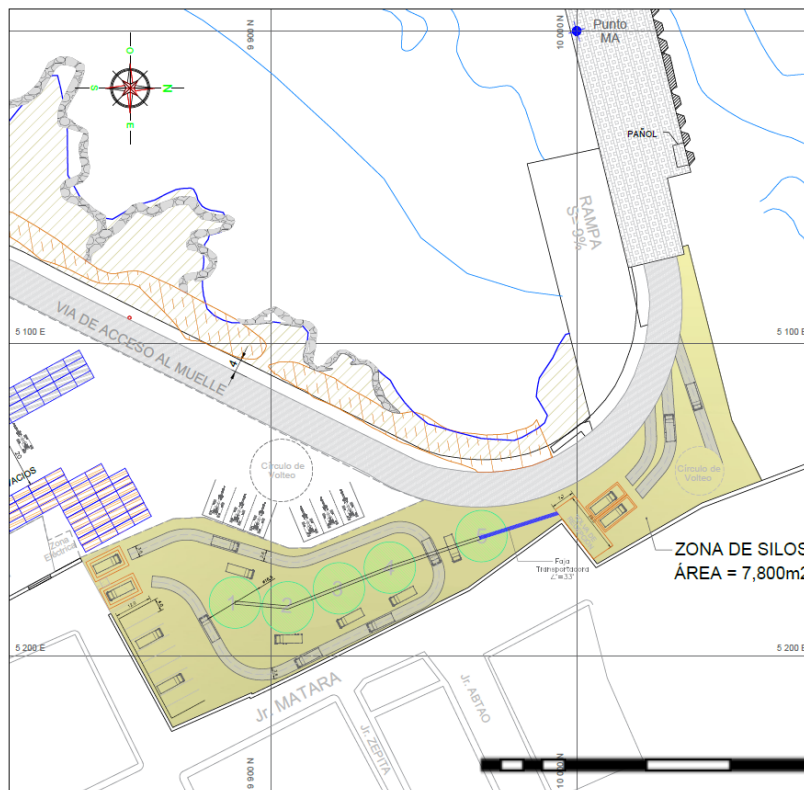


Figura N°5.2 Zona de Silos – Fase N°1
Fuente: Elaboración Propia

La recepción y almacenamiento del grano de trigo se realizará mediante el sistema de camiones – tolva – faja transportadora, iniciándose en el muelle en donde se recibe el grano de trigo en camiones que la transportan hasta una tolva de recepción, en donde se realiza la descarga del grano para inmediatamente después elevar y repartir el grano en los silos mediante una faja transportadora. Además, se ubica un área para el estacionamiento de camiones, con un total para nueve camiones de carga.



Figura N°5.3 Descarga de granos con grúa y clamshell en el muelle
Fuente: Shanghai Qifan Machinery.

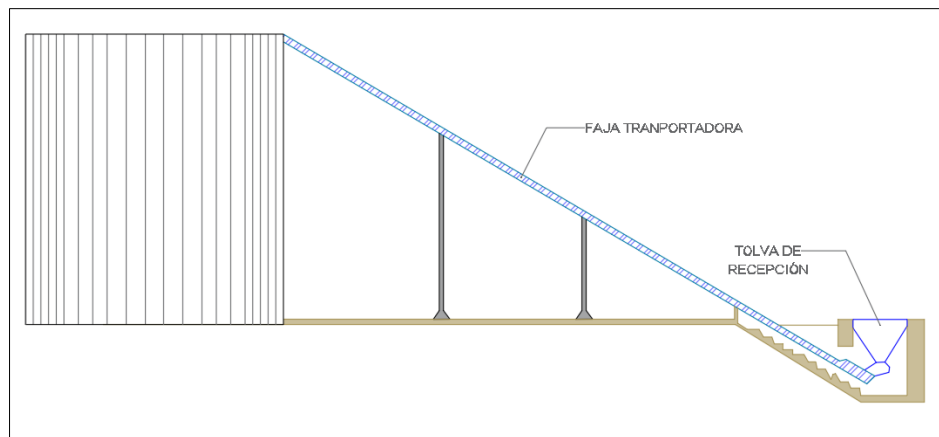


Figura N°5.4 Tolva de recepción – Faja transportadora – silo de almacenamiento
Fuente: Adaptado del Centro de Investigación y Asistencia Técnica – Barcelona

El despacho del grano de trigo será de forma directa de los silos a los camiones hasta una salida independiente del resto de carga. Con independiente se refiere, al sistema: la construcción de un sistema vial exclusivo desde los silos hasta la puerta de la antigua zona de parqueo (ampliada), donde se ubicarán dos balanzas y una caseta de control. Este sistema permite que los camiones ingresen a recoger el trigo y lo pueden hacer a cada uno de silos y salgan por la misma puerta, en un sistema independiente al resto de cargas.

Con respecto a los rendimientos de movilización de la faja transportadora en

función de la carga a mover, se plantea un rendimiento entre 725 – 900 ton/h de recepción de los granos a los silos, según lo plantean la investigación realizada por CEDEX, mostrada en el siguiente cuadro

Cuadro N°5.1 Rendimiento de las cintas transportadoras por tipo de material
Fuente: CEDEX

MATERIAL	TERMINALES ESPECIALIZADAS	TERMINALES NO ESPECIALIZADAS RENDIMIENTO (t/h)
Carbón	2.800-2.300	500
Mineral	1.200	250
Agroalimentario	900-725	400-200
Resto	800-400	200-120
Media de operación		

Suponiendo que en la descarga de 32 000 toneladas la carga a granel (granos de trigo) llegue constantemente a la zona de silos donde está ubicada la faja transportadora, en este punto se contará con un sistema independiente y especializado, comenzando por la faja transportadora que movilizará según el cuadro anterior, en promedio 400 ton/h. En este sentido, resulta un tiempo de 3 días para la carga total en los silos de almacenamiento, tiempo mucho menor que el calculado en el ítem 4.2.1., que resultó 6 días, si se hubieran almacenado con las condiciones actuales.

Por otro lado, como ya se ha mencionado, la descarga hacia el exterior del terminal será de manera independientemente a de las otras cargas, es decir, por una puerta exclusiva donde ingresarán y saldrán camiones volquetes con frecuentemente con viajes programados, y si en caso lo requiera se puede plantear la descarga en horarios nocturnos u horarios de poca frecuencia vehicular. Adicionalmente se plantea la implementación de un semáforo y letreros de señalización en la intersección del jirón Moquegua y la prolongación ferrocarril, que es el cruce donde ingresan y salen los camiones, para el adecuado tránsito

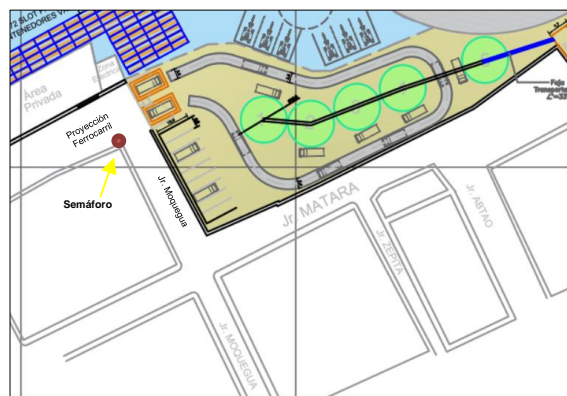


Figura N°5.5 Señalización en la salida de los camiones de grano
Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, con respecto a la carga contenedorizada, la movilización de esta carga es proveniente del terminal vecino - Southern Peru Copper Corporation, En este sentido, aprovechando la ubicación contigua de ambos terminales (Ver Figura N°3.10 T.P ENAPU – Ilo y Southern) y coordinando entre ambas partes, se proyecta construir una puerta de entrada y salida de contenedores que generaría principalmente la disminución del tráfico en la puerta N°1. La puerta ubicada en el límite de ambos terminales portuarios, unirá el patio de operaciones de Southern con el área del terminal de Ilo y donde además se ubicará una balanza electrónica para el pesaje de la carga y una caseta de control de peso que estará a cargo de ENAPU.

Dentro del terminal portuario ENAPU – Ilo, en el sentido que el terminal portuario cambie el modo de operación a indirecto, la zona N°3 y parte de la zona N°2, con un área 14 900 servirá para almacenar los contenedores.

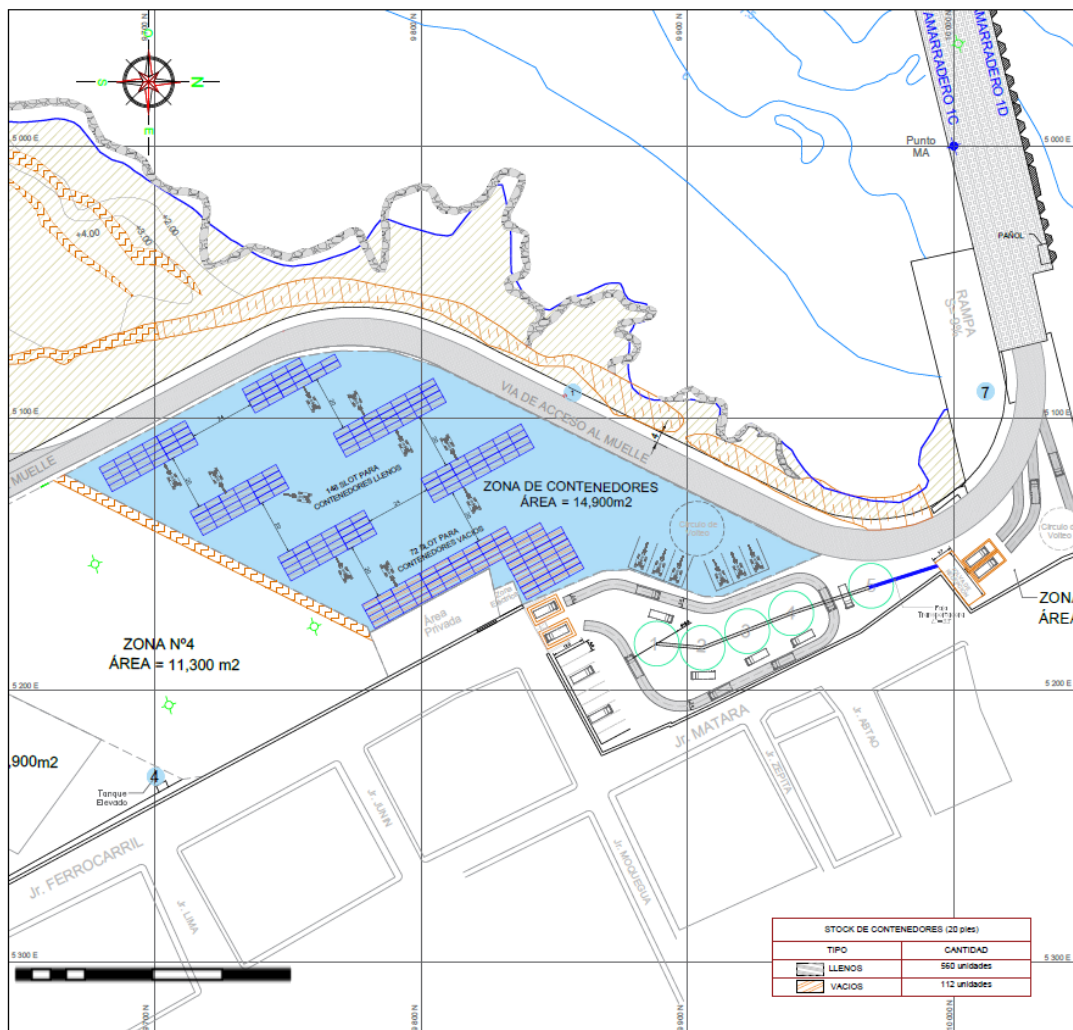


Figura N°5.6 Zona de Contenedores – Fase N°1
 Fuente: Elaboración Propia

La capacidad anual para la zona para contenedores, se ha tomado como base para su cálculo, las recomendaciones dadas en el proyecto de investigación titulada “Optimización y estudio de la capacidad de terminales portuarias mediante modelos de simulación de la explotación. Determinación de los niveles de servicio” (Universidad Politécnica de Madrid ;Universidad Politécnica de Valencia; CENIT – Universidad Politécnica de Cataluña; Fundación Valenciaport, 2008).

Se considera las siguientes características para obtener la capacidad anual:

- Área de almacenamiento para los contenedores: 14 900 m²
- Área usada por un contenedor (Slot): 14.7 m²
- Altura media de apilado: Llenos (2 alturas), Vacíos (2 alturas)
- Número de espacios en planta para los contenedores: Llenos (148), Vacíos (72).
- Tiempo promedio de estancia del contenedor en el almacén: Llenos (3 días), vacíos (7 días).

Una vez redefinido el layout del área de almacenamiento, con su geometría, disposición de las huellas para contenedores (Ver Figura N°5.6 Zona de Contenedores – Fase N°1), para el cálculo de la capacidad estática se define en principalmente la altura de apilado y como factor dinámico para el cálculo de la capacidad dinámica, el tiempo de estancia de los contenedores (rotación), diferenciando entre tipo de contenedores llenos o vacíos, sin embargo el concepto que ha planteado luego de consultar diferentes bibliografías, es la fórmula de capacidad de contenedores recomendada en el proyecto de investigación “Optimización y estudio de la capacidad de terminales portuarias mediante modelos de simulación de la explotación. Determinación de los niveles de servicio (2008)”, que sigue enlaza esquemáticamente las partes claves en el cálculo de la capacidad de almacenamiento de contenedores, mostrado a continuación:

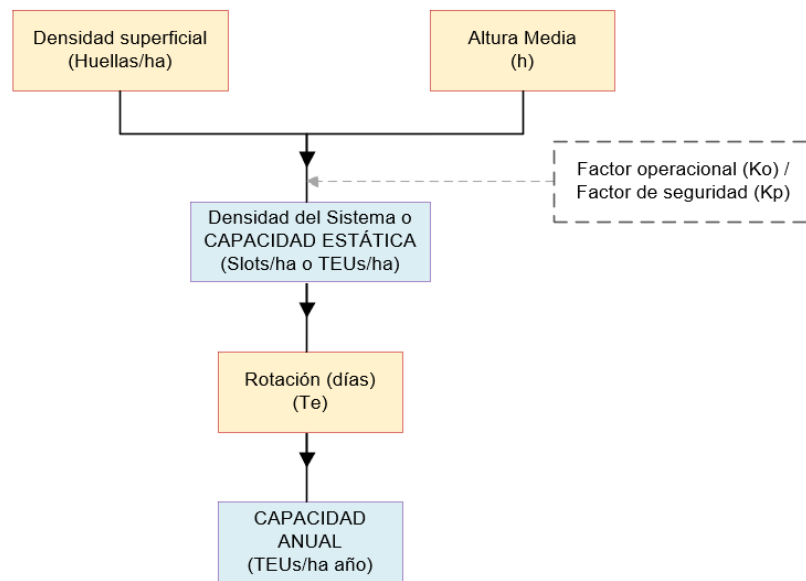


Figura N°5.7 Capacidad de almacenamiento para carga de contenedores
Fuente: Adaptado de CEDEX

En este sentido, la determinación de la capacidad dinámica del terminal portuario, se requiere previamente establecer algunos puntos:

- Densidad superficial: El área de almacenamiento de 1.49 Ha y el total de huellas (220) = 147 Huellas-TEU/Ha
- La altura media, se calcula multiplicando la altura máxima de apilado por dos factores: Factor operacional (Ko) y factor de seguridad (Kp).

Ko = Factor operacional que minora la altura máxima a lo necesario para trabajar en condiciones normales, pues cuando altura de apilado es mayor a la de condiciones normales existe la posibilidad de realizar movimientos improductivos. Este factor oscila entre 0,60 y 0,85; se tomará el valor desfavorable de 0.60

Kp = Factor de seguridad, que tiene en cuenta las fluctuaciones del tráfico de la terminal. Los valores están en el orden de 1,1 y 1,3; se tomará el valor desfavorable de 1.3

La superficie de almacenamiento estará ocupada por contenedores llenos y contenedores vacíos. En este sentido considerando el almacenamiento para de contenedores llenos, se tomará la fórmula recomendada en el proyecto de investigación “Optimización y estudio de la capacidad de terminales portuarias mediante modelos de simulación de la explotación. Determinación de los niveles de servicio (2008)”, muestra la siguiente fórmula:

$$Capacidad_{cont.} = \#Huella - TEU \times ro \times \frac{K_o}{K_p} \times \frac{365}{T_e}$$

Donde:

- ro = reducción de operación que reduce el tiempo anual para el almacenamiento, debido a condiciones de tráfico o días no trabajados por eventos climatológicos, se considera el valor de 80%.
- H = altura de apilado en m.
- Te = tiempo de estancia en la zona de almacenamiento en días.

Cuadro N°5.2 Datos para el cálculo de la capacidad dinámica – Fase I

Fuente. Elaboración propia

	#Huella - TEU/Ha	Tiempo de estancia (días)	Altura de apilado (m)
Cont. Llenos	100	3	4.8

Reemplazando los valores, se obtiene la capacidad anual dinámica = 16 000 TEU/año.

El resultado logra atender más de 400 000 ton de carga contendorizada (si se considera 25 ton/TEU), valor que está por encima de los 381 000 ton que se espera movilizar a finales de la fase I, ver Cuadro N°3.25 Capacidad en los diferentes momentos del terminal portuario., Esta carga tendrá una mejora en el nivel de servicio, atención con la modalidad indirecta, ordenamiento de acuerdo a la atención de contenedores llenos y vacíos; y además de una zona para el estacionamiento del equipamiento portuario, con capacidad para 6 unidades de equipamiento.

Por otro lado, las zonas N°4 y N°5 actualmente constan con la superficie vial en buen estado, por lo que en esta fase no se requerirá alguna mejora, la zona N°4 será destinada para almacenar con las condiciones de exclusividad que el brinda a la carga fraccionada de origen boliviano, teniendo una capacidad de almacenamiento de hasta 26 000 ton/mes y hasta 100 000 ton/anual ; por otro lado, aprovechando el área techada ubicada en la zona N°5, esta servirá para almacenar con las condiciones adecuadas nitrato de amonio tipo anfo en forma de granel sólido, posteriormente en caso se requiera optimizar el área de la zona N°5 frente al aumento de carga de nitrato tipo anfo el terminal ENAPU – Ilo mediante personal capacitado deberá realizar las gestiones necesarias para cambiar la manera de almacenar esta carga, esto indica envasar en sacos el nitrato de amonio tipo anfo, como resultado se obtendrá:

- Optimización de la zona N°5, dado que se ordena y distribuye la carga de nitrato de amonio tipo anfo en toda el área, así como también optimización en el almacenamiento vertical basado en el apilamiento de los sacos en parihuelas y elevadores
- La maximización del área permitirá tener espacios adicionales en caso se necesite ubicar mercadería general especial que requiera área techada.
- Posibilidad de ofrecer producto de mejor calidad, así como adquirir nuevos clientes, dado que es típico en esta carga ofertarlo para pequeños consumidores como fertilizantes.

Con respecto al equipamiento, el cálculo se basa en los siguientes puntos:

La cantidad de contenedores que se pretende embarcar al final de la fase I es de 15 240 TEUs, así mismo considerando que el tiempo de embarque normal del total de contenedores es de alrededor de 2 días y con embarque de dos naves por mes con 3 grúas cada una para las operaciones portuarias. Se obtiene los siguientes resultados de la cantidad de contenedores / grúa por nave portacontenedores amarrada.

Cuadro N°5.3 Requerimiento de contenedores/grúa/nave
 Fuente: Elaboración propia

Cantidad anual prevista	FASE I
Total Contenedores anual	15240

Requerimiento por nave	FASE I
Contenedores por nave	1270
Nave 01 (cantidad de contenedores)	635
Nave 02 (cantidad de contenedores)	635

Requerimiento por grúas	FASE I
Contenedores/grúa	423

Acerca de los tiempos de movilización de contenedores almacén – muelle, los operadores del terminal portuario manejan el tiempo de embarque de 5 min, el tiempo de recorrido de la nave al muelle de 7 min y el tiempo de trabajo en la zona de almacenamiento de 10 min. Entonces un terminal truck que sale de la zona de almacenamiento, hacia el muelle y regresa al punto de inicio, tardaría alrededor de 20 min.

La cantidad de contenedores que se pretende embarcar al final de la fase I es de 15240 TEUs, donde se ha considerado el tiempo de embarque normal para el total de contenedores en alrededor de 2 días, con llegada de una nave equipada con 3 grúas por mes, donde cada grúa, según operadores portuarios trabaja hasta 10 cont/h.

- Cantidad de grúas: Según el cálculo para el tiempo de 2 días de embarque de contenedores, se ha propuesto que cada nave traerá consigo 3 grúas, donde según los operadores portuarios, cada grúa de nave tiene un rendimiento de 10 cont./hora. Entonces en esta fase se movilizarán hasta 30 contenedores cada hora.

Cuadro N°5.4 Número de grúas
Fuente: Elaboración Propia

Trabajos grúa en tiempo de operación	FASE I
Total de contenedores/hora/grúa	10
Tiempo de movilización(min)/contenedor/hora	6
# de Grúas	3

- Reach Stacker: De la información con los operadores portuarios, la cantidad de contenedores que moviliza hora este equipo es de 15 contenedores. Si consideramos que cada grúa moviliza hasta 10 cont./hora, por lo tanto, a tres grúas en la nave, se necesitaría un valor de dos reach stacker para movilizar 30 cont./hora, adicionalmente considerando uno de respaldo, se requiere en la Fase I, 3 reach stacker.

Cuadro N° 5.5 Número de Reach Stacker
Fuente: Elaboración Propia

Trabajos R.S. en tiempo almacén	FASE I
# de Reach Stacker	3

- Terminal Truck: Un terminal truck dentro del terminal portuario recorre a una velocidad en promedio de 10 km/h. Para movilizar un contenedor desde el almacén hasta el muelle tiene que recorrer alrededor de 400m, entonces tomaría un tiempo de alrededor de 4 min entre ida y vuelta, adicionalmente el tiempo de manipulación de la carga es de alrededor de 10 min en el muelle y 5 min en la zona de almacenamiento, entonces desde que carga en el Terminal Truck hasta que se ubica en la nave se demoraría en promedio 20 min. Por lo tanto, se requerirá al menos 3 viajes llevando un contenedor por terminal truck. Se ha calculado en esta fase la

movilización de 30 cont/hora, por lo que se requiere alrededor de 10 terminal truck y considerando 2 equipos de respaldo, se obtiene un total de 12 TT para la fase I.

Cuadro N°5.6 Número de Terminal Truck
 Fuente: Elaboración Propia

Trabajos de movilización	FASE I
# de Terminal Truck	12

- Montacargas: Se considera la llegada de 2 barcos por mes con carga promedio de 5000 ton de mercancía fraccionada, donde se pretenden almacenar en la zona N°4 alrededor de 1330 ton/semana. Las estimaciones se han realizado con dos tipos de paquetes, de 5 y 10 ton, se utilizarán montacargas de este tamaño, pues son eficientes para cargar paletas y colocar la mercancía en parihuelas.

Cuadro N°5.7 Toneladas de carga fraccionada a atender por montacargas
 Fuente: Elaboración Propia

Requerimiento de áreas semanal	FASE I
Carga Fraccionada	1331.0

Toneladas atendidas/día	FASE I
Carga Fraccionada	152.1

Montacargas	FASE I
Toneladas carga fraccionada	1,064.8
Equipo menor a 5 ton	213.0
Equipo de 10 ton	106.5

Cuadro N°5.8. Rendimiento por semana
 Fuente: Elaboración Propia

Número de servicios	x hora	x turno	x semana
Rotación de carga mínimo	9	27	150
Rotación de carga máximo	4	12	66

Cuadro N°5.9 Toneladas a atender por montacargas
Fuente: Elaboración Propia

	FASE I
Equipo de 5 ton	1.4
Total de Montacargas	1
Equipo de 10 + ton	1.6
Total de Montacargas	2

En resumen, se necesitará

- Adquisición de 1 Reachstacker: Para el transporte y apilado de contenedores en la zona de almacenamiento
- Adquisición de 6 terminal truck (Camabaja): Para la movilización interna de los contenedores
- Faja transportadora: Para el transporte de granos de trigo a los silos de almacenamiento
- Adquisición de 2 balanzas electrónicas para el control de la carga sólida a granel, ubicadas en la nueva puerta de ingreso en la zona de silos

Con las estrategias planteadas, se concluye que:

1. Promover el uso de modo de intercambio de carga indirecto para las principales mercancías del terminal portuario.
2. Al construir el silo, se efectuará las operaciones de descarga y salida del grano de trigo con sistema independiente y con el modo de movilización indirecto, de esta manera se obtiene:
 - Una atención más efectiva al barco, disminuyendo el tiempo de espera.
 - Mejor conservación del grano de trigo.
 - Salidas del grano de trigo de manera programada y ordenada.
 - El impacto de la salida de los camiones no genera tráfico, dado que es una salida independiente, además, plantear la salida de los camiones en ciertas horas de la noche, aminorando la posible congestión.
3. Al construir la puerta de acceso entre la zona 6 y el patio de Southern, no se utiliza la puerta N°1 de acceso al puerto, disminuyendo la congestión en el acceso al puerto, quedando libre para otras operaciones.

4. Ordenamiento de los contenedores llenos y vacíos en una zona exclusiva para el almacenamiento de esta carga.
5. Utilización exclusiva para carga fraccionada (generalmente carga boliviana) y carga granel sólido (nitrato de amonio) en las zonas N°4, N°5 respectivamente.
6. Con respecto al rendimiento de carga se tiene:
 - a. El rendimiento de la carga contenedorizada que se obtiene en esta fase es de 30 cont./hora con un tiempo de carga de 2 días.
 - b. El rendimiento de la carga a granel sólido es de 400 ton/hora con un tiempo de 3 días para la carga total en los silos de almacenamiento.
7. Con las estrategias aplicadas, el tiempo de ocupación para esta fase I se obtiene lo siguiente:

Cuadro N°5.10 % de Ocupación - Fase I
 Fuente: Elaboración Propia

	Carga Graneles	Carga Contenedorizada	Carga Fraccionada	
Cantidad de barcos	11	24	27	
Tiempo de ocupación (días)	38	48	53	
% de ocupación	10%	13%	15%	38%

5.2.2. Fase II – Modernización del terminal

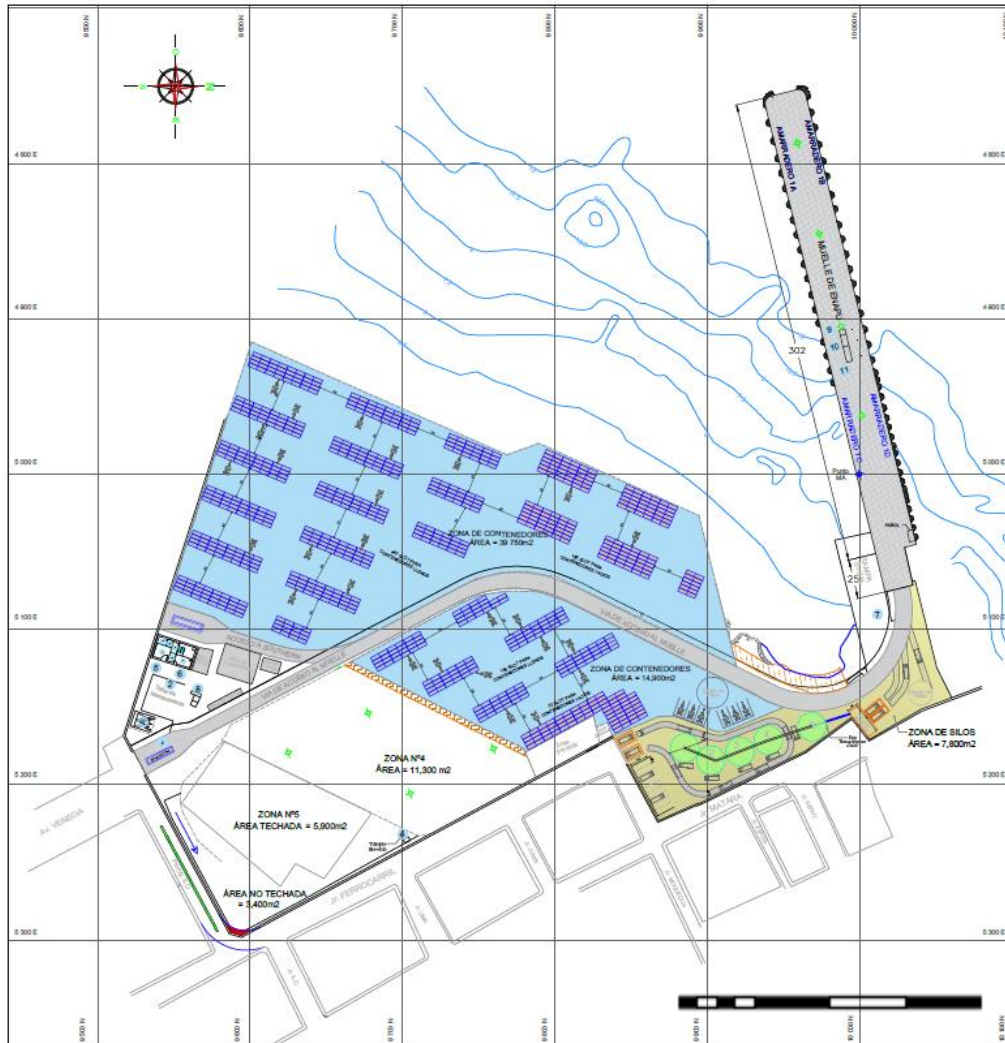


Figura N°5.8 Distribución de la Fase N°2
Fuente: Elaboración propia

La implementación de la fase I ha impactado positivamente en el desarrollo portuario, sin embargo, se espera que la demanda de carga siga aumentando, lo que abre una posibilidad de plantear mayores inversiones que permitan dotar al TP ILO de infraestructura adecuada que permitan mantener o mejorar la calidad de servicio a los clientes. En este sentido, se pretende que la nueva infraestructura compita con los terminales de la región y posibilite la atención de naves especializadas en contenedores.

Se plantean siguientes estrategias para la modernización del terminal:

A. Área ganada al mar

Existen proyectos en cartera para la extracción del mineral de cobre, a medio plazo se convertirán en zonas de producción y requerirán de un terminal portuario rentable para la exportación de la carga minera, en este sentido se espera que la competitividad del terminal portuario de ENAPU – Ilo capture parte de esta carga.

Para mantener el terminal con operaciones de intercambio indirecto, con un nivel bajo de congestión en las vías internas y en la puerta de acceso del terminal portuario, se plantea ganar áreas al mar en el lado contiguo a la zona 6 y frente a la zona 3, construyendo un enrocado de protección desde el límite entre T.P. ENAPU – Ilo y S.P.C.C hasta 50 m al norte, obteniendo un área adicional de 39 750 m² para almacenar contenedores.

Con base a los estudios según la batimetría obtenida del informe de las curvas batimétricas correspondientes al sondaje hecho por la división de dragado Gerencia Técnica. División De Planteamiento de ENAPU (1986), se plantea un frente marítimo del área ganada óptima, para el cuál se plantean los siguientes tramos, enumerados de norte a sur se presentan:

- L1 = 100m, paralelo al muelle
- L2 = 113m, alcanza una cota máxima en el fondo de -3.3
- L3 = 22m, transición entre la zona 3 y zona 6
- L4 = 180m, alcanza una cota máxima en el fondo de -2
- L5 = 50m, paralelo al límite entre T.P. ENAPU Y S.P.C.C.

A continuación, se detalla las características del rompeolas:

- El frente de rompeolas (hacia el mar) está constituido por un enrocado trapezoidal con talud 1:2.
- La capa de coraza consta de dos capas con rocas de 1.1 m de diámetro o de 1.5 toneladas
- La capa secundaria consta de dos capas con roca de 0.5 m de diámetro o de 0.15 toneladas
- El núcleo está compuesto de roca de 0.25m de diámetro o de 15 kg.
- La cota de coronación se encuentra a +6.0m.
- Detrás del enrocado se agregará relleno calificado (material compactado por capas de 0.20m) hasta la cota que corresponda al otro extremo, el cual varía entre +10 y +6m. Sobre este relleno se colocarán dos capas adicionales, una capa de afirmado de 0.20m y se coronará con una capa de concreto de 0.20m de espesor y de 210kg/cm².

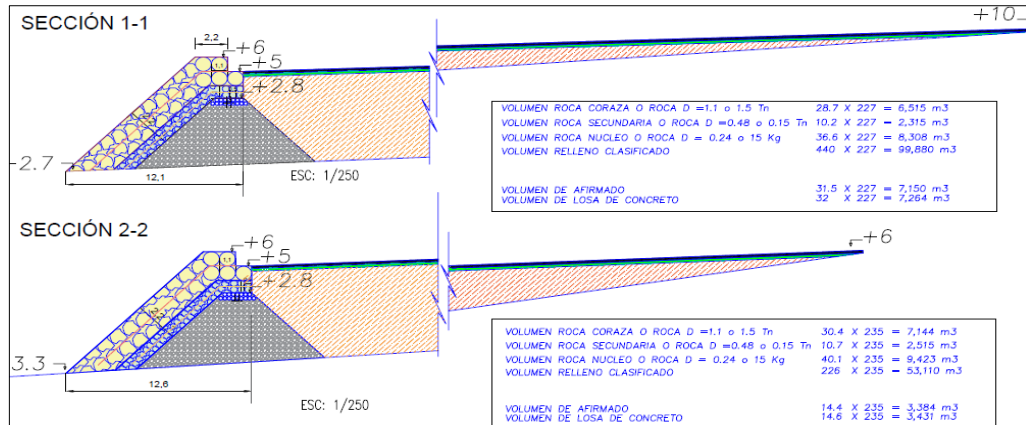


Figura N°5.9 Rompeolas para ganar área al mar
Fuente: Elaboración Propia

En consecuencia, las áreas para la atención de la carga contenedorizada quedan definidas como: el área ganada al mar (39 750m²) y el área ubicada en la Zona N°3 (14 900m²) serán para la atención de contenedores llenos y vacíos, tal y cómo se muestran en la siguiente figura:

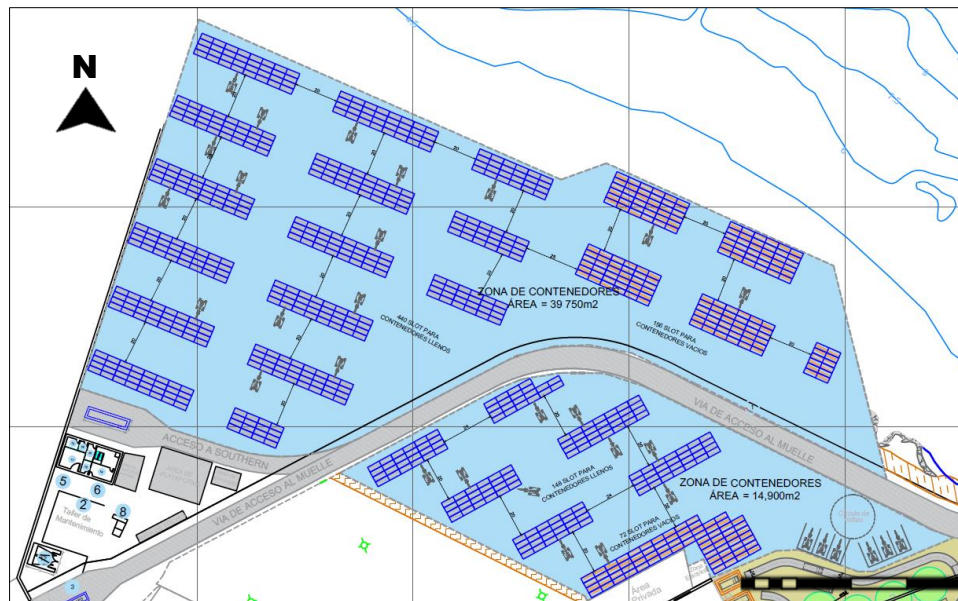


Figura N°5.10 Zona de contenedores - Fase N°2
Fuente: Elaboración Propia

De la misma manera que en el ítem 5.2.1. se calculará la capacidad anual para los contenedores llenos y vacíos:

Característica de la zona de contenedores llenos

- Área de almacenamiento para los contenedores: 53 650 m²
- Área usada por un contenedor: 14.7 m²
- Altura media de apilado: Llenos (2 alturas), vacíos (2 alturas).

- Número de espacios en planta para los contenedores: Llenos (588), vacíos (288)
- Tiempo promedio de estancia del contenedor en el almacén: Llenos (3 días) y vacíos (7 días)

Tomando el valor promedio de los factores recomendados en el ítem 5.2.1, y diferenciando los tipos de contenedores se tomará la fórmula recomendada en el proyecto de investigación “Optimización y estudio de la capacidad de terminales portuarias mediante modelos de simulación de la explotación. Determinación de los niveles de servicio (2008)”, se obtiene:

$$Capacidad_{cont.} = \#Huella - TEU \times ro \times \frac{K_o}{K_p} \times \frac{365}{T_e}$$

Donde:

- fo = factor de operación que reduce el tiempo anual para el almacenamiento, se considera el valor de 80%.
- H = altura de apilado en m.
- T = tiempo de estancia en la zona de almacenamiento en días.

Cuadro N°5.11 Datos para el cálculo de la capacidad dinámica – Fase II
 Fuente. Elaboración propia

	#Huella - TEU/Ha	Tiempo de estancia (días)	Altura de apilado (m)
Cont. Llenos	110	3	4.8

Se obtiene el valor de densidad superficial:

- El área de almacenamiento de 5.36 Ha en un total de huellas (580) = 110 Huellas-TEU/Ha
- Ko: Factor operacional = 0.60
- Kp: Factor de seguridad = 1.3
- ro: reducción de operación = 80%.

Reemplazando los valores, se obtiene la capacidad anual dinámica = 26 415 TEU/año.

Con este resultado logra atender más de 600 000 ton de carga contendorizada, que equivale a alrededor de 24 000 TEU/año (si se considera 25 ton/TEU), valor superior al que se espera movilizar a finales de la fase II, según lo planteado en el Cuadro N°3.25 Capacidad en los diferentes momentos del terminal portuario.. Esto permite una mejora en el nivel de servicio, un ordenamiento de esta carga

planteando zonas para la atención de contenedores llenos y vacíos; y lo más importante es que logra mantener el modo de atención de esta carga de manera indirecta.

Con respecto al equipamiento, se adquieren lo siguiente:

La cantidad de contenedores que se pretende embarcar al final de la fase II es de 22 626 TEUs, así mismo considerando que el tiempo de embarque normal del total de contenedores es de alrededor de 2 días y un embarque de tres naves por mes con 3 grúas para el trabajo. Se obtiene los siguientes resultados de la cantidad de contenedores / grúa por nave portacontenedores amarrada.

Cuadro N°5.12 Requerimiento de contenedores/grúa/nave
Fuente: Elaboración propia

Cantidad anual prevista	FASE II
Total Contenedores anual	22626

Requerimiento por nave	FASE II
Contenedores por nave	1886
Nave 01 (cantidad de contenedores)	629
Nave 02 (cantidad de contenedores)	629
Nave 03 (cantidad de contenedores)	629

Requerimiento por grúas	FASE II
Contenedores/grúa	629

Acerca de los tiempos de movilización de contenedores almacén – muelle, los operadores del terminal portuario manejan el tiempo de embarque de 5 min, el tiempo de recorrido de la nave al muelle de 7 min y el tiempo de trabajo en la zona de almacenamiento de 10 min. Entonces un terminal truck que sale de la zona de almacenamiento, hacia el muelle y regresa al punto de inicio, tardaría alrededor de 20 min.

La cantidad de contenedores que se pretende embarcar al final de la fase II es de 22626 TEUs, donde se ha considerado el tiempo de embarque normal para el total de contenedores en alrededor de 2 días, con llegada de una nave equipada con 3 grúas por mes, donde cada grúa, según operadores portuarios trabaja hasta 10 cont/h.

- Cantidad de grúas: Según el cálculo para el tiempo de 2 días de embarque

de contenedores, se ha propuesto que cada nave opere con dos grúas, y adicionalmente una grúa móvil de muelle. De acuerdo a los operadores portuarios, cada grúa de nave tiene un rendimiento de 10 cont./hora. Y la grúa en el muelle un rendimiento de 20 cont./hora. Entonces en esta fase se movilizarán hasta 40 contenedores cada hora.

Cuadro N°5.13 Número de grúas
 Fuente: Elaboración propia

Trabajos grúa en tiempo de operación	FASE II
Total de contenedores/hora/grúa	10
Tiempo de movilización(min)/contenedor/hora	6
# de Grúas	3

2 barco +1 muelle

- Reach Stacker: De la información con los operadores portuarios, la cantidad de contenedores que moviliza por hora este equipo es de 15 contenedores. Si consideramos que cada grúa moviliza hasta 10 cont./hora, por lo tanto, a tres grúas (2 en la nave y 1 en el muelle), se necesitaría un valor de tres reach stacker para movilizar 40 cont./hora, adicionalmente considerando uno de respaldo, se requiere en la Fase II, 4 reach stacker

Cuadro N°5.14 Número de Reach Stacker
 Fuente: Elaboración propia

Trabajos R.S. en tiempo almacén	FASE II
# de Reach Stacker	4

- Terminal Truck: Un terminal truck dentro del terminal portuario recorre a una velocidad en promedio de 10 km/h. Para movilizar un contenedor desde el almacén hasta el muelle tiene que recorrer alrededor de 400m, entonces tomaría un tiempo de alrededor de 4 min entre ida y vuelta, adicionalmente el tiempo de manipulación de la carga es de alrededor de 10 min en el muelle y 5 min en la zona de almacenamiento, entonces desde que carga en el Terminal Truck hasta que se ubica en la nave se demoraría en promedio 20 min. Por lo tanto, se requerirá al menos 3 viajes llevando un contenedor por terminal truck. Se ha calculado en esta fase la movilización de 40 cont/hora, por lo que se requiere alrededor de 14 terminal truck y considerando 2 equipos de respaldo, se obtiene un total de 16 TT para la fase II.

Cuadro N°5.15 Número de Terminal Truck
Fuente: Elaboración propia

Trabajos de movilización	FASE II
# de Terminal Truck	16

- Montacargas. Se considera la llegada de 2 barcos por mes con carga promedio de 5000 ton de mercancía fraccionada, donde se pretenden almacenar en la zona N°4 alrededor de 1330 ton/semana. Las estimaciones se han realizado con dos tipos de paquetes, de 5 y 10 ton, se utilizarán montacargas de este tamaño, pues son eficientes para cargar paletas y colocar la mercancía en parihuelas.

Cuadro N°5.16 Toneladas a atender por montacargas
Fuente: Elaboración propia

Requerimiento de áreas semanal	FASE II
Carga Fraccionada	1760.2

Toneladas atendidas / día	FASE II
Carga Fraccionada	201.2

Montacargas	FASE II
Toneladas carga fraccionada	1,408.2
Equipo menor a 5 ton	281.6
Equipo de 10 ton	140.8

Cuadro N°5.17 Rendimiento por semana
Fuente: Elaboración propia

Número de servicios	x hora	x turno	x semana
Rotación de carga mínimo	9	27	150
Rotación de carga máximo	4	12	66

Cuadro N°5.18 Toneladas a atender por montacargas
Fuente: Elaboración propia

	FASE II
Equipo de 5 ton	1.9
Total de Montacargas	2
Equipo de 10 + ton	2.1
Total de Montacargas	3

En resumen, en la fase II se requerirán:

- Adquisición de 1 Reachstacker: Para el transporte y apilado de contenedores en la zona de almacenamiento
- Adquisición de 4 terminal truck (Camabaja): Para la movilización interna de los contenedores
- Adquisición de 1 montacarga de 5 ton y 1 montacarga de 10 ton.
- Adquisición de una grúa pórtico ubicada en el muelle.

Con las estrategias planteadas, se concluye que:

1. En general, dotar al terminal portuario ENAPU – Ilo con infraestructura y equipamiento que permita competir con los terminales de la región sur
2. Posibilitar la atención de naves de contenedores que actualmente se movilizan por la costa peruana, con un nivel adecuado de servicio siguiendo el lineamiento de movilizar esta carga de modo indirecto.
3. Con respecto al rendimiento de carga se tiene:
 - a. El rendimiento de la carga contenedorizada que se obtiene en esta fase es de 40 cont./hora con un tiempo de carga de 2 días.
 - b. El rendimiento de la carga a granel sólido es de 400 ton/hora con un tiempo de 3 días para la carga total en los silos de almacenamiento.
4. Con las estrategias aplicadas, el tiempo de ocupación para esta fase II se obtiene lo siguiente:

Cuadro N°5.19 % de ocupación – Fase II
Fuente: Elaboración propia

	Carga Granel Sólido	Carga Contenedorizada	Carga Fraccionada	
Cantidad de barcos	14	36	35	
Tiempo de ocupación (días)	48	54	70	
% de ocupación	13%	15%	19%	47%

5.3. FASES DE INVERSIÓN

Con el desarrollo de las fases el monto total presupuesto total para la fase I asciende a \$ 10 396 030.00 (diez millones trescientos noventa y seis con treinta dólares) y para la fase II asciende a \$ 27 261 395 (veintisiete millones doscientos sesenta y un mil trescientos noventa y cinco dólares).

En el anexo de la presente tesis se encuentra el presupuesto detallado, a continuación, se muestran el resumen de los cuadros de inversión en dólares:

5.3.1. Costos de Inversión - Fase I

Cuadro N°5.20 Costos de inversión – Fase I
Fuente: Elaboración propia

TERMINAL PORTUARIO ENAPU ILO - FASE I		
OBRAS DE TIERRA		
Cod.	Obra	Total
I	ZONA DE SILOS	\$ 5,640,030.00
II	ACCESO VIAL A SOUTHERN	\$ 555,500.00
III	VÍA PRINCIPAL INTERNA	\$ 1,168,000.00
IV	PATIO DE CONTENEDORES (Área= 50% de 14,900 m2)	\$ 1,862,500.00
EQUIPAMIENTO		
Cod.	Obra	Total
V	EQUIPAMIENTO	\$ 1,600,000.00
OBRAS MENORES		
Cod.	Obra	Total
VI	EQUIPAMIENTO ELECTRICO	\$ 20,000.00
TOTAL		\$ 10,846,030.00

5.3.2. Costos de Inversión - Fase II

Cuadro N°5.21 Costos de inversión – Fase II
Fuente: Elaboración propia

TERMINAL PORTUARIO ENAPU ILO - FASE II		
OBRAS DE MAR		
Cod.	Obra	Total
I	DEFENSA MARÍTIMA (Área ganada al mar)	\$ 3,135,835.00
OBRAS DE TIERRA		
Cod.	Obra	Total
II	PATIO DE CONTENEDORES (Área de 39,754 m2)	\$ 10,625,560.00
EQUIPAMIENTO		
Cod.	Obra	Total
II	EQUIPAMIENTO	\$ 1,950,000.00
TOTAL		\$ 15,711,395.00

CONCLUSIONES

1. Al realizar el análisis de la situación actual, se puede concluir que se tiene un terminal portuario operativo, pero con limitaciones, frente al oleaje (debido a que es un puerto que opera sin obras de abrigo) y a las demandas de carga actuales y futuras, por ejemplo, se ha determinado que el terminal portuario está trabajando en menos del 30% de su capacidad, aunque con poca actividad portuaria, está limitado por la forma en que opera, dado que resulta no ser eficiente en los momentos picos de movimiento de carga llegando al tope de sus capacidades operacionales portuarias, congestión en la puerta de acceso en los picos de descarga de granos de trigo y nitrato de amonio tipo – anfo y consecuentemente tráfico en la vía de acceso al terminal portuario (Vía Venecia y su prolongación hasta la costanera sur), además se ha observado que las áreas destinadas para el almacenamiento de las cargas están limitadas tanto por la topografía (diferencia de niveles considerables entre las áreas de almacenamiento), la manera de dividir el uso de las áreas para los tipos de carga y la limitación que tiene el equipamiento en los rendimientos para la atención de contenedores y las dificultades para el apilamiento vertical.
2. Del análisis se ha identificado tres variables operacionales: Puerta de ingreso y salida, el modo de intercambio de carga y la distribución de las áreas para el almacenamiento de la carga, las cuales condicionan el rendimiento portuario, estas variables condicionan el alto tiempo permanencia que actualmente tiene una nave atracada en el muelle, así como las condiciones de operaciones de carga, con respecto a los granos ocupan demasiado espacio, además genera un impacto ambiental y un deterioro de los granos como el trigo, con respecto a los contenedores, actualmente se puede atender la demanda, pero debido a las limitaciones de espacio y equipos no se podrá atender posibles incrementos de carga
3. La mayor parte de la carga actualmente movilizadas son granos de trigo, nitrato de amonio tipo anfo, que son atendidos en mitad de proporción con el modo de intercambio directo e indirecto; y contenedores que son atendidos en su mayoría con el modo de intercambio directo.

4. Del análisis del área de influencia del terminal portuario, a corto plazo no se cuenta con cantidad de carga nacional que justifique las inversiones de mejoramiento del terminal portuario, sin embargo de cara a futuro, el terminal portuario deberá captar progresivamente la carga boliviana, principalmente en desviar hasta el 15% de la carga de exportación boliviana que se moviliza actualmente por el puerto de Arica y que al término de la fase II se obtenga 600 000 ton entre carga contenedorizada boliviana y nacional proveniente de S.P.P.C.
5. Las estrategias planteadas, tienen como base que el terminal portuario opere principalmente con el modo de intercambio indirecto, con el fin de poder mejorar a corto plazo la capacidad operacional aprovechando los recursos que actualmente posee, se propone mejorar el uso de los espacios para el almacenamiento y aumentar los ratios de atención entre las naves y la zona terrestre. La estrategia para mejorar la capacidad operativa y los recursos que existen se proponen dos fases:

La fase I – Terminal de granos, se propone almacenar el grano de trigo en silos, con un almacenamiento total de 32 000 toneladas, y la con modo de intercambio indirecto, y un con sistema independiente de recepción y despacho de la carga a granel, y con una puerta de acceso independiente con respecto a los otros tipos de cargas, evitando así la congestión interna y ocupando una mínima área. Además, con respecto a la carga de contenedores se plantea un ingreso directo de los contenedores de Southern Perú Copper Corporation al nuevo patio de almacenamiento en el terminal.

La fase II – Modernización del terminal, para alcanzar la modernización se propone ganar áreas al mar para el almacenamiento de contenedores y carga general, sin embargo, para realizar esta modernización es necesario contar con un mínimo de carga que justifique la inversión.

RECOMENDACIONES

1. Del análisis de la situación actual ha resultado que el muelle actualmente se encuentra operativo sin obras de abrigo y sin mayores esfuerzos de grúas o fajas, sin embargo, es necesario reparar y mejorar las defensas, los elementos de amarre y reparar las pilas de cimentación del borde del muelle, entre otros elementos estructurales necesarios según los resultados del análisis ingenieril, para obtener la capacidad suficiente de hacer frente al oleaje y a un aumento en atención a las naves.
2. De los estudios técnicos propuestos, se deberán plantear estudios de evaluación del tráfico interno y externo con el fin de tener una estadística que permita imponer un sistema de citas u horarios programados con el fin de evitar el tráfico de los camiones frente al aumento de carga y además estimar hasta que año esta parte de la ciudad de Ilo puede soportar el aumento del número de camiones. Además, plantear estudios de batimetría para diseñar los enrocados y el oleaje para conocer el tiempo de operación de las naves en el muelle y calcular el peso de la coraza del enrocado.
3. Dado que las zonas 1, 2 y 3 han sido planteadas para el almacenamiento de granos y contenedores, es recomendable tratar de mantener el mismo nivel de cota y además mejorar la carpeta de rodadura según indiquen los estudios definitivos. Además, se requiere demoler y reubicar las estructuras administrativas, zonas de servicio y atención al cliente con el fin de no tener inconvenientes al momento de zonificar las áreas de almacenamiento según el tipo de carga.
4. Actualmente el nitrato de amonio tipo anfo se almacena en granos sueltos, por lo que se recomienda envasar una parte de esta mercancía en sacos para su comercialización a pequeños clientes y así optimizar el área techada y mejorar la utilización del área.
5. La presente tesis no llega abarcar el análisis cuando se supera el límite de capacidad de carga planteado, es importante mencionar que pasado el valor de 1 200 000 ton y con las condiciones actuales del terminal portuario, es posible seguir usando el terminal portuario, sin embargo con las condiciones planteadas en la presente tesis no sería suficiente, por lo que se deberá

optimizar todos los recursos como la vía de acceso, el área de almacenamiento, el tiempo de permanencia de las naves así como aumentar el número de balanzas, el número de equipos y si es posible aumentar el área almacenamiento y muelle, hasta el punto en que la ciudad pueda soportar el flujo de vehículos de carga manteniendo un nivel de servicio adecuado, así como la suficiente carga que puedan justificar tales inversiones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chang, V., & Carbajal, M. (2012). Medición de Productividad y Eficiencia de los Puertos Regionales del Perú: Un Enfoque no Paramétrico. *Informe Final del Proyecto Breve Cerrado de Investigación*, 12-14.
2. Chung, A. (28 de Febrero de 2013). *Hay una luz que nunca se apaga. Un lugar para escribir*. Obtenido de Matriz IGO: <https://ramonchung.wordpress.com/2013/02/28/matriz-igo/>
3. De Monie, G. (1988). *Monografías de la UNCTAD sobre Gestión de Puertos - Medición*. New York: UNCTAD, Naciones Unidas.
4. Dirección General de Promoción y Sostenibilidad Minera. (2019). *Cartera de proyectos de construcción de mina*. Lima: MINEN. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/INVERSION/2019/CP2019-SET2019%20ESP.pdf>
5. Doerr, O., & Sánchez, R. (2006). *Indicadores de productividad para la industria portuaria: aplicación en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL.
6. Dragović, B., Park, N., Radmilović, Z., & Maraš, V. (2005). Simulation Modelling of Ship-Berth Link With Priority Service. *Marit Econ Logist*, 316–335. Obtenido de <https://doi.org/10.1057/palgrave.mel.9100141>
7. Drewry Shipping Consultants. (2002). *Global Container Terminals: Profit, Performance and Prospects*. Reino Unido: Drewry Shipping Consultants Ltd.
8. Duperrin, J.-C., & Godet, M. (1973). *Méthode de hiérarchisation des éléments d'un système : essai de prospective du système de l'énergie nucléaire dans son contexte sociétal*. Francia: Centre national de l'entrepreneuriat.
9. Estache, A., & de Rus, G. (2003). *Privatización y Regularización de infraestructuras de transporte. Una guía para reguladores*. Washington D.C: Banco Mundial.
10. Gándara, G., & Francisco, O. (2014). Métodos prospectivos: Manual para el estudio y la construcción del futuro. En G. Gándara, & O. Francisco, *Métodos prospectivos: Manual para el estudio y la construcción del futuro* (Vol. 3, págs. 53-81). México D.F.: Ediciones Culturales Paidós.

11. Gestión. (13 de Abril de 2016). *Industria molinera peruana demanda anualmente dos millones de TM de trigo*, pág. 1. Obtenido de <https://gestion.pe/economia/industria-molinera-peruana-demanda-anualmente-dos-millones-tm-trigo-116920-noticia/>
12. Gianella, J. (2009). *Municipalidad Provincial de Ilo. Plan de desarrollo concentrado 2009-2021*. Consultoría, Ilo. Obtenido de http://www.mpi.gob.pe/images/pdfs/doc_gestion/pdc/pdc_2010.pdf
13. Godet, M. (1993). *De la anticipación a la acción. Manual de prospectiva y estrategia*. Paris: Marcombo.
14. Godet, M., & Durance, P. (2011). *Prospectiva Estratégica: Para las empresas y los territorios*. Paris: UNESCO.
15. González, M., & Trujillo, L. (2006). *La Medición de la Eficiencia en el Sector Portuario: Revisión de la Evidencia Empírica*. Las Palmas: Departamento de Análisis Económico Aplicado, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
16. González, N. (2007). Metodología para la determinación de parámetros de diseño de terminales portuarias de contenedores a partir de datos de tráfico marítimo. (*Tesis doctoral*). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
17. Holguín, J., & Jara, S. (1999). Optimal pricing for priority service and space allocation in container ports. *C.R. Bhat, PhD*, 33, 81-106. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0191261598000290>
18. Maldonado, J. (1999). *Análisis de la Capacidad Portuaria Ligada a Infraestructuras y Equipamientos*. Madrid: Tema Grupo Consultor SA. Obtenido de <https://www.temagc.com>
19. Monfort, A., Aguilar, J., Vieira, P., Monterde, N., Obrer, R., David, C., . . . Sapiña, R. (2011). *Manual de capacidad portuaria: aplicación a terminales de contenedores*. España: Fundación Valenciaport.
20. Monfort, A., Gómez-Ferrer, R., & Aguilar, J. (2000). La Medición del Rendimiento Portuario como Elemento de Competitividad: el Caso de las Terminales de Contenedores. *IV Congreso de Ingeniería del Transporte - CIT2000*. 3, págs. 1759-1766. Valencia: IV Congreso de Ingeniería del Transporte - CIT2000.
21. OSITRAN. (2016). *INFORME DE DESEMPEÑO - ENAPU S.A*. Lima: Gerencia de Regulación y Estudios Económicos. Obtenido de https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2017/12/ID2016_ENAPU1.pdf

22. Pérez, Y. (2015). Recomendaciones para mejorar la operatividad de la carga de comercio exterior en la Sociedad Portuaria Regional de Buenaventura. (*Tesis de maestría*). Escuela Colombia de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá.
23. Puerto Arica. (2020). *Memoria Integrada 2019*. Arica, Chile: Empresa Portuaria Arica. Obtenido de <http://puertoarica.cl/Web/uploads/memorias/2019.pdf>
24. Queya, J. C. (01 de Octubre de 2019). *Administración de Servicios Portuarios de Bolivia (ASP-B)*. Obtenido de <https://www.aspb.gob.bo/index.php/2019/10/01/sanchez-califica-de-productiva-cita-por-tarifas-en-arica-y-preve-para-este-martes-resultados/>
25. Siegel, J. (1998). Análisis y Desarrollo de un Modelo de Simulación de la Operación. *Tesis de titulación*. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.
26. Strategic Partner. (2018). *Actualización del Plan Maestro Portuario de Ilo*. Ilo: APN.
27. Taleb-Ibrahimi, M. (1989). Modeling and analysis of container storage in ports. (*Tesis de doctorado*). University of California, Berkeley.
28. UNCTAD. (1980). *Desarrollo portuario: Manual de planificación para los países en desarrollo*. EE.UU: UNCTAD Secretariat.
29. UNCTAD. (1992). *Development and improvement of ports. The principles of modern port management and organization*. Ginebra: UNCTAD Secretariat.
30. Universidad Politécnica de Madrid ;Universidad Politécnica de Valencia; CENIT – Universidad Politécnica de Cataluña; Fundación Valenciaport. (2008). *Optimización y estudio de la capacidad de terminales portuarias mediante modelos de simulación de la explotación. Determinación de los niveles de servicio*. España: Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT).

ANEXOS

Anexo 1. Planos

Nombre del Plano	Tamaño	Escala	Código
Plano de Área de influencia	A3	1/ 150 000	AIF – 01
Plano de Infraestructura vial terrestre	A3	1/ 100 000	IVT – 01
Plano de Ubicación	A3	1/ 2 500	PUB – 01
Plano Etapa N°1	A3	1/ 2 500	PET – 01
Plano Zona de Silos – Etapa N°1	A3	1/ 2 500	PZS – 01
Plano Zona de Contenedores – Etapa N°1	A3	1/ 2 500	PZC – 01
Plano Etapa N°2	A3	1/ 2 500	PET – 02
Plano Enrocado – Fase N°2	A3	INDICADA	PEN – 01

Anexo 2. Ficha técnica de los silos de almacenamiento para grano de trigo

Se proponen 5 silos de 6000 Ton de almacenamiento de grano de trigo, que tendrán un diámetro de 18.3 m y una altura de 30.3 m, considerando la densidad del trigo es de 800 kg/m³.

Diámetro m	Diámetro pies	Modelo	Número de anillo	Altura total	Capacidad (m ³)	Capacidad 800 kg/m ³
18,33	60	2008	8	11,71	2,207	1,872
18,33	60	2009	9	12,56	2,430	2,061
18,33	60	2010	10	13,40	2,653	2,250
18,33	60	2011	11	14,25	2,876	2,439
18,33	60	2012	12	15,09	3,100	2,628
18,33	60	2013	13	15,94	3,323	2,818
18,33	60	2014	14	16,78	3,546	3,007
18,33	60	2015	15	17,63	3,769	3,196
18,33	60	2016	16	18,47	3,992	3,385
18,33	60	2017	17	19,32	4,215	3,574
18,33	60	2018	18	20,16	4,438	3,764
18,33	60	2019	19	21,01	4,661	3,953
18,33	60	2020	20	21,85	4,884	4,142
18,33	60	2021	21	22,70	5,107	4,331
18,33	60	2022	22	23,54	5,330	4,520
18,33	60	2023	23	24,39	5,554	4,709
18,33	60	2024	24	25,23	5,777	4,899
18,33	60	2025	25	26,08	6,000	5,088
18,33	60	2026	26	26,92	6,223	5,277
18,33	60	2027	27	27,77	6,446	5,466
18,33	60	2028	28	28,61	6,669	5,655
18,33	60	2029	29	29,46	6,892	5,845
18,33	60	2030	30	30,30	7,115	6,034
18,33	60	2031	31	31,15	7,338	6,223
18,33	60	2032	32	31,99	7,561	6,412
18,33	60	2033	33	32,84	7,785	6,601
18,33	60	2034	34	33,68	8,008	6,790
18,33	60	2035	35	34,53	8,231	6,980
18,33	60	2036	36	35,37	8,454	7,169
18,33	60	2037	37	36,22	8,677	7,358
18,33	60	2038	38	37,06	8,900	7,547
18,33	60	2039	39	37,91	9,123	7,736
18,33	60	2040	40	38,75	9,346	7,926

Fuente: MY SILO
<https://www.mysilo.com/es/category/17/silos-de-fondo-plano>

MYSILO[®]																							
Flat Bottom Silo Capacities Table Volume [m³]																							
Feet	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	60	66	72	75	78	84	90	105	Eave Height
Diameter	4,58	5,5	6,41	7,33	8,25	9,16	10,08	11,00	11,91	12,83	13,74	14,66	15,58	16,49	18,33	20,16	21,99	22,91	23,84	25,66	27,49	32	
Model	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20	22	24	25	26	28	30	35	
35															6.631	8.226	10.003	11.963	13.018	14.134			29,58
34						1.945	2.362	2.821	3.316	3.858	4.437	5.065	5.736	6.451	8.003	9.733	11.642	12.670	13.756	16.020	18.497		28,73
33						1.889	2.295	2.740	3.221	3.749	4.311	4.922	5.575	6.270	7.780	9.463	11.321	12.322	13.379	15.583	17.995	24.687	27,89
32						1.834	2.227	2.660	3.127	3.640	4.186	4.779	5.413	6.089	7.557	9.194	11.000	11.973	13.002	15.146	17.493	24.007	27,04
31						1.778	2.160	2.580	3.033	3.530	4.061	4.637	5.252	5.908	7.335	8.924	10.679	11.625	12.625	14.709	16.991	23.328	26,20
30			836	1.096	1.393	1.772	2.092	2.499	2.939	3.421	3.935	4.494	5.091	5.728	7.112	8.654	10.358	11.277	12.248	14.272	16.489	22.648	25,35
29			808	1.060	1.348	1.667	2.025	2.419	2.845	3.312	3.810	4.351	4.930	5.547	6.889	8.384	10.037	10.928	11.870	13.835	15.988	21.969	24,51
28			781	1.025	1.303	1.661	1.957	2.339	2.751	3.203	3.685	4.209	4.769	5.366	6.666	8.115	9.716	10.580	11.493	13.398	15.486	21.289	23,66
27			754	989	1.257	1.555	1.890	2.258	2.657	3.093	3.560	4.066	4.608	5.186	6.443	7.845	9.395	10.232	11.116	12.961	14.984	20.609	22,82
26		533	727	953	1.212	1.500	1.823	2.178	2.562	2.984	3.434	3.923	4.447	5.005	6.220	7.575	9.075	9.883	10.739	12.524	14.482	19.930	21,97
25		513	699	918	1.167	1.444	1.755	2.098	2.468	2.875	3.309	3.781	4.286	4.824	5.997	7.306	8.754	9.535	10.362	12.087	13.980	19.250	21,13
24		493	672	882	1.122	1.388	1.688	2.018	2.374	2.766	3.184	3.638	4.125	4.644	5.774	7.036	8.433	9.187	9.984	11.651	13.478	18.571	20,28
23		473	645	846	1.077	1.333	1.620	1.937	2.280	2.656	3.058	3.496	3.964	4.463	5.551	6.766	8.112	8.838	9.607	11.214	12.976	17.891	19,44
22		453	617	811	1.031	1.277	1.553	1.857	2.186	2.547	2.933	3.353	3.803	4.282	5.328	6.496	7.791	8.490	9.230	10.777	12.474	17.211	18,59
21		433	590	775	986	1.221	1.485	1.777	2.092	2.438	2.808	3.210	3.641	4.102	5.105	6.227	7.470	8.142	8.853	10.340	11.972	16.532	17,75
20	285	413	563	740	941	1.166	1.418	1.696	1.998	2.329	2.683	3.068	3.480	3.921	4.882	5.957	7.149	7.793	8.476	9.903	11.471	15.852	16,90
19	271	393	536	704	896	1.110	1.351	1.616	1.903	2.219	2.557	2.925	3.319	3.740	4.659	5.687	6.828	7.445	8.098	9.466	10.969	15.173	16,06
18	257	373	508	668	851	1.054	1.283	1.536	1.809	2.110	2.432	2.782	3.158	3.560	4.436	5.417	6.507	7.097	7.721	9.029	10.467	14.493	15,21
17	243	352	481	633	806	998	1.216	1.455	1.715	2.001	2.307	2.640	2.997	3.379	4.213	5.148	6.186	6.748	7.344	8.592	9.965	13.813	14,37
16	229	332	454	597	760	943	1.148	1.375	1.621	1.892	2.181	2.497	2.836	3.198	3.990	4.878	5.865	6.400	6.967	8.155	9.463	13.134	13,52
15	215	312	427	561	715	887	1.081	1.295	1.527	1.782	2.056	2.355	2.675	3.018	3.767	4.608	5.544	6.052	6.590	7.718	8.961	12.454	12,68
14	201	292	399	526	670	831	1.013	1.214	1.433	1.673	1.931	2.212	2.514	2.837	3.544	4.339	5.223	5.703	6.213	7.281	8.459	11.775	11,83
13	187	272	372	490	625	776	946	1.134	1.339	1.564	1.805	2.069	2.353	2.656	3.321	4.069	4.903	5.355	5.835	6.844	7.957	11.095	10,99
12	173	252	345	454	580	720	878	1.054	1.244	1.455	1.680	1.927	2.192	2.476	3.098	3.799	4.582	5.007	5.458	6.407	7.455	10.416	10,14
11	172	232	317	419	535	664	811	974	1.150	1.345	1.555	1.784	2.030	2.295	2.875	3.529	4.261	4.658	5.081	5.970	6.953	9.736	9,30
10	145	212	290	383	489	609	744	893	1.056	1.236	1.430	1.641	1.869	2.114	2.652	3.260	3.940	4.310	4.704	5.533	6.452	9.056	8,45
9	132	192	263	347	444	553	676	813	962	1.127	1.304	1.499	1.708	1.933	2.429	2.990	3.619	3.962	4.327	5.096	5.950	8.377	7,61
8	118	172	236	312	399	497	609	733	868	1.018	1.179	1.356	1.547	1.753	2.206	2.720	3.298	3.613	3.949	4.659	5.448	7.697	6,76
7	104	152	208	276	354																		5,92
6	90	132	181	240	309																		5,07
5	76																						4,23
4	62																						3,38
Model	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20	22	24	25	26	28	30	35	
Diameter	4,58	5,5	6,41	7,33	8,25	9,16	10,08	11,00	11,91	12,83	13,74	14,66	15,58	16,49	18,33	20,16	21,99	22,91	23,84	25,66	27,49	32	
Feet	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	60	66	72	75	78	84	90	105	
Roof Height	1,34	1,60	1,82	2,08	2,27	2,53	2,81	3,07	3,34	3,62	3,80	4,14	4,12	4,43	4,98	5,58	6,11	6,37	6,65	7,18	7,41	9,13	

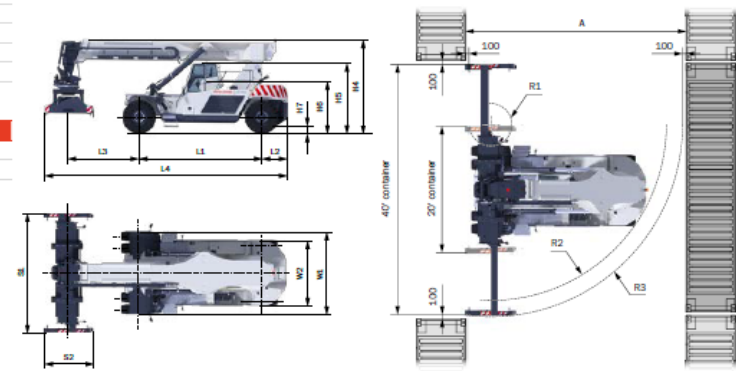
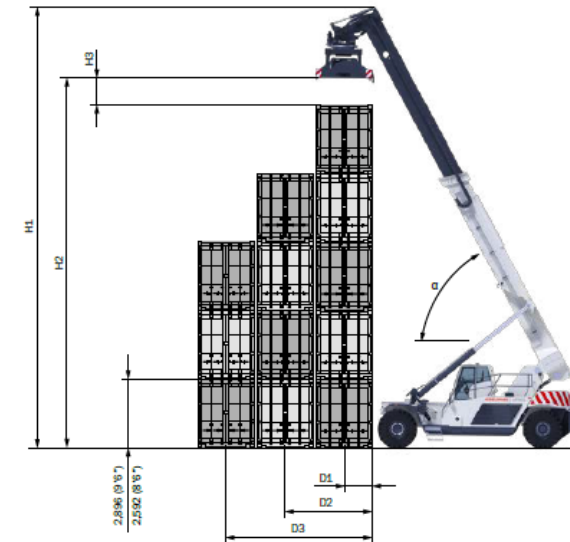
Fuehte: <https://www.mysilo.com/newUrun/public/images/tr3.jpg>

Anexo 3. Ficha técnica del Reach Stacker

DIMENSIONS

Model	TFC 45 h/hc*	TFC 45 R h/hc*	R 5-31	R 5-33	R 5-36	R 6-36 M	R 6-41 MS	R 6-45 LS
Heights [mm]								
H1	Maximum boom height, 1st row	18,530	18,530	18,900	18,900	18,970	20,780	20,850
H2	Maximum lifting height under twist-lock, 1st row	15,230	15,230	15,710	15,710	15,780	17,375	17,070
H3	Lifting height clearance ¹⁾							
	- 8'6" containers	2,270	2,270	2,755	2,755	2,825	2,090	1,500
	- 9'6" containers	750	750	1,240	1,240	1,310	280	2,570
H4	Minimum boom height	4,530	4,530	4,640	4,640	4,710	4,710	4,710
H5	Cab height	3,600	3,600	3,550	3,550	3,620	3,620	3,620
H6	Seat height	2,600	2,600	2,530	2,530	2,600	2,600	2,600
H7	Ground clearance (unladen)	320	320	270	270	340	270	340
Widths [mm]								
W1	Front	4,190	4,190	4,190	4,190	4,190	4,190	4,190
W2	Rear	3,345	3,345	3,345	3,345	3,345	3,345	3,345
Lengths [mm]								
L1	Wheelbase	6,000	6,000	6,200	6,200	6,200	6,600	7,000
L2	Rear overhang	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300
L3	Minimum distance driving axle center to load center	3,450	3,450	3,580	3,580	3,580	3,920	3,515
L4	Overall length	11,950	11,950	12,290	12,290	12,290	13,020	13,020
Distances [mm]								
D1	From tires to load center (1st row)	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,000
D2	From tires to load center (2nd row)	3,860	3,860	3,815	3,815	3,815	3,815	3,815
D3	From tires to load center (3rd row)	6,400	6,400	6,315	6,315	6,315	6,315	6,315
Other dimensions								
α	Maximum boom angle [°]	62.0	62.0	65.0	65.0	65.0	65.0	60.0
A	90° stacking aisle [mm]							
	- 20' container	10,210	10,210	9,900	9,900	9,900	10,620	10,820
	- 40' container	12,830	12,830	12,390	12,390	12,390	12,390	12,390
R1	Internal turning radius [mm]	1,840	1,840	1,200	1,200	2,000	1,300	2,100
R2	Rear turning radius [mm]	8,700	8,700	8,500	8,500	8,900	8,950	9,350
R3	External turning radius, 40' container [mm]	10,420	10,420	9,500	9,500	10,250	10,420	10,620
Spreader [mm]								
S1	Length	6,072	6,072	6,072	6,072	6,072	6,072	6,072
S2	Width	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400

1) Referred to maximum stacking height.



All dimensions in mm. All capacities in t.

Anexo 4. Ficha técnica terminal truck – Kalmar

Standard specifications.

Kalmar Ottawa T2E 4x2 DOT Certified Standard Specification.

Wheelbase: 126"

Frame / Chassis:

- 14"x4.25"x3.5" Steel 50,000 PSI 3/8" Formed C-Channel
- Modular Frame Design with "L"-reinforcements
- Reinforced Removable Bumper with 55° Taper Curbside
- Integral Front and Rear Tow Points
- Mud flaps behind front axle
- Mud flaps in front and behind rear axle

Drive Motor:

- 160 kW Electric Drive Motor
- 215HP - 500 lb./ft. Torque

Transmission:

- 6-Speed Automated
- Push-Button Shifter

Front Axle:

- Meritor FF-961 12,000 lb. Rated
- "S" Cam Type 16.5"x 5" Brakes

Rear Axle:

- Meritor RS-24-160, 30,000 lb. Rated, 7.17:1 Ratio
- "S" Cam Type 16.5"x 7" Brakes

Suspension:

- Front—Parabolic 3-Leaf Spring, Lube Free, Shackles Free
- Rear—None, Solid Mount

Slack Adjusters:

- Automatic Front and Rear

Tires:

- 11R22.5 Radial Highway Tread Tires

Steel Disc Wheels:

- 8.25"x22.5" 10 Bolt 285mm (11.25") BC Hub Piloted

Cab:

- Steel and Composite Cab with Aluminum Sliding Rear Door
- Certified Roll-Over Protection Structure (ROPS)
- High Roof Cab
- 3-Point Cab Mounting with Air Suspension
- Integral Heating/Ventilation System with (3) Vents for Driver; (4) Front and (2) Side Defrost Vents
- High Air Flow Heater/Defroster with Molded Air Ducts
- Tinted Glass All Windows
- Laminated Solar Grey Window in Rear Door
- Air Ride Seat with Isolator and 2-Point Retractable Seat Belt
- Digitally Driven Instrument Cluster: Air Pressure, Battery Level, Hour Meter, Odometer, Speedometer and Critical Situation Indicators
- Mounting Plate and Power Connection Points for Yard Management System
- Electric Windshield Washer with Pantograph Wipers
- Suspended Brake and Throttle Pedals
- Coat Hook Behind Driver Seat
- Cup Holder
- Cab Insulation for Thermal Protection and Noise Abatement
- Cab Tilt: 40° with 90° Tilt Capability
- West Coast 16"x7" Mirrors
- See Thru Sun Visor
- LED Cab Dome Lights
- LED Cab Clearance Lights
- LED Headlights
- LED Rear Lights (Turn/Park/Brake)

Batteries:

- (1) 12 Volt Maintenance Free "System Start" Group 31
- 132 kWh (3 box) Lithium Ion Batteries

Power Control and Accessory System:

- 400 DC-14VDC, 278A Converter
- High Voltage Distribution and Safety System
- Integrated 170 kW / 70 kW on-board Motor Inverter / Battery Charger Unit

Trailer Equipment:

- (2) Color-Coded, Coiled Air Lines with Glad Hand Receivers.

Fifth Wheel:

- Holland FW-35 Fifth Wheel with 70,000 lb. Plate Rating

Hydraulic System:

- Ottawa "Quick Lift" Hydraulic Cylinders
- Upper and Lower Spherical Bearings
- 17" Lift
- 14 Gallon Tank with Sight Glass
- 14 GPM System

Pneumatic:

- 12 CFM (constant) Air Compressor
- 6400 cu. In. Total Reservoir Capacity
- Color-Coded Air Lines, Complies to TMC Recommended Practices
- FMVSS 121 Air Brake System with ABS

Power Steering:

- Electrically Driven Integrated Gear Type with Mechanical Back-Up

Electrical:

- 12 Volt Electrical System—Negative Ground
- Electric Cab Tilt System
- Electric Back-Up Alarm
- All Wires Color and Number Coded
- All Connectors External to Cab are Sealed

Paint:

- Cab
 - Metal Structure/Components — Full Immersion, Multi-Stage, "E" Coat with White Powder Top Coat
 - Composite Components — Color Impregnated
- Chassis—Black Powder Coat
- Wheels—White Powder Coat
- Grab Handles, Steps and Platforms — Yellow Powder Coat
- Rubberized Undercoating Under Cab

Options.

Kalmar Ottawa T2E 4x2 DOT Certified Standard Specification.

Factory Options

Front Axle

- Meritor MFS-20 20,000 lb. rated steer axle.

Rear Axle

- Mentor MOR32, 70,000 lb. rated 12.27:1 ratio

Energy Storage System (ESS) Options

- 176 kWh ESS – 4 battery boxes
- 220 kWh ESS – 5 battery boxes

Paint

- Galvanized Chassis (frame rails, front/rear weldments, lift cylinder mount, boom)

Lifting

- LOLO port operation - 30.8T/17" lift, heavy duty box boom, heavy duty front springs, heavy duty lower cylinder support, 2" spherical bearings, 5" hydraulic lift cylinders

Additional Options

Cab

- Air conditioner
- Moto mirrors, both heated, both sides remote controlled
- Rear window behind driver seat
- 8" convex mirrors
- FOPS (Falling Object Protection Structure)
- Driver side door

Chassis

- Trailer stops for cab protection
- Cab container guard (N/A with trailer stops)
- Flexible rear fenders

Lighting

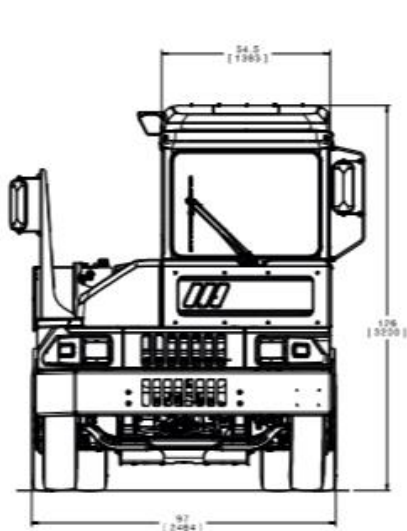
- LED strobe light with driver operated switch
- Two LED floodlights low mounted, facing rearward
- LED floodlight mounted driver side facing rearward with breakaway bracket

Pneumatic

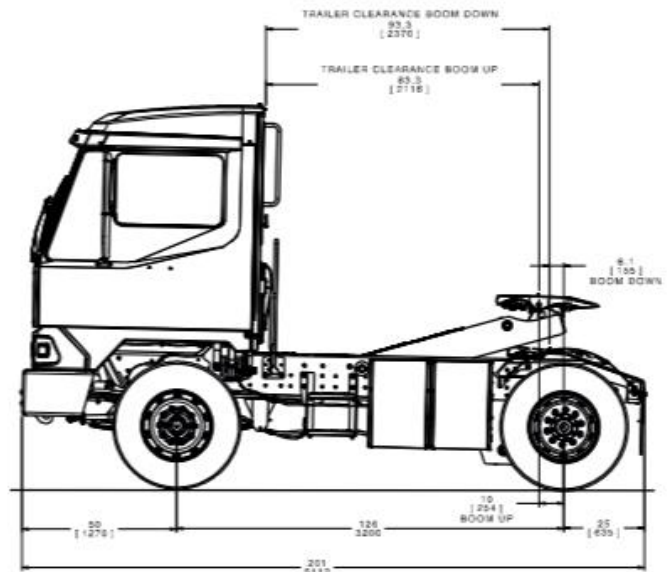
- Glad hands on both ends of trailer air lines
- 15" straight rubber trailer air lines

Seats

- Trainer seat
- 3 point orange seatbelt



Maximum GCWR 81,000 lb. Max Road Speed 45 MPH
 approx. weight: 20,000 lbs.

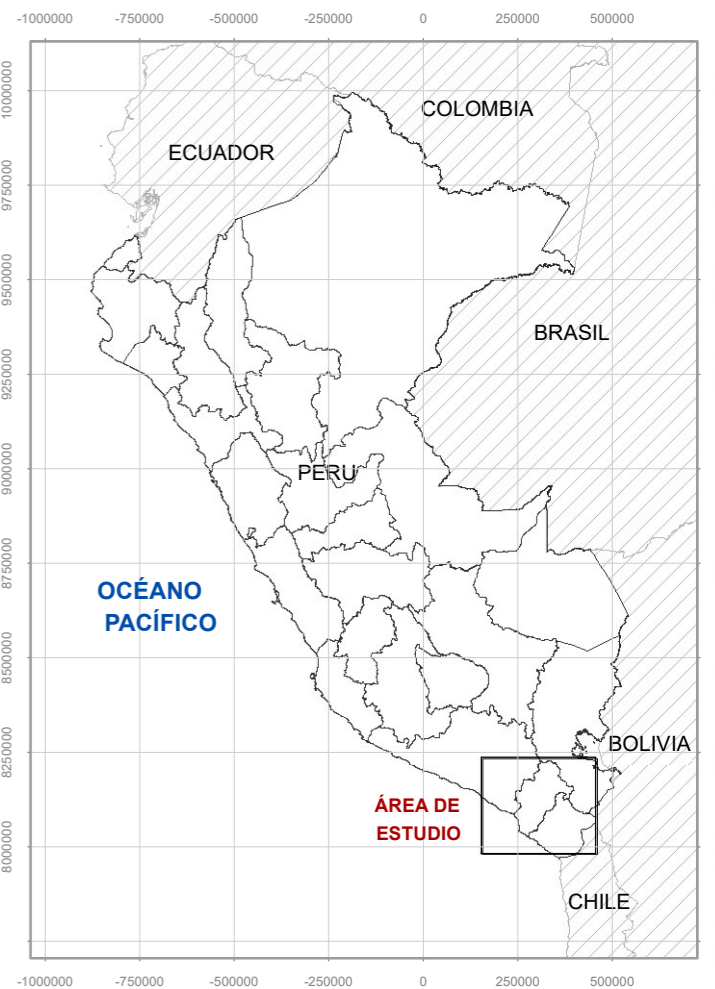
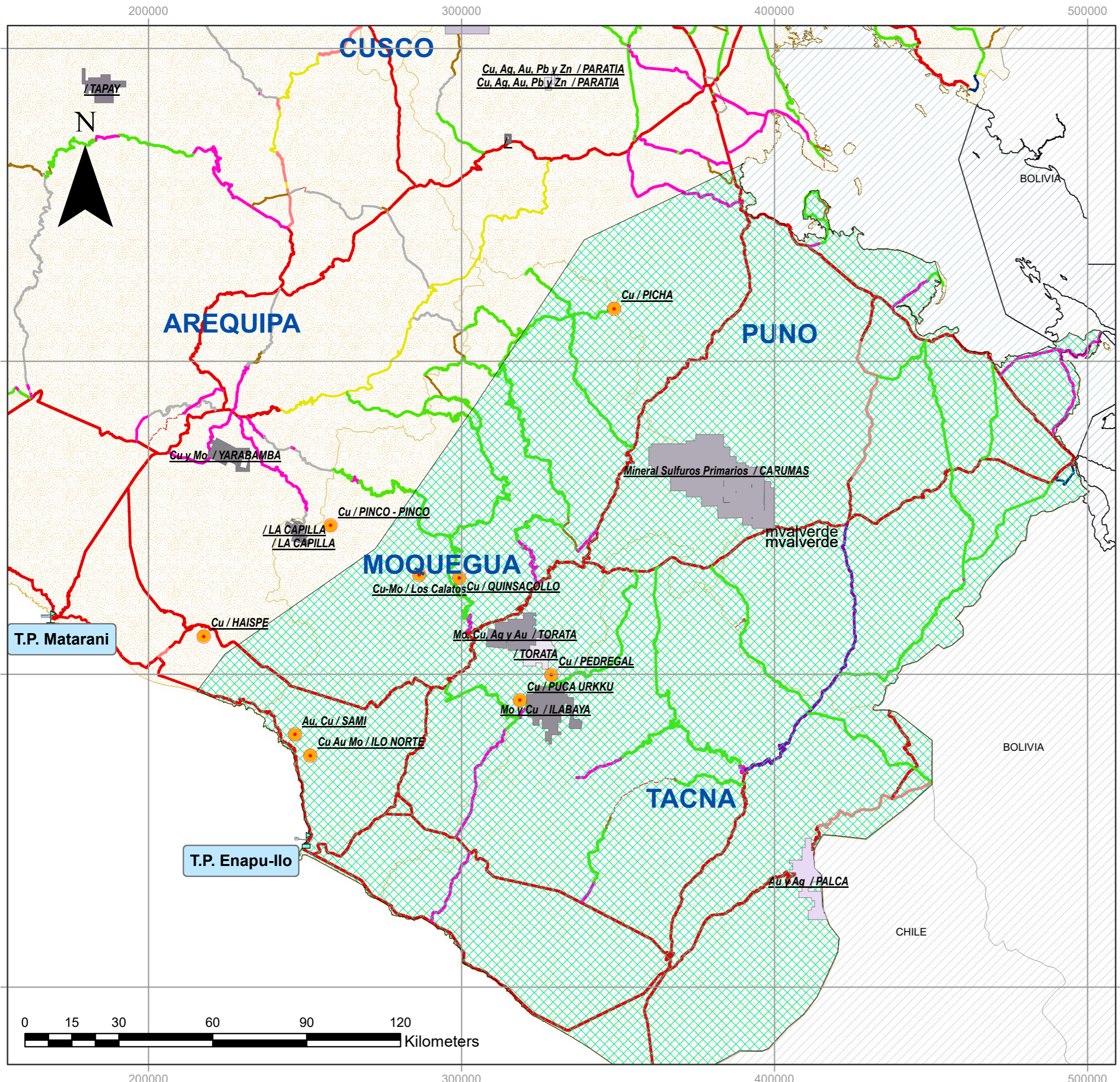


Fuente: <https://www.tracsa.com.mx/fichas-tecnicas/ottawa-t2e.pdf>

Anexo 5. Cálculo de impedancia – Área de influencia


Estado	Tipo de vía	ILABAYA (Toquepala)		LA CAPILLA (minas de cobre CHAPI)		TORATA (Cuajone)		YARAMBAMBA (CERRO VERDE)		ILO NORTE		SAMI		LOS CALATOS		HAISPE		PICHA	
		TP ILO	TP MAT.	TP ILO	TP MAT.	TP ILO	TP MAT.	TP ILO	TP MAT.	TP ILO	TP MAT.	TP ILO	TP MAT.	TP ILO	TP MAT.	TP ILO	TP MAT.	TP ILO	TP MAT.
Sin pavimen	Trocha	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.1
	Sin afirmar	0.0	0.0	40.9	10.6	0.0	0.0	30.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56.2
	Afirmado	5.0	63.5	157.7	0.0	0.0	0.0	157.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	20.0	16.2	16.2	87.8	141.1
Pavimen	Asfaltado (4+)	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Asfaltado (2-4)	0.0	0.0	13.2	5.2	12.0	12.0	14.3	0.0	2.9	0.5	2.9	0.5	12.0	12.0	2.9	0.5	14.0	9.7
	Asfaltado (0-2)	109.4	168.1	201.4	159.9	139.0	208.7	164.8	90.7	11.3	116.3	21.1	106.5	132.2	201.8	91.5	51.8	232.1	124.1



Estado	Tipo de vía	Velocidad media (Km/h)	Factor	ILABAYA (toquepala)		LA CAPILLA (minas de cobre CHAPI)		TORATA (cuajone)		YARAMBAMBA (CERRO VERDE)		ILO NORTE		SAMI		LOS CALATOS		HAISPE		PICHA	
				TP ILO	TP MAT.	TP ILO	TP MAT.	TP ILO	TP MAT.	TP ILO	TP MAT.	TP ILO	TP MAT.	TP ILO	TP MAT.	TP ILO	TP MAT.	TP ILO	TP MAT.	TP ILO	TP MAT.
Sin pavimen	Trocha	30	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	73.8	
	Sin afirmar	30	3.3	0.0	0.0	136.4	35.3	0.0	0.0	101.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	187.4
	Afirmado	40	2.5	12.5	158.7	394.1	0.0	0.0	0.0	394.1	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	50.0	40.4	40.4	219.6	352.8	
Pavimen	Asfaltado (4+)	100	1.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Asfaltado (2-4)	80	1.3	0.0	0.0	16.4	6.5	14.9	14.9	17.9	0.0	3.6	0.6	3.6	0.6	14.9	14.9	3.6	0.6	17.5	12.1
	Asfaltado (0-2)	60	1.7	182.4	280.1	335.7	266.5	231.7	347.8	274.6	151.1	18.9	193.9	35.2	177.5	220.3	336.4	152.5	86.3	386.9	206.8




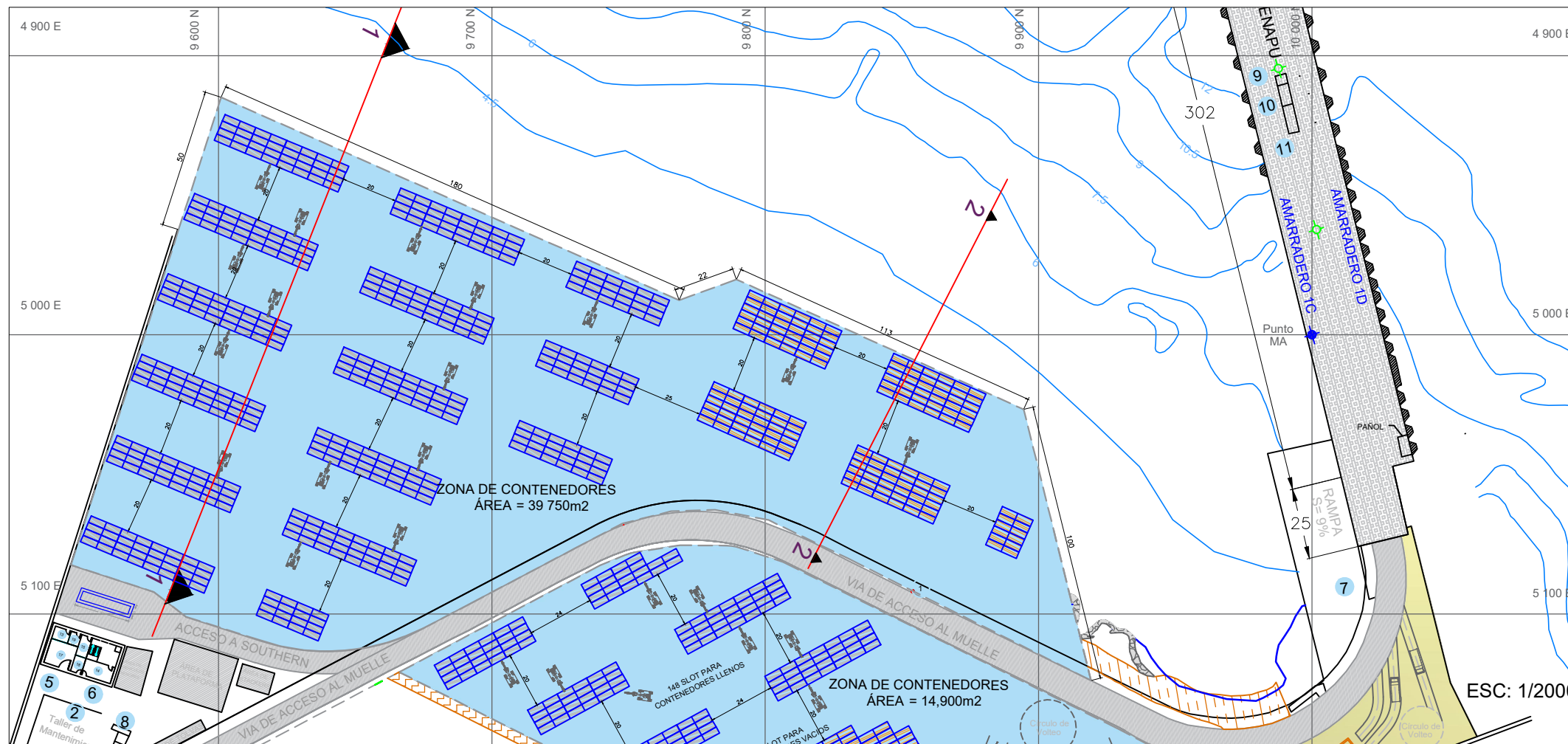
MAPA DEL PERÚ

LEYENDA

Área de Influencia
 Superficie= 45291.7 km²

Terminales Portuarios
 T.P. Enapu-Ilo
 T.P. Matarani

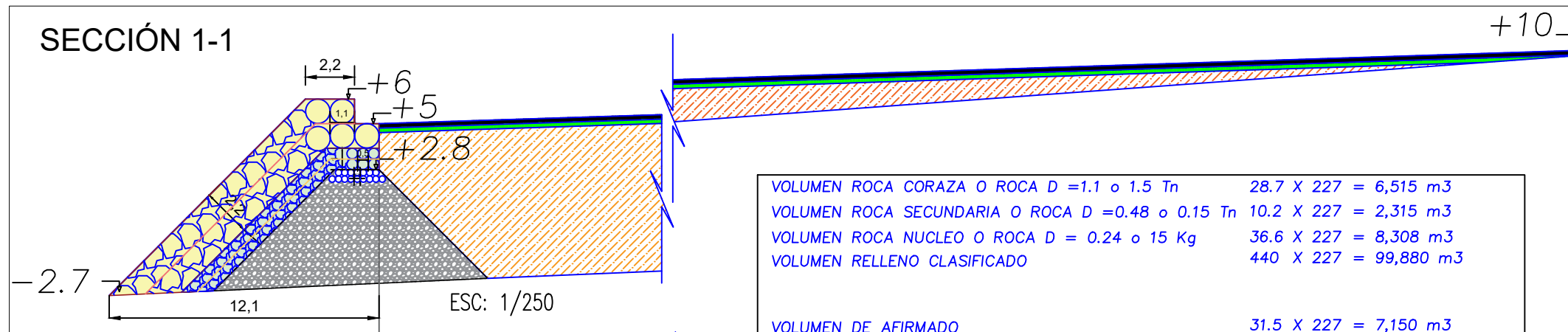
	ÁREA DE INFLUENCIA DEL TERMINAL PORTUARIO ENAPU - ILO		
	RESPONSABLE	Bach. David Jhonatan Ipanaque Diaz	
DATUM	WGS 84	CÓDIGO	AFI-01
UBICACIÓN	Sur del Perú		
ESCALA	1/1 200 000		
FECHA	Febrero 2021		



UBICACIÓN ESC: 1/1500

LEYENDA	
LEYENDA EDIFICACIONES	LEYENDA LAYOUT
02 TALLER DE MANTENIMIENTO	TALUD Y/O CAMBIOS DE NIVEL
05 TANQUE	ENROCADO NATURAL
06 PLATAFORMA DE LAVADO DE VEHICULOS	VÍAS DE ACCESO
07 DESEMBARCO	LÍNEA DE COSTA (NIVEL CERO)
08 GRIFO DE COMBUSTIBLE	COTAS TOPOGRÁFICAS
09 OFICINA DE JEFE DE MUELLE	COTAS BATIMÉTRICAS
10 SERVICIOS HIGIENICOS	PUNTO DE ILUMINACIÓN
11 TORRE DE ILUMINACION	

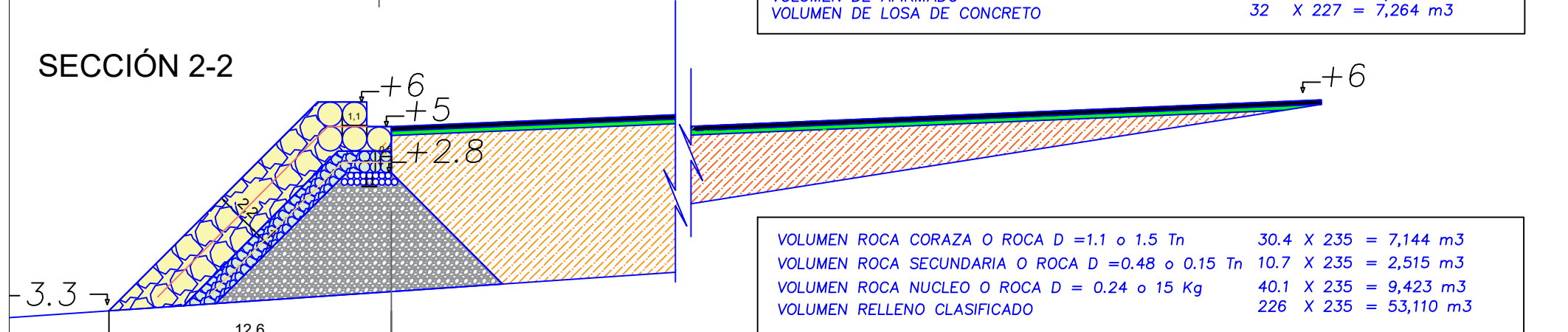
SECCIÓN 1-1



VOLUMEN ROCA CORAZA O ROCA D =1.1 o 1.5 Tn	28.7 X 227 = 6,515 m3
VOLUMEN ROCA SECUNDARIA O ROCA D =0.48 o 0.15 Tn	10.2 X 227 = 2,315 m3
VOLUMEN ROCA NUCLEO O ROCA D = 0.24 o 15 Kg	36.6 X 227 = 8,308 m3
VOLUMEN RELLENO CLASIFICADO	440 X 227 = 99,880 m3

VOLUMEN DE AFIRMADO	31.5 X 227 = 7,150 m3
VOLUMEN DE LOSA DE CONCRETO	32 X 227 = 7,264 m3

SECCIÓN 2-2



VOLUMEN ROCA CORAZA O ROCA D =1.1 o 1.5 Tn	30.4 X 235 = 7,144 m3
VOLUMEN ROCA SECUNDARIA O ROCA D =0.48 o 0.15 Tn	10.7 X 235 = 2,515 m3
VOLUMEN ROCA NUCLEO O ROCA D = 0.24 o 15 Kg	40.1 X 235 = 9,423 m3
VOLUMEN RELLENO CLASIFICADO	226 X 235 = 53,110 m3

VOLUMEN DE AFIRMADO	14.4 X 235 = 3,384 m3
VOLUMEN DE LOSA DE CONCRETO	14.6 X 235 = 3,431 m3

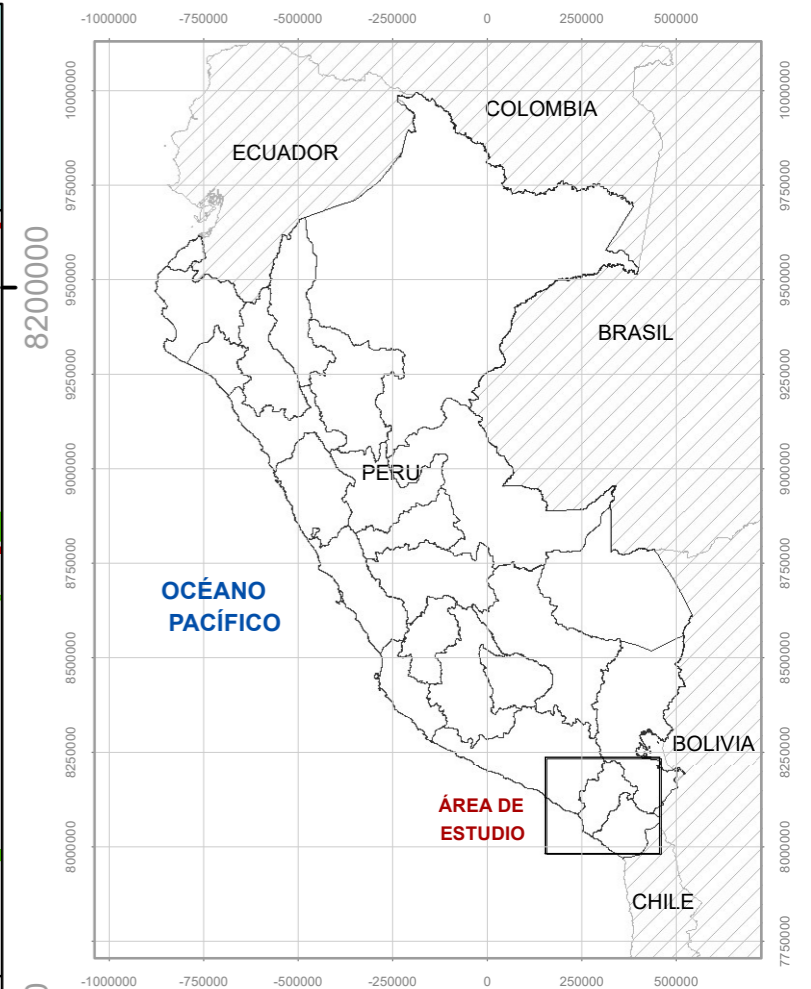
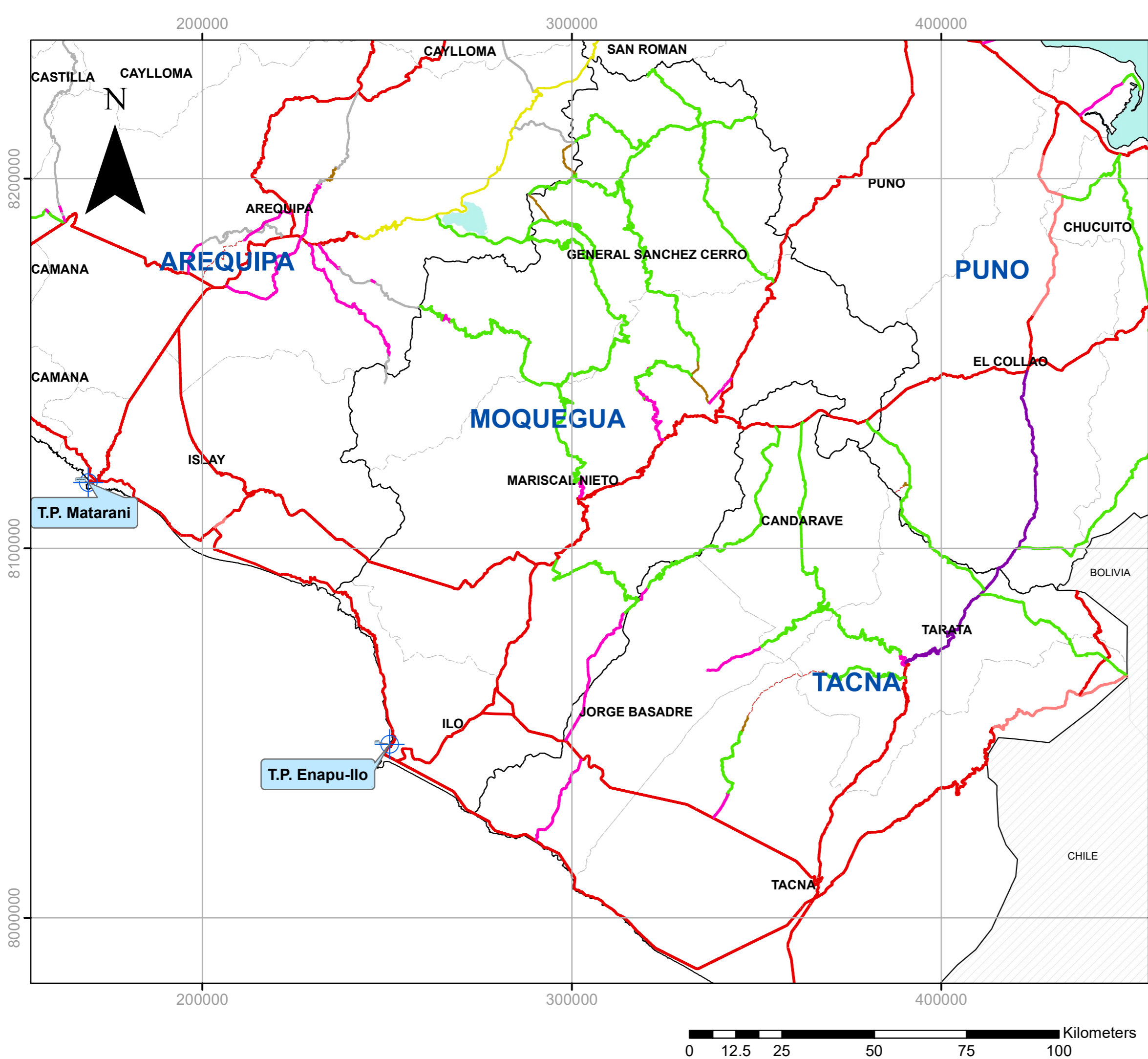
NOTAS GENERALES

1. LAS CURVAS TOPOGRÁFICAS ESTÁN DADAS EN METROS Y REFERIDAS AL N.M.M.
2. LAS CURVAS BATIMÉTRICAS ESTÁN DADAS EN PIES Y REFERIDAS AL N.M.M (SONDAJE HECHO DIVISIÓN DRAGADO - GERENCIA DE INGENIERIA Y MANTENIMIENTO)
3. EL ORIGEN ARBITRARIO DE COORDENADAS CORRESPONDE AL PUNTO "MA" (N=10,000 Y E=5,000)
4. EL NORTE DE REFERENCIA CORRESPONDE AL NORTE MAGNETICO
5. SUPERFICIE TOTAL = 86 473.9 M2



TERMINAL PORTUARIO DE ILO
ENAPU
ENROCADO EN LA ETAPA N°2

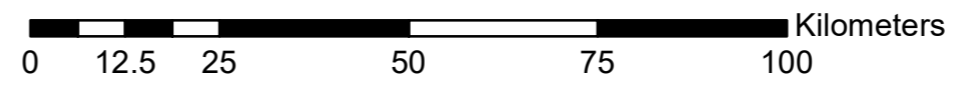
ELABORACIÓN: Bach. David Jhonatan Ipanaque Diaz	DEPARTAMENTO: MOQUEGUA
SISTEMA DE COORDENADAS Coordenada UTM - WGS 84	PROVINCIA: ILO
ESCALA: 1/2500	FECHA: AGOSTO 2020
	PLANO N°: ET-01

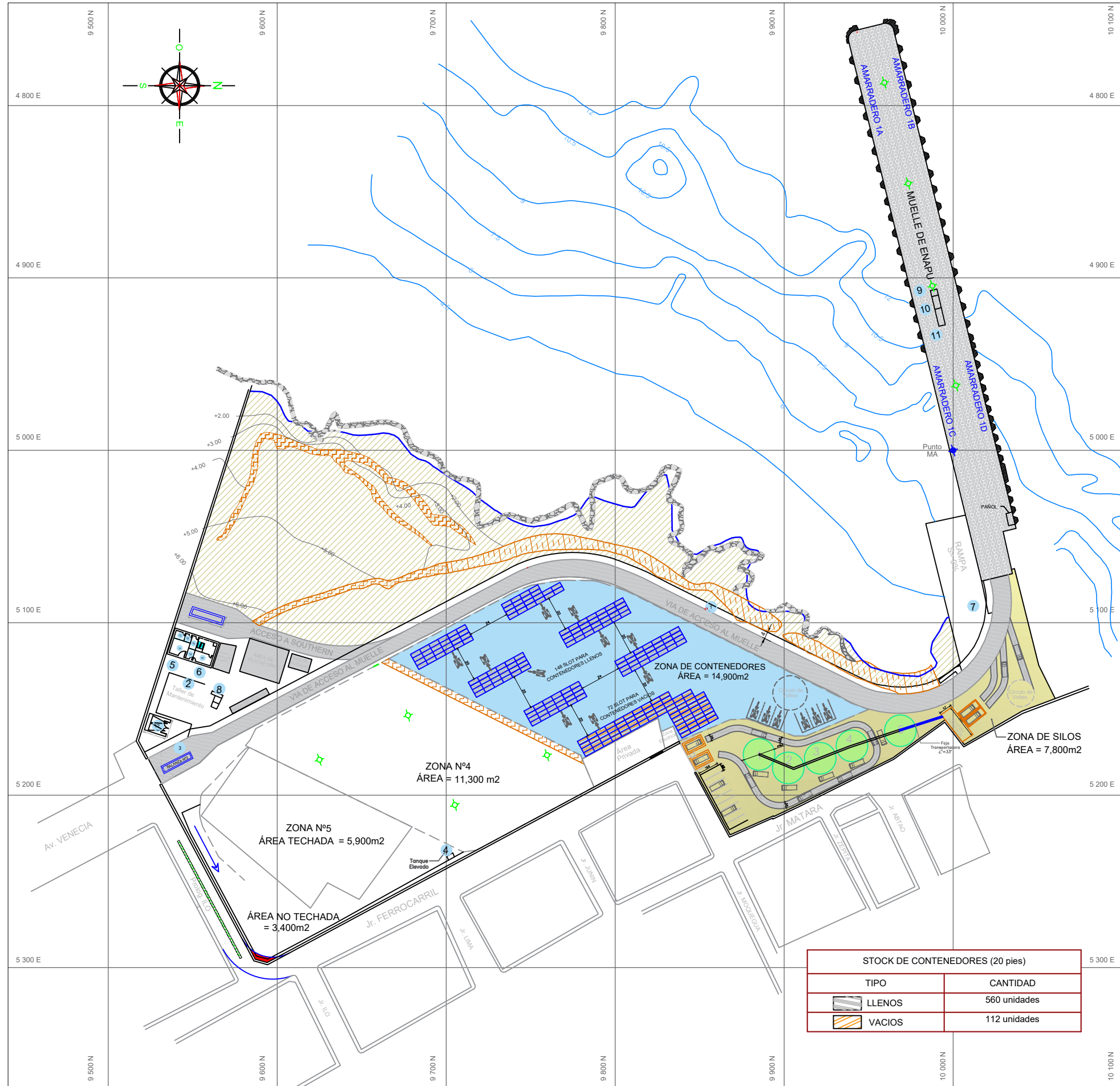


MAPA DEL PERÚ

LEYENDA	
Red Vial Departamental	Red Vial Nacional
— Afirmado	— Afirmado
— Asfaltado	— Asfaltado
— Asfaltado económico	— Asfaltado económico
- - - Proyectado	- - - Proyectado
— Sin afirmar	— Sin afirmar
— Trocha	— Trocha


	INFRAESTRUCTURA TERRESTRE AL SUR DEL PERÚ	
	RESPONSABLE: Bach. David Jhonatan Ipanaque Diaz	
DATUM: CGS - WGS 84	CÓDIGO: IVT-01	
UBICACIÓN: Sur del Perú		
ESCALA: 1/1 000 000		
FECHA: Febrero 2021		















PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE LA ETAPA N°1

ESC: 1/2500

STOCK DE CONTENEDORES (20 pies)	
TIPO	CANTIDAD
 LLENOS	560 unidades
 VACIOS	112 unidades




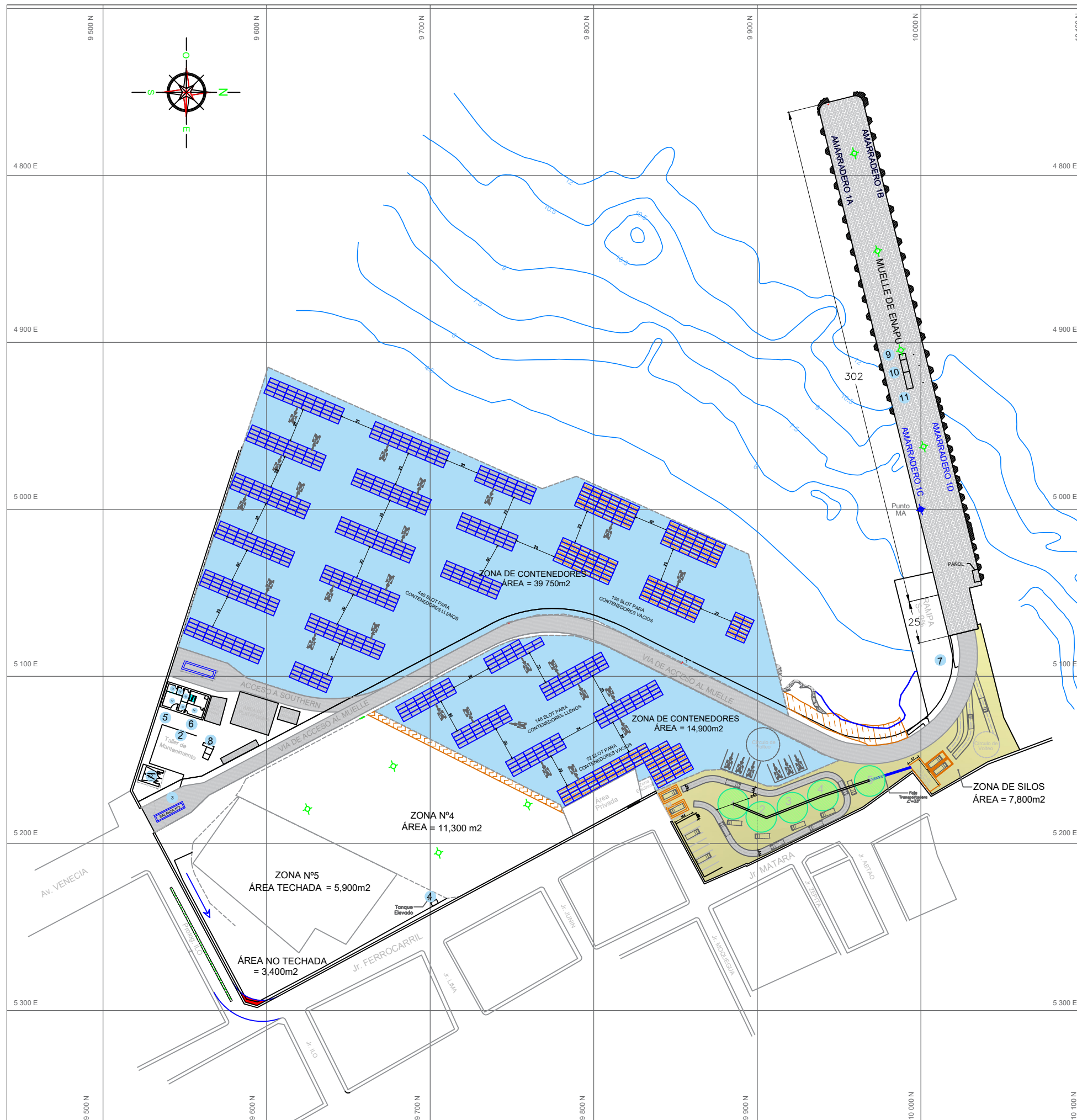
UBICACIÓN ESC: 1/1500

LEYENDA	
LEYENDA EDIFICACIONES	LEYENDA LAYOUT
01 ASTA DE BANDERA	 TALUD Y/O CAMBIOS DE NIVEL
02 TALLER DE MANTENIMIENTO	 ENROCADO NATURAL
03 BALANZA Y CASETA DE CONTROL	 ZONA DE SILO
04 TORRE PARA TANQUE DE AGUA	 VÍAS DE ACCESO
05 TANQUE	 LÍNEA DE COSTA (NIVEL CERO)
06 PLATAFORMA DE LAVADO DE VEHICULOS	 COTAS TOPOGRÁFICAS
07 DESEMBARCO	 COTAS BATIMÉTRICAS
08 GRIFO DE COMBUSTIBLE	 SILOS METÁLICOS $\phi = 16.5\text{ m}$
09 OFICINA DE JEFE DE MUELLE	 FAJA TRANSPORTADORA
10 SERVICIOS HIGIENICOS	 PUNTO DE ILUMINACIÓN
11 TORRE DE ILUMINACION	
12 ESTACIÓN DE BOMBEROS	

NOTAS GENERALES

1. LAS CURVAS TOPOGRÁFICAS ESTÁN DADAS EN METROS Y REFERIDAS AL N.M.M.
2. LAS CURVAS BATIMÉTRICAS ESTÁN DADAS EN PIES Y REFERIDAS AL N.M.M (SONDAJE HECHO DIVISIÓN DRAGADO - GERENCIA DE INGENIERIA Y MANTENIMIENTO)
3. EL ORIGEN ARBITRARIO DE COORDENADAS CORRESPONDE AL PUNTO "MA" (N=10,000 Y E = 5,000)
4. EL NORTE DE REFERENCIA CORRESPONDE AL NORTE MAGNETICO
5. SUPERFICIE TOTAL = 86 473.9 M2

	TERMINAL PORTUARIO DE ILO ENAPU
	DISTRIBUCIÓN DE LA ETAPA N°1
ELABORACIÓN: Bach. David Jhonatan Ipanaque Diaz	DEPARTAMENTO : MOQUEGUA
SISTEMA DE COORDENADAS Coordenada UTM - WGS 84	PROVINCIA : ILO
ESCALA : 1/2500	FECHA : ENERO 2021
	PLANO N°: PET-01



PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE LA ETAPA N°2

ESC: 1/2500



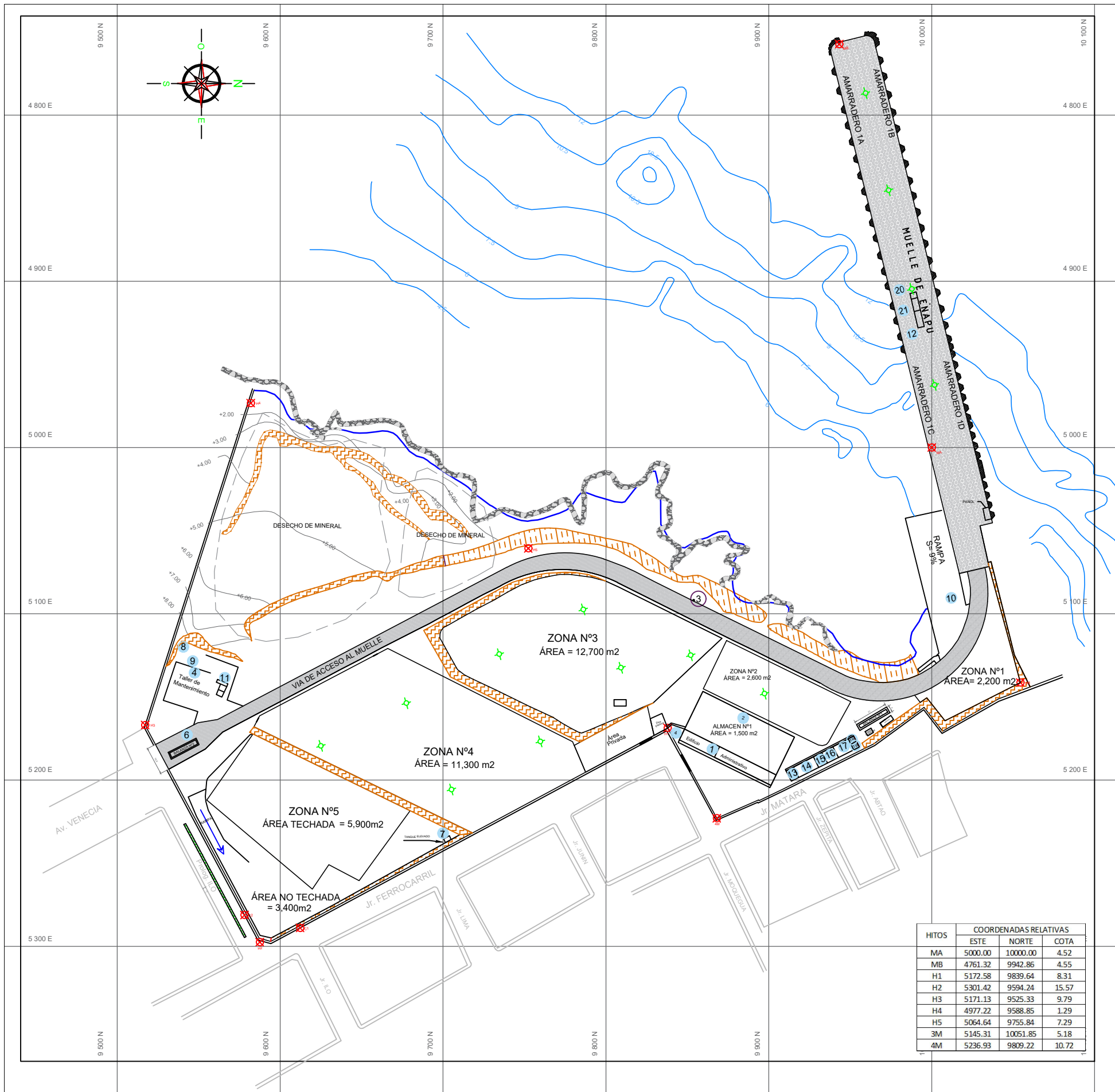
UBICACIÓN ESC: 1/1500

LEYENDA	
LEYENDA EDIFICACIONES	LEYENDA LAYOUT
01 ASTA DE BANDERA	TALUD Y/O CAMBIOS DE NIVEL
02 TALLER DE MANTENIMIENTO	ENROCADO NATURAL
03 BALANZA Y CASETA DE CONTROL	ZONA DE SILO
04 TORRE PARA TANQUE DE AGUA	VÍAS DE ACCESO
05 TANQUE	LÍNEA DE COSTA (NIVEL CERO)
06 PLATAFORMA DE LAVADO DE VEHICULOS	COTAS TOPOGRÁFICAS
07 DESEMBARCO	COTAS BATIMÉTRICAS
08 GRIFO DE COMBUSTIBLE	SILOS METÁLICOS $\phi = 16.5\text{ m}$
09 OFICINA DE JEFE DE MUELLE	FAJA TRANSPORTADORA
10 SERVICIOS HIGIENICOS	PUNTO DE ILUMINACIÓN
11 TORRE DE ILUMINACION	
12 ESTACIÓN DE BOMBEROS	

NOTAS GENERALES

1. LAS CURVAS TOPOGRÁFICAS ESTÁN DADAS EN METROS Y REFERIDAS AL N.M.M.
2. LAS CURVAS BATIMÉTRICAS ESTÁN DADAS EN PIES Y REFERIDAS AL N.M.M (SONDAJE HECHO DIVISION DRAGADO - GERENCIA DE INGENIERIA Y MANTENIMEINTO)
3. EL ORIGEN ARBITRARIO DE COORDENADAS CORRESPONDE AL PUNTO "MA" (N=10,000 Y E = 5,000)
4. EL NORTE DE REFERENCIA CORRESPONDE AL NORTE MAGNETICO
5. SUPERFICIE TOTAL = 86 473.9 M2

	TERMINAL PORTUARIO DE ILO ENAPU	
	DISTRIBUCIÓN DE LA ETAPA N°2	
ELABORACIÓN: Bach. David Jhonatan Ipanaque Díaz	DEPARTAMENTO : MOQUEGUA	
SISTEMA DE COORDENADAS Coordenada UTM - WGS 84	PROVINCIA : ILO	
ESCALA : 1/2500	FECHA : ENERO 2021	PLANO N°: PET-02



UBICACIÓN ESC: 1/1500

LEYENDA

LEYENDA EDIFICACIONES	LEYENDA EDIFICACIONES
01 ASTA DE BANDERA	TALUD Y/O CAMBIOS DE NIVEL
02 TALLER DE MANTENIMIENTO	ENROCADO NATURAL
03 BALANZA Y CASETA DE CONTROL	VÍAS DE ACCESO
04 TORRE PARA TANQUE DE AGUA	LÍNEA DE COSTA (NIVEL CERO)
05 TANQUE	COTAS TOPOGRÁFICAS
06 PLATAFORMA DE LAVADO DE VEHICULOS	COTAS BATIMÉTRICAS
07 DESEMBARCO	PUNTO DE ILUMINACIÓN
08 GRIFO DE COMBUSTIBLE	
09 OFICINA DE JEFE DE MUELLE	
10 SERVICIOS HIGIENICOS	
11 TORRE DE ILUMINACION	
12 ESTACIÓN DE BOMBEROS	

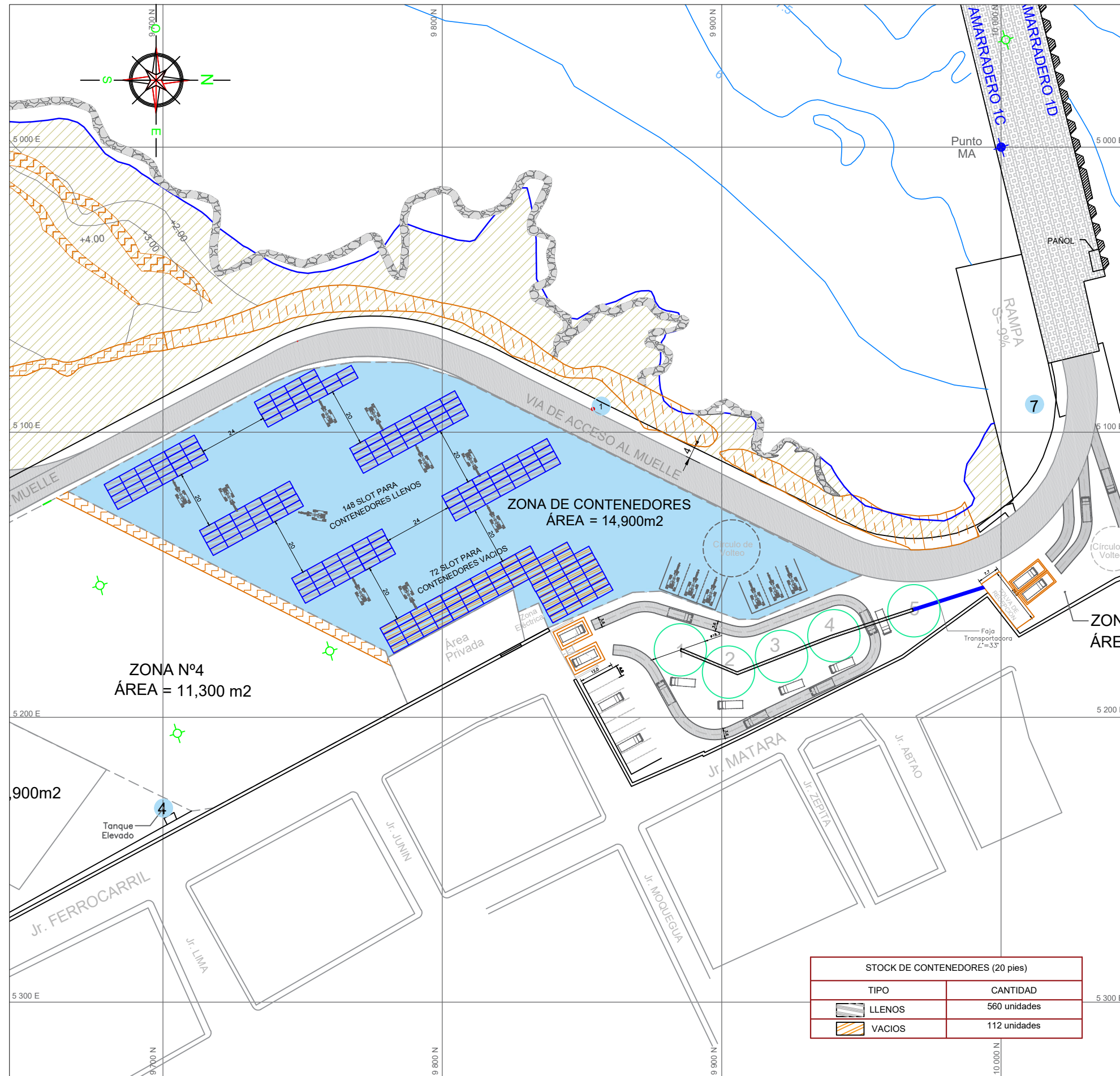
NOTAS GENERALES

1. LAS CURVAS TOPOGRÁFICAS ESTÁN DADAS EN METROS Y REFERIDAS AL N.M.M.
2. LAS CURVAS BATIMÉTRICAS ESTÁN DADAS EN PIES Y REFERIDAS AL N.M.M (SONDAJE HECHO DIVISIÓN DRAGADO - GERENCIA DE INGENIERIA Y MANTENIMIENTO)
3. EL ORIGEN ARBITRARIO DE COORDENADAS CORRESPONDE AL PUNTO "MA" (N=10,000 Y E=5,000)
4. EL NORTE DE REFERENCIA CORRESPONDE AL NORTE MAGNETICO
5. SUPERFICIE TOTAL = 86 473.9 M2

HITOS	COORDENADAS RELATIVAS		
	ESTE	NORTE	COTA
MA	5000.00	10000.00	4.52
MB	4761.32	9942.86	4.55
H1	5172.58	9839.64	8.31
H2	5301.42	9594.24	15.57
H3	5171.13	9525.33	9.79
H4	4977.22	9588.85	1.29
H5	5064.64	9755.84	7.29
3M	5145.31	10051.85	5.18
4M	5236.93	9809.22	10.72

ESC: 1/2500

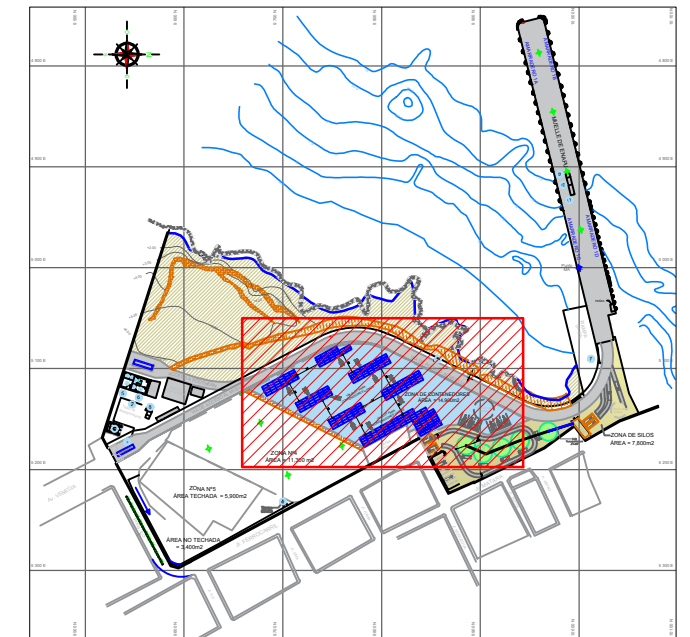
	TERMINAL PORTUARIO DE ILO	
	ENAPU	
SITUACIÓN ACTUAL		
ELABORACIÓN:	Bach. David Jhonatan Ipanaque Diaz	DEPARTAMENTO: MOQUEGUA
SISTEMA DE COORDENADAS	Coordenada UTM - WGS 84	PROVINCIA: ILO
ESCALA:	1/2500	PLANO N°: PUB-01
FECHA:	AGOSTO 2020	



PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE LA ZONA DE CONTENEDORES - ETAPA Nº1

ESC: 1/1500

STOCK DE CONTENEDORES (20 pies)	
TIPO	CANTIDAD
LLENOS	560 unidades
VACIOS	112 unidades



UBICACIÓN

ESC: 1/7500

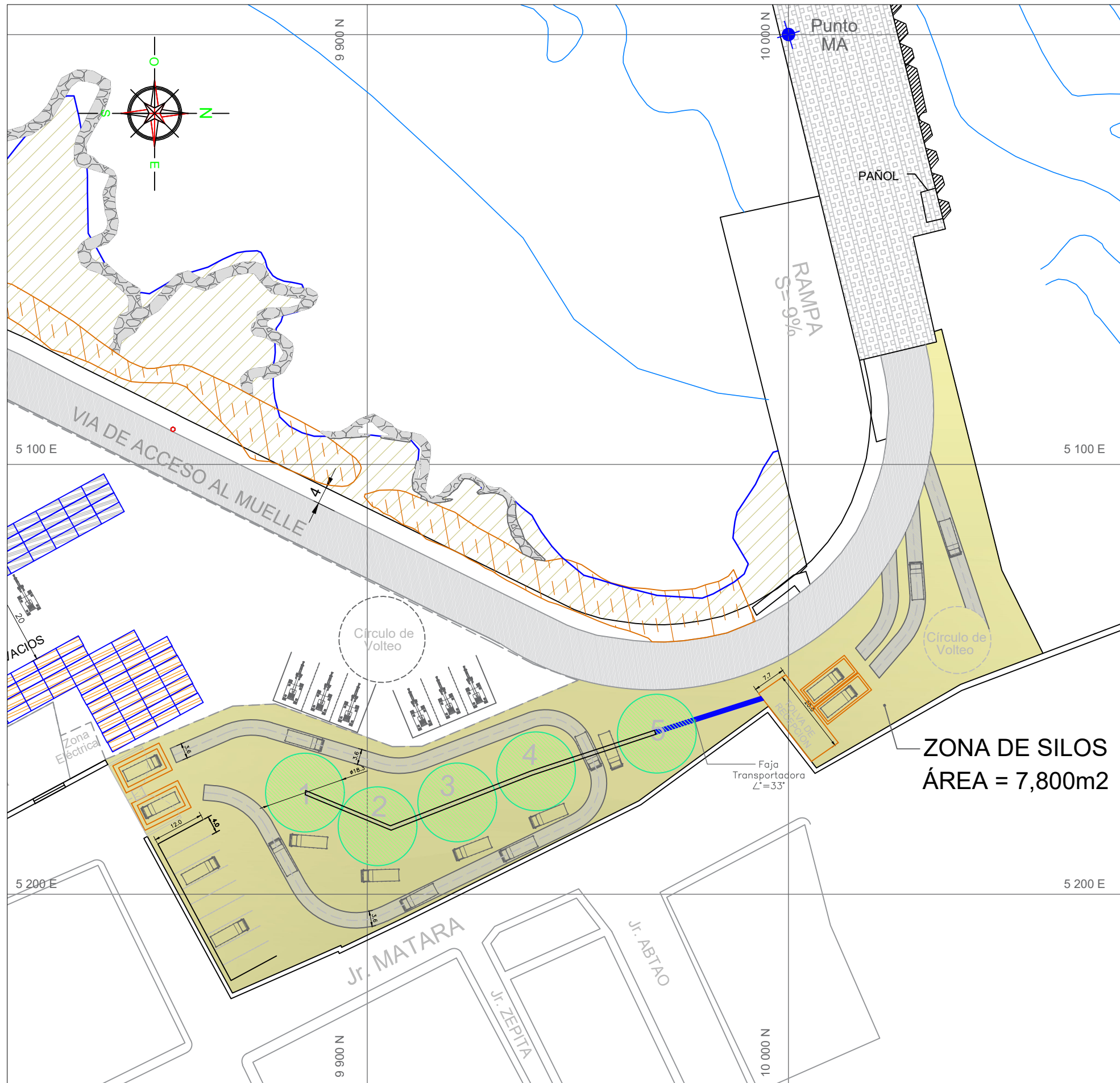
LEYENDA

- TALUD Y/O CAMBIOS DE NIVEL
- ENROCADO NATURAL
- SLOT PARA CONTENEDORES LLENOS
- SLOT PARA CONTENEDORES VACIOS
- VÍAS DE ACCESO
- LÍNEA DE COSTA (NIVEL CERO)
- COTAS TOPOGRÁFICAS
- COTAS BATIMÉTRICAS

NOTAS GENERALES

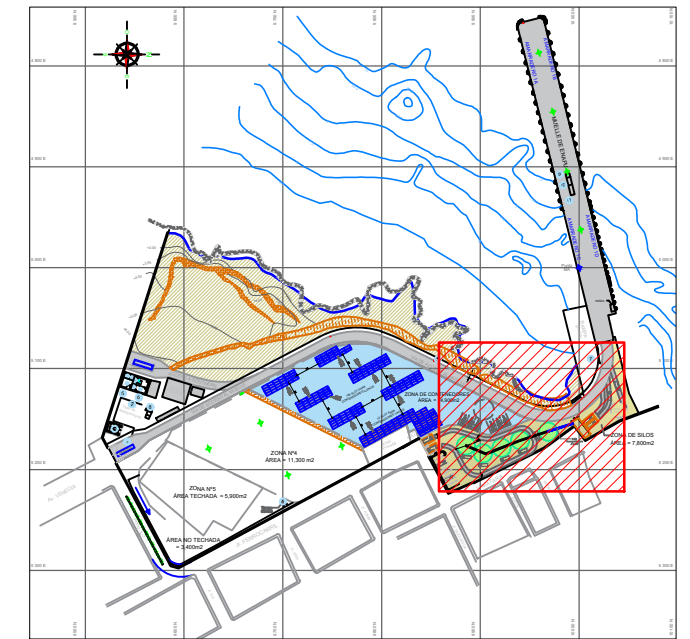
1. LAS CURVAS TOPOGRÁFICAS ESTÁN DADAS EN METROS Y REFERIDAS AL N.M.M.
2. LAS CURVAS BATIMÉTRICAS ESTÁN DADAS EN PIES Y REFERIDAS AL N.M.M. (SONDAJE HECHO DIVISIÓN DRAGADO - GERENCIA DE INGENIERIA Y MANTENIMIENTO)
3. EL ORIGEN ARBITRARIO DE COORDENADAS CORRESPONDE AL PUNTO "MA" (N=10,000 Y E = 5,000)
4. EL NORTE DE REFERENCIA CORRESPONDE AL NORTE MAGNETICO
5. SUPERFICIE TOTAL = 86 473.9 M2
6. SUPERFICIE PARA ZONA DE SILOS = 7 800 M2

	TERMINAL PORTUARIO DE ILO ENAPU	
	ZONA DE CONTENEDORES ETAPA Nº1	
ELABORACIÓN:	Bach. David Jhonatan Ipanaque Diaz	DEPARTAMENTO : MOQUEGUA
SISTEMA DE COORDENADAS	Coordenada UTM - WGS 84	PROVINCIA : ILO
ESCALA :	1/1500	FECHA : ENERO 2021
		PLANO Nº: PZC-01



PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE LA ZONA DE SILOS - ETAPA N°1

ESC: 1/1000



UBICACIÓN

ESC: 1/7500

LEYENDA

- TALUD Y/O CAMBIOS DE NIVEL
- ENROCADO NATURAL
- ZONA DE SILO
- VÍAS DE ACCESO
- LÍNEA DE COSTA (NIVEL CERO)
- COTAS TOPOGRÁFICAS
- COTAS BATIMÉTRICAS
- SILOS METÁLICOS $\phi = 16.5$ m
- FAJA TRANSPORTADORA

NOTAS GENERALES

1. LAS CURVAS TOPOGRÁFICAS ESTÁN DADAS EN METROS Y REFERIDAS AL N.M.M.
2. LAS CURVAS BATIMÉTRICAS ESTÁN DADAS EN PIES Y REFERIDAS AL N.M.M. (SONDAJE HECHO DIVISIÓN DRAGADO - GERENCIA DE INGENIERIA Y MANTENIMIENTO)
3. EL ORIGEN ARBITRARIO DE COORDENADAS CORRESPONDE AL PUNTO "MA" (N=10,000 Y E = 5,000)
4. EL NORTE DE REFERENCIA CORRESPONDE AL NORTE MAGNETICO
5. SUPERFICIE TOTAL = 86 473.9 M2
6. SUPERFICIE PARA ZONA DE SILOS = 7 800 M2



TERMINAL PORTUARIO DE ILO
ENAPU
ZONA DE SILOS - ETAPA N°1

ELABORACIÓN: Bach. David Jhonatan Ipanaque Diaz	DEPARTAMENTO: MOQUEGUA
SISTEMA DE COORDENADAS Coordenada UTM - WGS 84	PROVINCIA: ILO
ESCALA: 1/2500	FECHA: ENERO 2021
	PLANO N°: PZS-01