

# PLAN MAESTRO PORTUARIO DEL LITORAL PACÍFICO

Análisis de la capacidad de los puertos y utilización de los espacios. (Tarea 6)

Ministerio de Obras Públicas y Transportes de Costa Rica

28 JUNIO 2019



## Contacto

**JAAP DE GROOT**  
Director de Proyectos

T +31 646129936  
M +31 646129936  
E [jaap.degroot@arcadis.com](mailto:jaap.degroot@arcadis.com)

Arcadis Nederland B.V.  
P.O. Box 137  
8000 AC Zwolle  
Los países bajos

## Historia de Documento

Revisión	Fecha	Estado	Documento Número	Razon para revisión	Autor	Revisor	Aprobado
<b>A</b>	08-09-2018	Borrador	C03061.000252 R5-A	Primer borrador	Equipo del proyecto	J. Camacho B. Winder	J. de Groot
<b>B</b>	24-01-2019	Final	C03061.000252 R5-B	Inclusión de comentarios de Clientes	Equipo del proyecto	J. Camacho B. Winder	J. de Groot
<b>C</b>	17-04-2019	Final	C03061.000252 R5-C	Inclusión de comentarios de Clientes	Equipo del proyecto	J. Camacho B. Winder	J. de Groot
<b>D</b>	28-06-2019	Final	C03061.000252 R5-D	Inclusión de comentarios de Clientes	Equipo del proyecto	J. Camacho B. Winder	J. de Groot

# TABLA DE CONTENIDOS

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>10</b>
1.1	General	10
1.2	Informes	10
1.3	Objetivo de este estudio (términos de referencia)	11
<b>2</b>	<b>PUERTO CALDERA</b>	<b>12</b>
2.1	Volumen de Carga 2007-2017	12
2.2	Accesos náuticos	13
2.2.1	Puestos	13
2.2.2	La dársena y canal de acceso	16
2.2.3	Fondeo	19
2.3	Evaluación de las infraestructuras y superestructuras existente	20
2.3.1	Rompeolas	20
2.3.2	Muelles	24
2.3.3	Patios y Bodegas	25
2.3.4	Entradas y Parqueaderos de Camiones	26
2.3.5	Área Administrativa	29
2.3.6	Áreas de uso portuarias actuales (zonas funcionales)	29
2.3.7	Estado de infraestructura	30
2.4	Plan de operación	34
2.5	Accesos terrestres	35
2.6	Análisis de los procedimientos y operaciones portuarias (incluyendo el equipamiento)	39
2.7	Resumen de los planes de desarrollo actuales, propuesto o en marcha, y su impacto en el nuevo Plan Maestro	39
2.7.1	Planes de SPC/SPGC	39
2.7.2	Planes de INCOP / MOPT	40
2.7.3	Otras	40
2.8	Análisis de la capacidad portuaria conforme a las razones de productividad actuales	41
2.8.1	Introducción	41
2.8.2	Productividad (Indicadores clave de rendimiento, KPI)	41
2.8.2.1	Introducción	41
2.8.2.2	Productividad de las grúas	42

2.8.2.3	Productividad del Muelle	43
2.8.2.4	Ocupación de puestos	43
2.8.2.5	Productividad del patio	44
2.8.2.6	Tiempo de permanencia	44
2.8.2.7	Disponibilidad del equipo	44
2.8.3	Capacidad marítima (de la línea de atraque)	45
2.8.3.1	Introducción	45
2.8.3.2	Capacidad	46
2.8.4	Capacidad terrestre (almacenamiento)	48
2.8.4.1	General	48
2.8.4.2	Contenedores	49
2.8.4.3	Vehículos	49
2.8.4.4	Carga General	50
2.8.5	Capacidad de las puertas de acceso	50
2.8.6	Conclusiones	50
2.9	Cuellos de botella de la capacidad y limitaciones de uso de los espacios	51
<b>3</b>	<b>PUNTARENAS</b>	<b>52</b>
3.1	Volumen de Cruceros 2007-2017	52
3.2	Evaluación de las infraestructuras y superestructuras existente	52
3.3	Resumen de los planes de desarrollo, propuestos o en marcha, actuales y su impacto en el nuevo Plan Maestro	57
3.4	Análisis de la capacidad portuaria conforme a las razones de productividad actuales	57
3.5	Cuellos de botella de capacidad y limitaciones de uso de espacios	59
3.6	Accesos terrestres	60
<b>4</b>	<b>GOLFITO</b>	<b>62</b>
4.1	Volumen de Carga 2007-2017	62
4.2	Evaluación de las infraestructuras y superestructuras existente	62
4.3	Accesos terrestres	64
4.4	Resumen de los planes de desarrollo actuales, propuestos o en marcha y su impacto en el nuevo Plan Maestro	67
4.5	Análisis de la capacidad portuaria conforme a las razones de productividad actuales	67
4.6	Cuellos de botella de capacidad y limitaciones de uso de espacios.	67
<b>5</b>	<b>QUEPOS</b>	<b>68</b>
5.1	Volumen de Carga 2007-2017	68
5.2	Evaluación de las infraestructuras y superestructuras existente	68
5.3	Accesos terrestres	70



5.4	Resumen de los planes de desarrollo, propuestos o en marcha, actuales y su impacto en el nuevo Plan Maestro	73
5.5	Análisis de la capacidad portuaria conforme a las razones de productividad actuales	73
<b>6</b>	<b>PUNTA MORALES</b>	<b>74</b>
6.1	Volumen de Carga 2007-2017	74
6.2	Evaluación de las infraestructuras y superestructuras existente	75
6.3	Análisis de la capacidad portuaria conforme a las razones de productividad actuales	75
6.4	Cuellos de botella de capacidad y limitaciones de uso de espacios	75
<b>7</b>	<b>PUERTOS MENORES</b>	<b>76</b>
7.1	Los terminales de cabotaje	76
7.1.1	Evaluación de las infraestructuras y superestructuras existente	76
7.1.1.1	Terminal Barrio El Carmen	76
7.1.1.2	Terminal Playa Naranja	77
7.1.1.3	Terminal de Paquera	77
7.1.2	Vías de acceso terrestre	77
7.1.2.1	Terminal Barrio El Carmen	77
7.1.2.2	Terminal Playa Naranja	78
7.1.2.3	Terminal de Paquera	78
7.1.3	Resumen de los planes de desarrollo actuales, propuestos o en marcha y su impacto en el nuevo Plan Maestro	79
7.1.4	Análisis de la capacidad portuaria conforme a las razones de productividad actuales	80
7.2	Otros puertos	84
7.3	Los cuellos de botella de capacidad y limitaciones de uso de espacios	84
	<b>ANEXO 1 - BATIMETRÍA Y ÁREA DE MANIOBRAS EN PUERTO CALDERA</b>	<b>85</b>

## TABLAS

Tabla 2-1 Volumen de carga en Puerto Caldera 2007-2017 (en 1,000 toneladas)	12
Tabla 2-2 Dimensiones típicas de los buques que arriban a Puerto Caldera	13
Tabla 2-3 Tabla de mareas, estudio JICA 1986	16
Tabla 2-4 Componentes de profundidad de canal y estimaciones de proyecto de aire para diseño conceptual (fuente PIANC 2014)	17
Tabla 2-5 Características de los puestos en Puerto Caldera	25
Tabla 2-6 Estado de la infraestructura de Puerto Caldera	31
Tabla 2-7 Estado de la infraestructura de Puerto Caldera	33
Tabla 2-8 Estado de las bodegas	34
Tabla 2-9 Referencia para descarga de Contenedores	43
Tabla 2-10 Referencia para descarga de Gráneles Sólidos	43
Tabla 2-11 Ocupación de puestos de atraque	43
Tabla 2-12 Productividad del patio de contenedores	44
Tabla 2-13 Referencia para almacenamiento de vehículos	44
Tabla 2-14 Tiempo de permanencia por producto en Puerto Caldera (fuente SPC)	44
Tabla 2-15 Referencia para ocupación basada en terminales especializadas (Fuente: PIANC WG158)	45
Tabla 2-16 Volumen por año por tipo de carga	46
Tabla 2-17 División de carga	46
Tabla 2-18 Capacidad de Puerto Caldera	47
Tabla 2-19 Patios de Puerto Caldera (Fuente: SPC)	48
Tabla 2-20 Capacidad de los patios para contenedores	49
Tabla 2-21 Capacidad de los patios para vehículos	49
Tabla 2-22 Capacidad de los patios y bodegas para carga general	50
Tabla 3-1 Cruceros en Puntarenas 2007-2017	52
Tabla 3-2 Estado de la infraestructura: puente de acceso lado tierra	53
Tabla 3-3 Estado de la infraestructura: puente de acceso segunda etapa	54
Tabla 3-4 Puntarenas	56
Tabla 3-5 Estado del Muelle	56
Tabla 3-6 Estado de los duques	57
Tabla 3-7 Pronóstico de arribos de cruceros en los puertos del Pacífico de Costa Rica	59
Tabla 4-1 Volumen de carga en Golfito 2011-2017 (1.000 toneladas)	62
Tabla 4-2 Golfito	64
Tabla 4-3 Estado del Puente de acceso	64
Tabla 5-1 Arribos de buques en Quepos 2011-2017 por categoría	68
Tabla 5-2 Quepos	69
Tabla 5-3 Estado del puente de acceso	69
Tabla 5-4 Estado del muelle	70

Tabla 6-1 Volumen de carga en Punta Morales 2007-2017 por apariencia e importación y exportación (1.000 ton)	74
Tabla 6-2 Punta Morales	75
Tabla 6-3 Volumen máxima (500 x 20 x 365 x 70% = 2.555.000)	75
Tabla 7-1 Información de ferries	81

## FIGURAS

Figura 2-1 Espacio libre debajo de la quilla	14
Figura 2-2 Seis grados de libertad de los movimientos de la nave (pitch=cabeceo, heave=arfada, roll=balance, surge=avance, Sway=deriva, y yaw=guiñada)	14
Figura 2-3 Evolución general de los buques portacontenedores	15
Figura 2-4 Patrones de amarre típicos de muelle continuo.	15
Figura 2-5 Batimetría y área de maniobras en Puerto Caldera. (Para la última versión <a href="http://www.mopt.go.cr/wps/portal/Home/informacionrelevante/maritimopoportuaria/planosBatimetricos/">http://www.mopt.go.cr/wps/portal/Home/informacionrelevante/maritimopoportuaria/planosBatimetricos/</a> ), Anexo 1 incluirse una escala adecuada	18
Figura 2-6 Carta náutica de Puerto Caldera	19
Figura 2-7 Rompeolas de Puerto Caldera	20
Figura 2-8 Puerto Caldera en 1981 con la longitud del rompeolas (izquierda) y su evolución entre 1981 y 1992 (derecha)	21
Figura 2-9 Problemática de sedimentación en las dársenas de puerto Caldera en la actualidad	22
Figura 2-10 Planta y secciones del rompeolas de Caldera en 2012	22
Figura 2-11 Secciones del rompeolas de Caldera	23
Figura 2-12 Taludes en Puerto Caldera	24
Figura 2-13 Esquema de Puerto Caldera	24
Figura 2-14 Descripción general de las áreas de patio en Puerto Caldera	25
Figura 2-15 Las puertas de puerto Caldera	26
Figura 2-16 La puerta-1 de puerto Caldera	27
Figura 2-17 Puerta-1 de entrada / salida.	27
Figura 2-18 La puerta 2 tiene 2 carriles, 1 para entrada y una para la salida. No tiene basculas	28
Figura 2-19 Estación de pesaje con una báscula por sentido	28
Figura 2-20 Parqueadero para camiones y cabezales	29
Figura 2-21 Áreas de uso portuarias	30
Figura 2-22 Vías de puerto	34
Figura 2-23 Vías de acceso de Puerto Caldera	35
Figura 2-24 Gráfico 1 RN27 Elaboración propia basada en información MOPT	36
Figura 2-25 Gráfico 2 RN27 Elaboración propia basada en información MOPT	36
Figura 2-26 Gráfico 1 RN23 Elaboración propia basada en información MOPT	37
Figura 2-27 Gráfico 2 RN23 Elaboración propia basada en información MOPT	37
Figura 2-28 Gráfico 3 RN23 Elaboración propia basada en información MOPT	38
Figura 2-29 Gráfico 4 RN23 Elaboración propia basada en información MOPT	38
Figura 2-30 Patios en el Puerto Caldera en m <sup>2</sup>	48
Figura 2-31 Capacidad Puerto Caldera con la infraestructura y equipos existentes	51
Figura 3-1 Ubicación Muelle de Puntarenas (fuente: Google Earth)	52
Figura 3-2 Puente de acceso segunda etapa (fuente: Camacho y Mora S.A., 2011)	53
Figura 3-3 Planta del puente de acceso segunda etapa (Fuente: Planos INCOP)	54

Figura 3-4 Sección transversal del muelle (fuente: Planos INCOP)	55
Figura 3-5 Muelle (fuente: Camacho y Mora S.A., 2011)	55
Figura 3-6 Clasificación de línea de cruceros comerciales (Carnival Corporation, Royal Caribbean, MSC Cruises & Norwegian Cruise Line) (PIANC WG 152, 2015) (fuente: Lloyd's Register Marine)	58
Figura 3-7 Clasificación de cruceros mundial (fuente: PIANC WG 152, 2015)	59
Figura 3-8 Acceso terrestre Muelle de Cruceros Puntarenas	60
Figura 3-9 Gráfico 1 RN17 Elaboración propia basada en información MOPT	61
Figura 3-10 Gráfico 2 RN17 Elaboración propia basada en información MOPT	61
Figura 4-1 Puerto Golfito	63
Figura 4-2 Accesos terrestres a Puerto Golfito	65
Figura 4-3 Gráfico 1 RN34 Elaboración propia basada en información MOPT	66
Figura 4-4 Gráfico 2 RN34 Elaboración propia basada en información MOPT	66
Figura 5-1 Quepos	68
Figura 5-2 Vía de acceso a Quepos Ruta 235 hacia Ruta 34	71
Figura 5-3 Gráfico 1 RN235 Elaboración propia basada en información MOPT	72
Figura 5-4 Gráfico 2 RN235 Elaboración propia basada en información MOPT	73
Figura 5-5 La propuesta para desarrollos futuros en Quepos (fuente: INCOP)	73
Figura 7-1 Vías de acceso	78
Figura 7-2 Nueva Terminal de Transbordadores de Puerto Paquera	80

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 General

El proyecto se divide en diferentes tareas, cada una con sus propios entregables. Las siguientes tareas se llevarán a cabo en el marco del estudio:

Tarea 1: Informe partes interesadas

Tarea 2: Toma de datos iniciales

Tarea 3: Análisis de la posición competitiva de los puertos del litoral Pacífico

Tarea 4: Determinación de actuaciones de urgencia en Puerto Caldera.

Tarea 5: Preparación de escenarios previstos de tráfico para corto, medio y largo plazo.

**Tarea 6: Análisis de la capacidad de los puertos y utilización de los espacios.**

Tarea 7: Elaboración preliminar de Planes de desarrollo alternativos

Tarea 8: Análisis multicriterio y selección de alternativas

Tarea 9: Elaboración detallada del Plan seleccionado e informe final

Tarea 10: Difusión del Plan

## 1.2 Informes

Los siguientes informes se prepararán según el cronograma de trabajo presentado:

Volume	Tarea
C03061.000252 R1	Tarea 1: Informe de partida Tarea 2: Toma de datos iniciales Tarea 3. Análisis de la posición competitiva de los puertos del litoral Pacífico
C03061.000252 R2	No usado
C03061.000252 R3	Tarea 4: Determinación de actuaciones de urgencia en Puerto Caldera.
C03061.000252 R4	Tarea 5: Preparación de escenarios previstos de tráfico para corto, medio y largo plazo.
<b>C03061.000252 R5</b>	<b>Tarea 6: Análisis de la capacidad de los puertos y utilización de los espacios.</b>
C03061.000252 R6	Tarea 7: Elaboración preliminar de Planes de desarrollo alternativos Tarea 8: Análisis multicriterio y selección de alternativas
C03061.000252 R7	Tarea 9: Elaboración detallada del Plan seleccionado e informe final

### 1.3 Objetivo de este estudio (términos de referencia)

Tarea 6: Análisis de la capacidad de los puertos y utilización de los espacios.

Después de haber establecido el tráfico potencial de los puertos (análisis de demanda) para cada tipo de carga el Consultor analizará los niveles de capacidad actuales, la utilización del espacio, y el desempeño operacional dentro de los puertos del litoral teniendo en cuenta las condiciones y restricciones actuales. De esta forma se obtendrá la formulación adecuada para la determinación de las alternativas óptimas en función del equilibrio entre oferta y demanda.

Los principales objetivos son:

- Evaluar las infraestructuras y superestructuras existentes en los puertos del litoral.
- Favorecer los accesos náuticos (canales y puestos de atraque y fondeo).
- Identificar áreas de uso portuarias actuales (zonas funcionales).
- Hacer un plan de operación (circulación viaria, ferroviaria,...).
- Analizar accesos terrestres.
- Analizar los procedimientos y operaciones portuarias (incluyendo el equipamiento).
- Resumir los planes de desarrollo, propuestos o en marcha, actuales y su impacto en el nuevo Plan Maestro.
- Analizar la capacidad portuaria conforme a las razones de productividad actuales (específicos para cada puerto y/o terminal).
- Identificar los “cuellos de botella” de capacidad y las limitaciones de uso de espacios.

## 2 PUERTO CALDERA

### 2.1 Volumen de Carga 2007-2017

El volumen de carga en Puerto Caldera ha crecido con una tasa anual compuesta (CAGR) del 4,6% en el período de 2007-2017; de 3,34 millones de toneladas en 2007 a 5,22 millones de toneladas en 2017. El puerto se vio afectado por la crisis de 2009, cuando los volúmenes cayeron a 2,89 millones de toneladas, pero se ha recuperado a partir de entonces.

Tabla 2-1 Volumen de carga en Puerto Caldera 2007-2017 (en 1,000 toneladas)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	CAGR '07-'17
<b>Carga General</b>	229	314	118	188	291	315	308	345	424	581	596	10,0%
<b>Contenedores</b>	919	1.195	1.001	1.268	1.376	1.520	1.540	1.744	1.809	1.965	2.142	8,8%
<b>Gráneles Líquido</b>	94	16	55	3	146	142	181	187	26	43	6	-24,4%
<b>Gráneles Sólido</b>	1.952	1.826	1.595	1.779	2.033	1.907	1.896	1.952	2.088	2.206	2.409	2,1%
<b>Otros</b>	96	62	109									n.a.
<b>Ro-Ro</b>	51	54	12	36	47	57	53	57	74	89	65	2,5%
<b>Total</b>	<b>3.342</b>	<b>3.467</b>	<b>2.890</b>	<b>3.275</b>	<b>3.893</b>	<b>3.941</b>	<b>3.978</b>	<b>4.286</b>	<b>4.421</b>	<b>4.885</b>	<b>5.218</b>	<b>4,6%</b>

Fuente: COCATRAM estadísticas, GAGR = una tasa de crecimiento anual compuesta



## 2.2 Accesos náuticos

### 2.2.1 Puestos

En el puerto hay cuatro puestos de atraque, por lo que hasta cuatro embarcaciones pueden atracar simultáneamente, aunque actualmente no ocurre esto por la eslora de los buques que arriban al puerto. Los puestos tienen profundidad y longitudes diferentes, como se describe en la Sección 2.3.2:

1. Puesto 1: Longitud 210 m, profundidad -11,0 m.
2. Puesto 2: Longitud 150 m, profundidad -10,0 m.
3. Puesto 3: Longitud 190 m, profundidad -7,5 m.
4. Puesto 4: Longitud 180 m (Plataforma), profundidad -13,0 m.

La eslora típica de los buques que arriban a Puerto Caldera se presenta en la Tabla 2-2.

Tabla 2-2 Dimensiones típicas de los buques que arriban a Puerto Caldera

Tipo de carga	Eslora	Calado	Manga
Contenedores (pequeño)	140 m	7.7 m	22.3 m
Contenedores (grande)	210 m	10.7 m	30 m
Gráneles Sólidos (pequeño)	170 m	10 m	25.4 m
Gráneles Sólidos (grande)	210 m	12.3 m	31.7 m
Acero (pequeño)	170 m	9.7 m	25.3 m
Acero (grande)	210 m	12.5 m	30 m
Carga general (pequeño)	100 m	6.7 m	15.1 m
Carga general (grande)	210 m	12.5 m	30 m
Ro-Ro (pequeño)	160 m	7.8 m	24.8 m
Ro-Ro (grande)	210 m	11.0 m	32.2 m

Las profundidades son relativas al Nivel Medio de Bajamares de Sicigias (NMBS). El barco debe poder permanecer a salvo en el muelle, incluso en el nivel más bajo de agua. Por lo tanto, las profundidades presentadas anteriormente deben tenerse en cuenta al determinar el calado máximo de la nave que puede amarrar en el muelle.

El espacio libre debajo de la quilla (UKC) es la distancia entre la quilla del barco y la parte inferior del canal. En este estudio, la UKC (Figura 2-1) está relacionada con el llamado fondo "náutico". El UKC se expresa a menudo como un porcentaje del calado del barco.

El fondo náutico corresponde a la profundidad mínima mantenida; Los márgenes de sobre dragado y las trampas de sedimentación no se consideran.

En esta etapa se estima un UKC mínimo de 1 m. Este UKC debe tener en cuenta el margen de maniobra, los movimientos inducidos por las olas, la escora inducida por los remolcadores y la escora inducida por el viento. Estos valores deben ser confirmados en la etapa de diseño detallado.

En vista de lo anterior, los calados máximos estimados de la nave para cada amarre son:

1. Puesto 1: 10,0 m.
2. Puesto 2: 9,0 m.
3. Puesto 3: 6,5 m.
4. Puesto 4: 12,0 m.

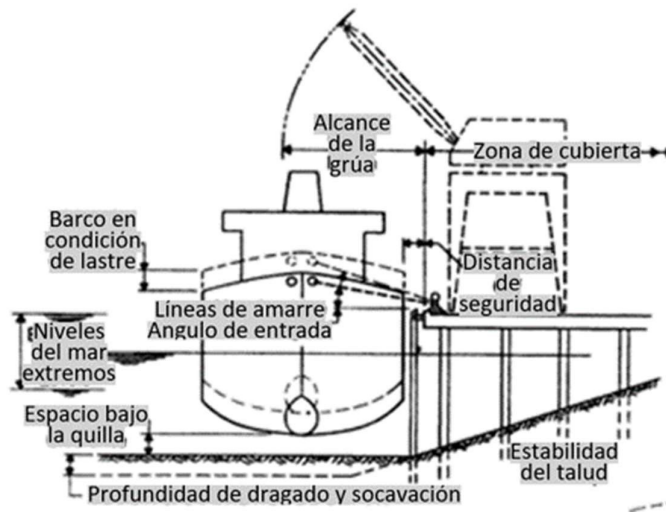


Figura 2-1 Espacio libre debajo de la quilla

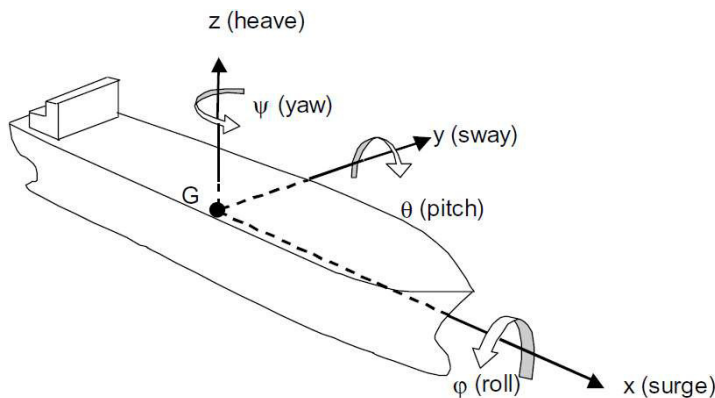


Figura 2-2 Seis grados de libertad de los movimientos de la nave (pitch=cabeceo, heave=arfada, roll=balance, surge=avance, Sway=deriva, y yaw=guiñada)

Se supone que el barco está amarrado utilizando líneas de través y de largo de popa con su orientación suficientemente horizontal (ángulo vertical menor a 45 grados) y suficientemente perpendicular al muelle (menos de 45 grados desde la perpendicular, Figura 2-4). Esto resulta en la siguiente regla general, la longitud del atracadero es 1,2 veces la longitud del buque. Esto significa que la longitud máxima del buque para los puestos # 1, 2 y 3 es de 175 m, 125 m y 158 m respectivamente. Sin embargo, es posible amarrar los barcos del Post Panamax (hay que tener en cuenta que esta declaración se basa únicamente en la longitud del barco, no en las características del muelle y el equipo) siempre que su calado sea de 9 m o menos. Ver Figura 2-3.

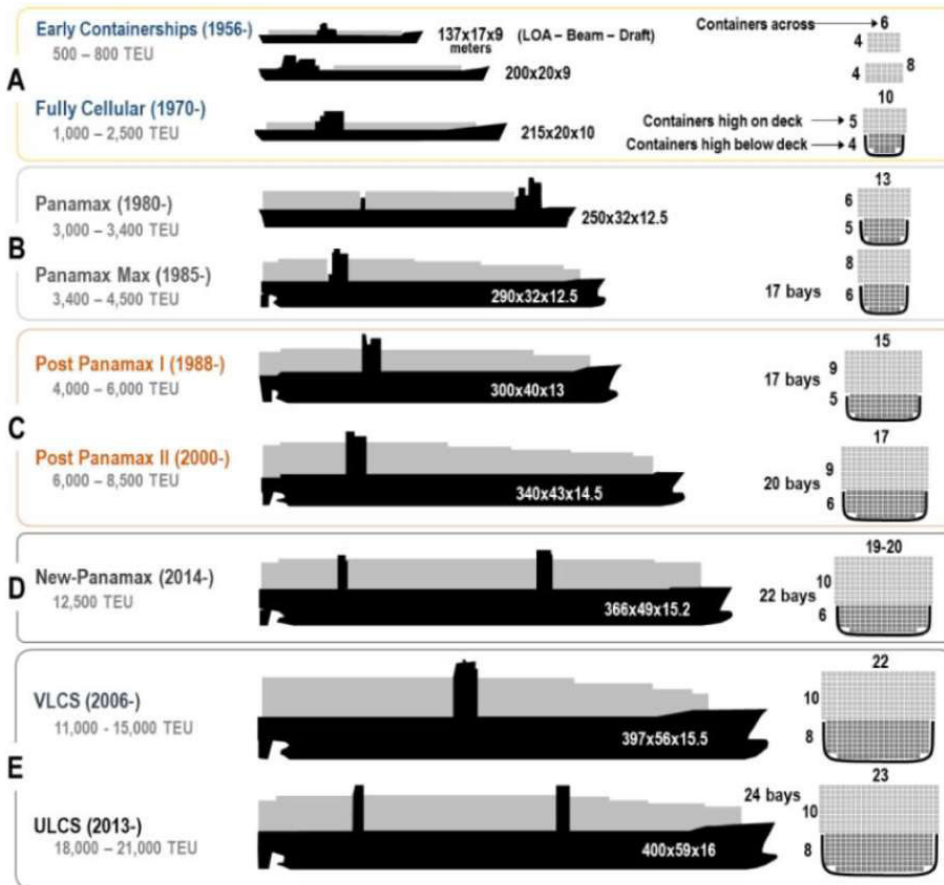


Figura 2-3 Evolución general de los buques portacontenedores

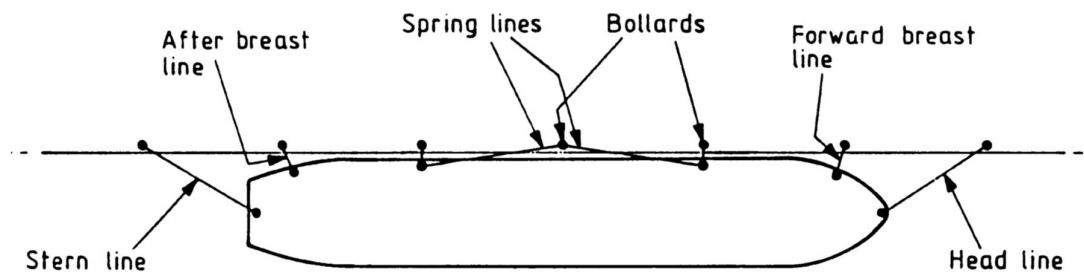


Figura 2-4 Patrones de amarre típicos de muelle continuo.

#### Puesto #4

La embarcación máxima que puede atracar en Puesto 4 es un buque de 42,000 DWT con medidas principales de 210m de eslora y 32,5 metros de manga.

El buque de diseño cala unos 12 metros. En la dirección y el canal de acceso se tendrá una profundidad de NMBS -12 m lo que significa que el buque entrará en una ventana durante la marea alta y aproximadamente el nivel medio del mar. (Royal Haskoning 2012, informe Nuevo Muelle Granelero Puerto Caldera, 23 de octubre de 2012).

## 2.2.2 La dársena y canal de acceso

En la dársena y canal de acceso se tendrá una profundidad de NMBS -12 m. La variación del nivel de marea (rango) se presenta en la Tabla 2-3. Cuando se navega con ventanas de marea, estos niveles de agua pueden añadirse (en parte) al NMBS para obtener la Profundidad de agua disponible. El rango de marea promedio en el puerto de Caldera es del orden de 2 m.

Tabla 2-3 Tabla de mareas, estudio JICA 1986

	Caldera
Rango de mareas mayor (m)	2,59
Rango de mareas promedio (m)	2,05
Rango de mareas menor (m)	1,51

Un barco que navega por el canal en un cierto estado de mar (dirección de ola, altura significativa, período pico) se encontrará con olas altas y bajas. Algunas de estas olas con direcciones, longitudes y alturas desfavorables causarán grandes movimientos verticales, mientras que otras no lo harán. Las olas más "desfavorables" causarán una respuesta vertical tan grande de la nave que la nave tocará el fondo. Sin embargo, nunca hay una certeza, sino solo una "probabilidad" de que un barco encuentre o no estas olas desfavorables y que toque el fondo durante un tránsito específico.

Además de la respuesta del barco a las olas, también la escora debida al viento y el efecto squat (variación del calado por navegación en aguas poco profundas) causa movimientos verticales del barco en navegación. El efecto squat es el efecto combinado de hundimiento y asiento debido a la velocidad de avance de la nave. El squat aumenta al aumentar la velocidad y disminuir la profundidad del agua. Los buques portacontenedores y los transportistas de automóviles son especialmente propensos a los picos de los fuertes vientos cruzados. El balanceo del barco causa un hundimiento de la quilla de balance del barco y, por lo tanto, aumenta el calado del barco.

La UKC requerida y, por lo tanto, la profundidad, está determinada por el más estricto de los siguientes dos criterios de la UKC:

- Criterio de maniobra: Para que el barco siga siendo controlable y maniobrable, se debe mantener un determinado UKC. El 'Margen de maniobrabilidad' (MM) se utiliza para definir el espacio libre bajo el barco promediado en tiempo. Por lo tanto, la distancia promediada en el tiempo entre el barco y el fondo del canal siempre debe exceder un valor mínimo para garantizar una maniobrabilidad adecuada.
- Criterio de contacto con el fondo: para que el barco evite el contacto con el fondo, la combinación de respuesta de movimiento vertical y de squat con viento y olas debe exceder el UKC bruto del barco.

Como se discutió anteriormente, los factores relacionados con la nave son los más importantes en el diseño vertical de canales. Aparte del calado de la nave, los factores de la nave se pueden estimar por separado para el squat de la nave ya descrito, la escora dinámica y el margen de respuesta de la ola, o se pueden combinar. En lugar de estimar cada uno por separado, un enfoque más simple para la etapa de diseño conceptual es combinarlos en un factor F relacionado con el barco que incluya todos estos efectos del barco. Una aproximación depende de la velocidad de la nave, la intensidad de los efectos de las olas en la nave de diseño con su calado máximo T y el tipo de canal (Tabla 2-4).

Tabla 2-4 Componentes de profundidad de canal y estimaciones de proyecto de aire para diseño conceptual (fuente PIANC 2014)

Descripción	Velocidad del barco	Condiciones de oleaje	Fondo del canal	Canal interior	Canal exterior
Factores relacionados con el barco $F_s$					
Depth $h$	$\leq 10$ kts	Ninguno		1.10 $T$	
	10 - 15 kts			1.12 $T$	
	$> 15$ kts			1.15 $T$	
	Todos	Swell reducido ( $H_s < 1$ m)			1.15 $T$ a 1.2 $T$
		Swell moderado ( $1 \text{ m} < H_s < 2 \text{ m}$ )			1.2 $T$ a 1.3 $T$
		Swell alto ( $H_s > 2 \text{ m}$ )			1.3 $T$ a 1.4 $T$
	Añadir para el tipo de fondo del canal				
	Todo	Todo	Barro	Ninguno	Ninguno
Arena/Arcilla			0.4 m	0.5 m	
Roca/Coral			0.6 m	1.0 m	
Altura de obra muerta libre (ADC)					
ADC	Todo	Todo		0.05 Hst	0.05 Hst + 0.4 T

**Notas:**

1. Para factores relacionados con el barco: Suponga que  $T > 10$  m. Si  $T < 10$  m, use valor para  $T = 10$  m ( $T$  es el calado del barco)
2. Swell significa olas con períodos pico  $T_p$  mayores de 10 s
3. Para los valores de oleaje swell del canal externo, use un valor más bajo para periodos más pequeños del oleaje swell y un valor más alto para periodos más grandes del oleaje swell
4. El valor de la altura de ola significativa  $H_s$  depende de la operación requerida, el tipo de barco de diseño, nivel de accesibilidad, período de oleaje y dirección relativa del oleaje.
5. Hst es la distancia desde la superficie del mar hasta la parte superior del barco.
6. Densidad de agua de mar asumida para  $T$ . Ajustes adicionales requeridos si es agua fresca.

Profundidad de la dársena de maniobra.

Siguiendo la Tabla 2 3, el calado máximo de barcos capaces de maniobrar con seguridad a través de la dársen con una profundidad náutica garantizada de NMBS -12 m es:

$$12,0/1,2 * T + 0,5 \text{ m} = 9,6 \text{ m}$$

El nivel de agua puede añadirse al llegar y salir usando las ventanas de marea. En este caso, el calado máximo del buque capaz de arribar al puerto es del orden de 11,5 m.

### Ancho de la dársena

En el centro del círculo de giro, la profundidad mínima es de aproximadamente 11,7 m NMBS (Nivel Medio de Bajamares de Sicigias). El diámetro del círculo de giro máximo es de 450 m. Por regla general, el círculo de giro necesario debe ser 1,4 - 1,6 x la longitud del buque, dependiendo de las condiciones ambientales, del tipo de barco y del uso de los propulsores y remolcadores. Entonces la longitud máxima de la embarcación que puede atracar en Puerto Caldera es de 280-320 m.

Por lo tanto, el ancho de la dársena de maniobras existente es suficiente para los barcos de diseño considerados en este momento.



Figura 2-5 Batimetría y área de maniobras en Puerto Caldera. (Para la última versión <http://www.mopt.go.cr/wps/portal/Home/informacionrelevante/maritimopuertaria/planosBatimetricos/>), Anexo 1 incluirse una escala adecuada

### Profundidad del canal

Siguiendo la Tabla 2 3, el calado máximo de barcos capaces de maniobrar con seguridad a través de la cuenca con una profundidad náutica garantizada de NMBS -12 m es:

$$12,0/1,3 * T + 0,5 \text{ m} = 8,8 \text{ m}$$

El nivel de agua se puede añadir al llegar y salir usando las ventanas de marea. En este caso, el calado máximo del buque capaz de atracar en el muelle es del orden de 11 m (profundidad en el muelle).

### Anchura del canal

En este momento no hay un canal dragado, por lo que no hay restricciones en términos de ancho de canal.



### 2.2.3 Fondeo

Las zonas de fondeo temporal previo al atraque en el puerto se pueden encontrar en las cartas Náuticas, Figura 2-2. La profundidad máxima en el sitio de anclaje temporal es 12,9 m hasta 15,9 m. La profundidad de agua requerida en el fondeadero depende de la escora inducida por el viento y la respuesta a las olas. De acuerdo con la Tabla 2-4, la profundidad de agua requerida se toma como  $1,3 * T$  (calado del barco) + 0,5 m. Esto significa que, dependiendo de la ubicación dentro del fondeadero, el calado máximo del barco varía entre: 12 y 10 m. Esto debe ser verificado en la etapa de diseño detallado.

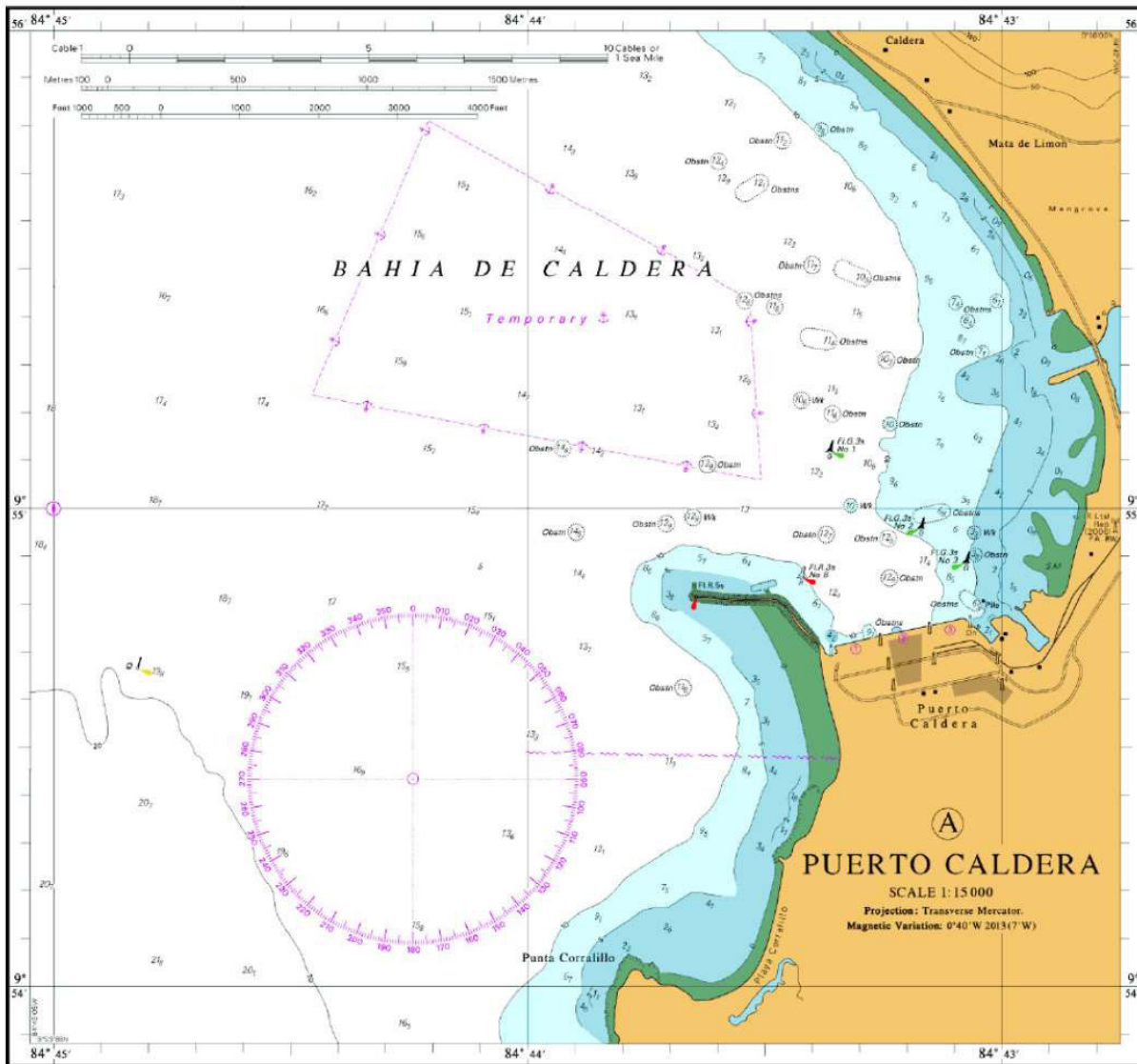


Figura 2-6 Carta náutica de Puerto Caldera

## 2.3 Evaluación de las infraestructuras y superestructuras existente

### 2.3.1 Rompeolas

Para 1981 Puerto Caldera contaba con un rompeolas de una longitud de 250 metros, Figura 2-3. El rompeolas se diseñó originalmente para resistir oleajes con olas significativas de  $H_{1/3} = 3$  m; sin embargo, en las ocasiones en que ha sufrido daños las olas habrían tenido un  $H_{1/3}$  superior a este valor de diseño. Actualmente el rompeolas está en proceso de reparación (rehabilitación y reforzamiento). Las funciones del rompeolas son controlar el oleaje, para asegurar las operaciones portuarias, y retener el volumen de sedimentos que entra al interior de las dársenas como se aprecia en las batimetrías. Sin embargo, en este momento, la sedimentación está pasando el rompeolas ya que la playa frente al rompeolas se ha construido completamente y está en equilibrio con las condiciones hidrodinámicas (principalmente olas de fondo). Además, el tiempo de inactividad en Puesto # 4 y en menor medida en los Puestos # 1- # 3 se experimenta debido a las olas que difractan y refractan alrededor del rompeolas y se propagan hacia los atracaderos donde inducen (grandes) movimientos de barcos que afectan negativamente las operaciones de manejo del barco y causan un tiempo de inactividad de alrededor del 10% en el puesto # 4. Estos problemas se abordan en la Tarea 7, donde se presenta y discute el plan maestro.

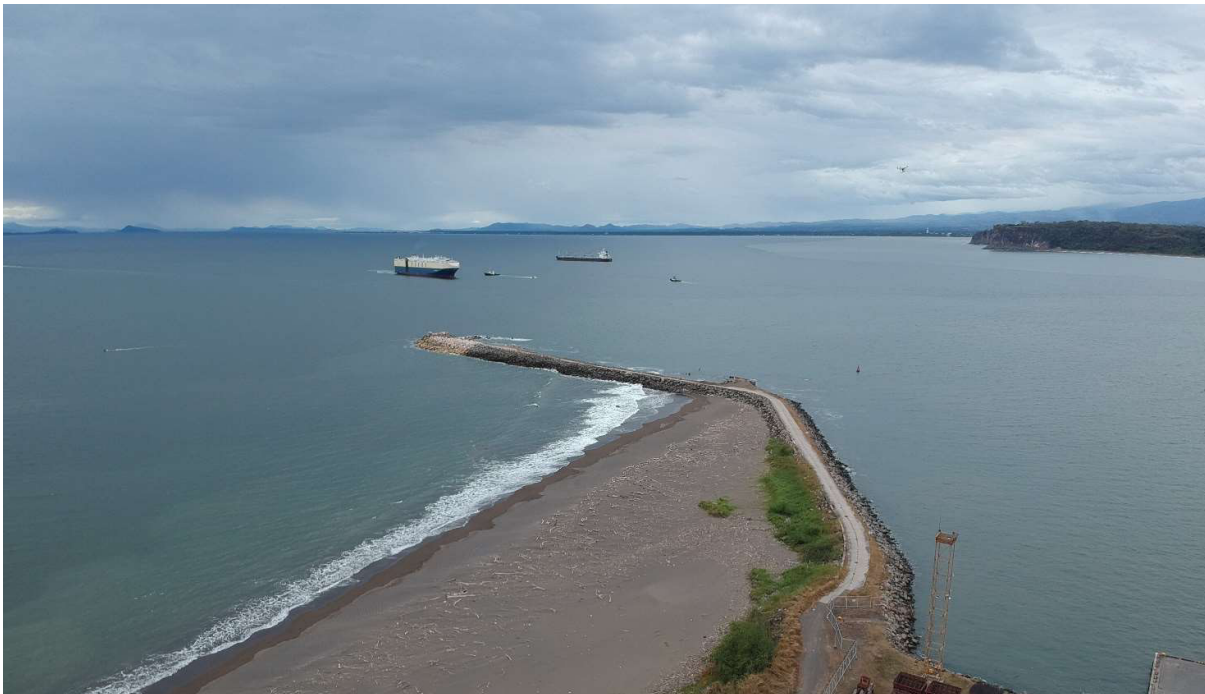


Figura 2-7 Rompeolas de Puerto Caldera

Desde un inicio se dieron problemas de sedimentación, motivo por el cual el rompeolas se amplió 50 metros cambiando la dirección del mismo 45° hacia el oeste respecto al alineamiento principal.

Entre 1981 y 1992 se continuó alargando en esta misma dirección para contener los sedimentos que continuaban ingresando; sin embargo, se vio afectado por tormentas con fuertes oleajes y siguió perdiendo longitud e ingresando arena al puerto. La longitud máxima del rompeolas alcanzada en este periodo fue de 315 metros. Al final de este periodo tenía 272 metros de longitud, 78 metros menos que los 350 metros recomendados en el estudio JICA de 1986.

Entre 1992 y 2000 no hubo más obras y la longitud se conservó en 272 metros. En 2001 se amplió de nuevo un total de 123 metros hasta llegar a los 395 metros. Debido a una tormenta en 2002 se produjeron nuevos daños a la estructura del rompeolas reduciendo de nuevo su longitud a 335 metros.



En el año 2011 se perdieron aproximadamente 16 metros por fuertes condiciones de oleaje, llegando a una longitud de 320 metros, que es la longitud disponible hasta la fecha.

El rompeolas tiene una estructura de tipología en talud que consta principalmente de un terraplén de materiales pétreos (rocas) y elementos artificiales de concreto (dolos), colocados en diferentes capas. Los pesos de las rocas que lo conforman varían entre 4-8 toneladas; a partir de la ampliación del año 2001 se utilizaron dolos con un peso de 3.5 toneladas, sección H-H Figura 2-6. En el informe de 2004, según Royal Haskoning, se deberían haber utilizado elementos artificiales de hormigón de 15-25 toneladas, que nunca se colocaron.

A fecha de agosto de 2013, según el informe de Factibilidad de Proyecto de la Rehabilitación y Reforzamiento del Rompeolas de Puerto Caldera, el morro del rompeolas estaba compuesto por un manto de protección de rocas con un rango entre 3 a 8 toneladas. Posteriormente el MOPT, entre 2014 y 2016, colocó provisionalmente rocas de coraza con un peso entre 8 y 15 t en el extremo del morro y los 60 m contiguos a este en la cara externa en el cuerpo.

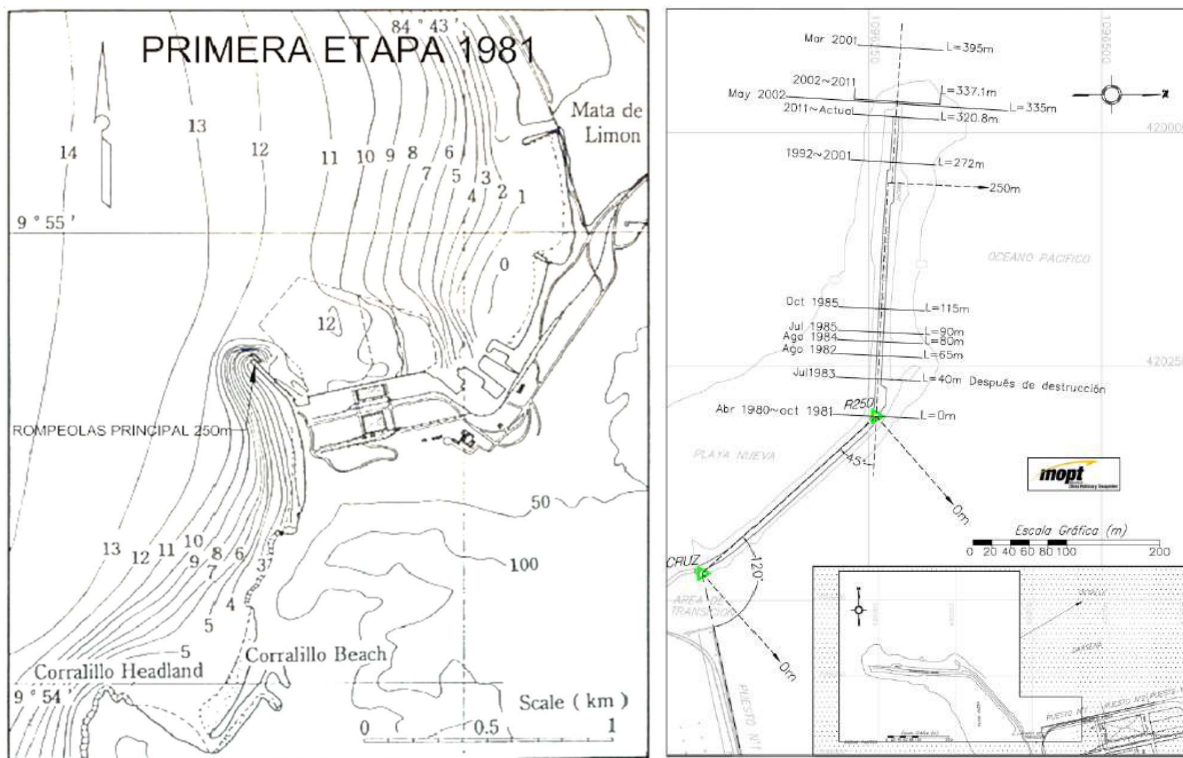


Figura 2-8 Puerto Caldera en 1981 con la longitud del rompeolas (izquierda) y su evolución entre 1981 y 1992 (derecha)

En la siguiente figura se observa la problemática de sedimentación en Puerto Caldera, como los sedimentos se van acumulando principalmente en el puesto 1, esto hace que los buques atracados en el mismo se desplacen e invadan el puesto 2 por razones de eslora.



Figura 2-9 Problemática de sedimentación en las dársenas de puerto Caldera en la actualidad

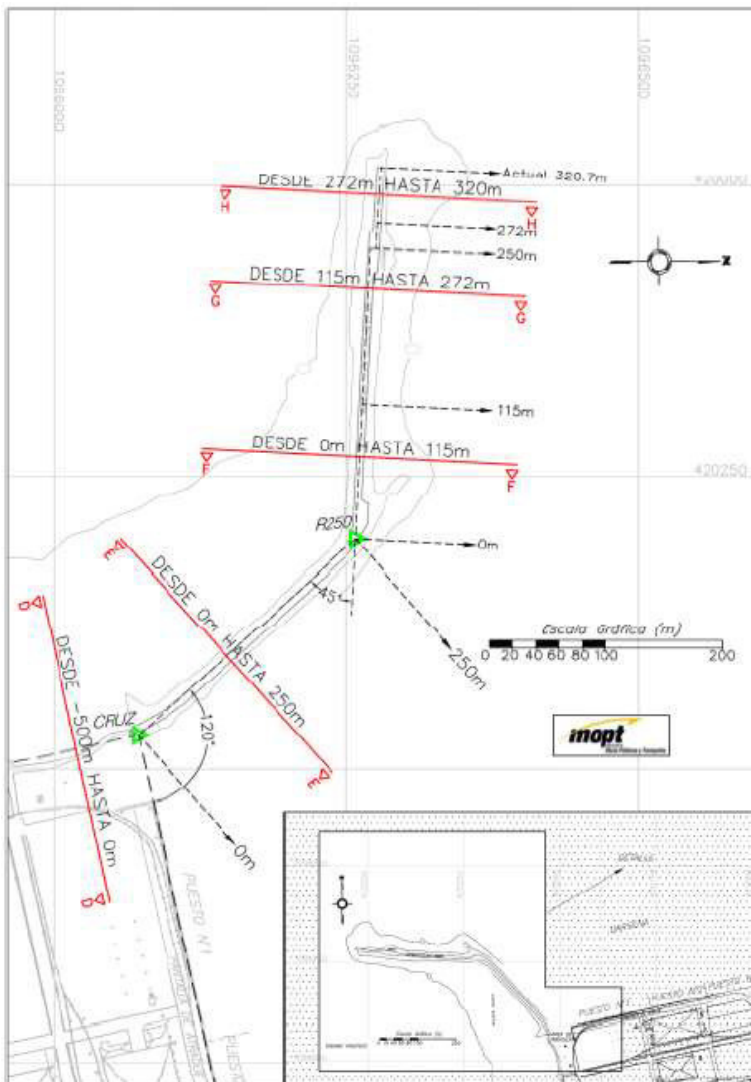


Figura 2-10 Planta y secciones del rompeolas de Caldera en 2012

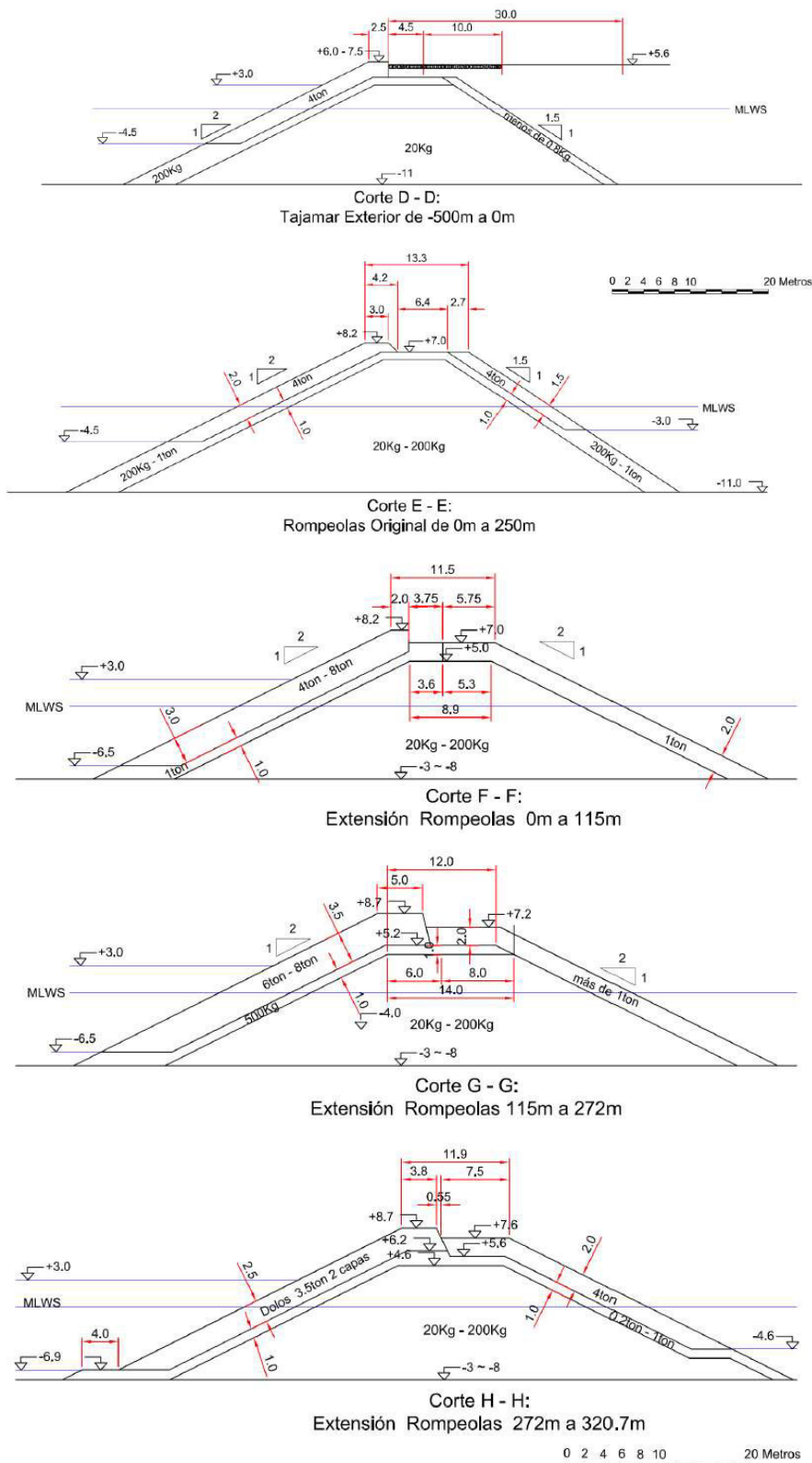


Figura 2-11 Secciones del rompeolas de Caldera

En la siguiente imagen se muestran los taludes visibles, los taludes bajo el mar (de protección de fondo) y el rompeolas.





Figura 2-12 Taludes en Puerto Caldera

### 2.3.2 Muelles

El puerto cuenta con cuatro puestos de atraque. Los puestos de atraque fueron diseñados y construidos para diferentes profundidades de operación: -11.0m, -10.0m, -7.5m y -13.0m; los puestos del uno al tres se ubican a lo largo de un muelle marginal de 490m de largo; el puesto No. 4 fue construido recientemente y su acceso se da por medio de un puente; no tiene áreas marginales de apoyo.



Figura 2-13 Esquema de Puerto Caldera

Frente a estos puestos se encuentra la dársena de maniobras. El detalle de los puestos se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 2-5 Características de los puestos en Puerto Caldera

Puesto No.	Profundidad (m)	Longitud (m)
No. 1	-11,0	210
No. 2	-10,0	150
No. 3	-7,5	190
No. 4	-13 presente (-16 diseño)	250 (ver Figura 2-9) 180 (plataforma)

### 2.3.3 Patios y Bodegas

Puerto Caldera tiene 7 patios de almacenamiento con un área abierta de aproximadamente 110,000 m<sup>2</sup>. Además, el puerto tiene dos bodegas para almacenamiento cubierto con un área de 12,600 m<sup>2</sup>.

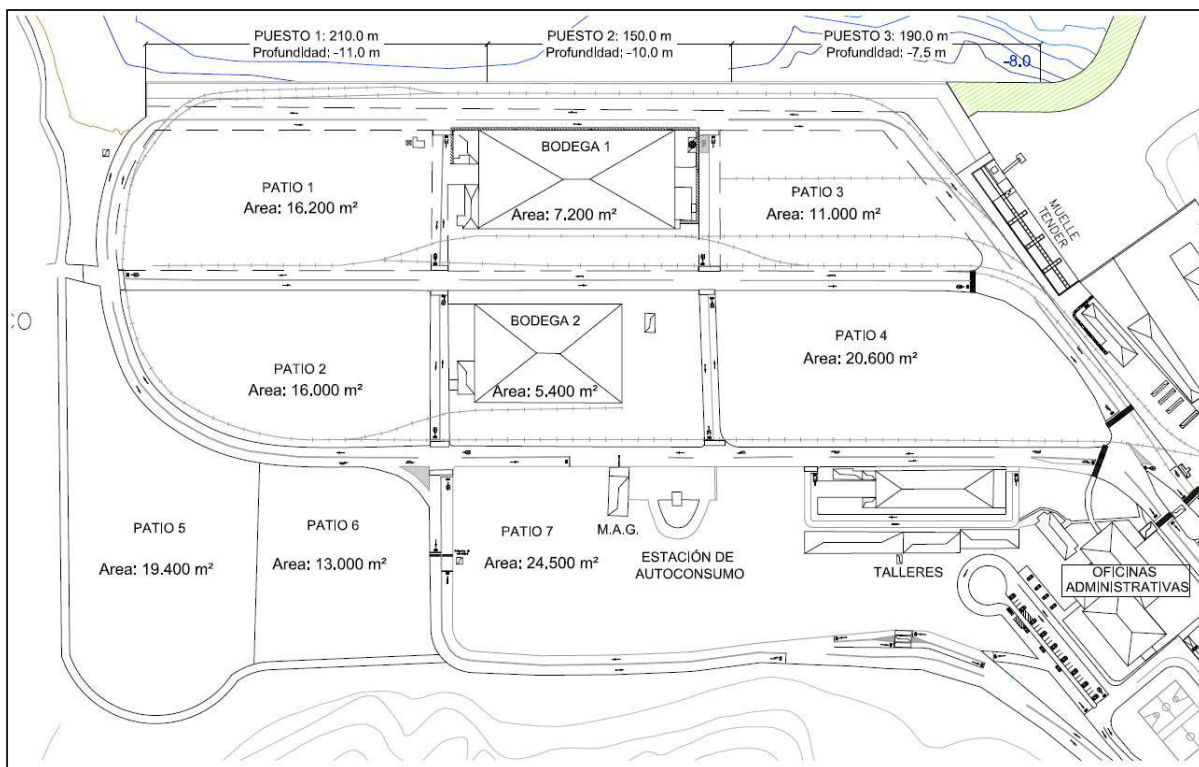


Figura 2-14 Descripción general de las áreas de patio en Puerto Caldera

Fuente: SPC

### 2.3.4 Entradas y Parqueaderos de Camiones

Dentro del área del puerto hay 3 puertas (entradas / salidas),

- El Ingreso principal del puerto
- Puerta 1
- Puerta 2

El Ingreso principal del puerto tiene 2 carriles de entrada y salida; este acceso no tiene básculas.



Figura 2-15 Las puertas de puerto Caldera





*Figura 2-16 La puerta-1 de puerto Caldera*

La puerta 1 tiene 4 carriles, 2 entradas y 2 salidas. Hay 2 basculas, una para la entrada y una para la salida.



*Figura 2-17 Puerta-1 de entrada / salida.*



*Figura 2-18 La puerta 2 tiene 2 carriles, 1 para entrada y una para la salida. No tiene basculas*



*Figura 2-19 Estación de pesaje con una báscula por sentido*

Acceso y estación de pesaje en lado sur del recinto portuario. El acceso se compone de un carril de entrada y un carril de salida. La estación de pesaje se compone de un carril de entrada y un carril salida, ambos adaptados con basculas.





*Figura 2-20 Parqueadero para camiones y cabezas*

Este parqueadero es utilizado principalmente por camiones de contenedores y carga general.

Actualmente hay un parqueadero para camiones cerca de la 'segunda' entrada del puerto. Este estacionamiento tiene una capacidad de aproximadamente 62 camiones, pero algunos son muy ajustados o demasiado apretados para entrar o salir. Prácticamente, solo hay alrededor de 40-50 lugares para camiones.

### 2.3.5 Área Administrativa

El área Administrativa está ubicada cerca de la entrada del puerto y tiene su propia área de estacionamiento para su personal. El edificio de administración es un edificio de dos niveles tanto para la concesionaria como para el INCOP y otras agencias y entidades gubernamentales.

### 2.3.6 Áreas de uso portuarias actuales (zonas funcionales)

El área total del puerto es aproximadamente 32 ha (excluyendo el área de agua y el rompeolas). El área del puerto incluye aproximadamente 11 ha de patios de almacenamiento. Además, Puerto Caldera tiene las siguientes instalaciones generales dentro de los límites de la terminal:

Sistemas de iluminación, Sistema eléctrico con bancos de transformadores, Sistema de agua potable, Sistema de aguas Negras, CCTV, cerramiento perimetral, soda operativa y dos plantas de tratamiento de aguas

- Puerta principal 2xentrada y 2xsalida.
- 65 estacionamientos para camiones.
- Estacionamiento de visitantes.
- Dos bodegas.
- Hangar de maquinaria.
- Oficina administrativa.
- Taller.
- Gasolinera.
- Cuatro básculas de pesaje de camiones.

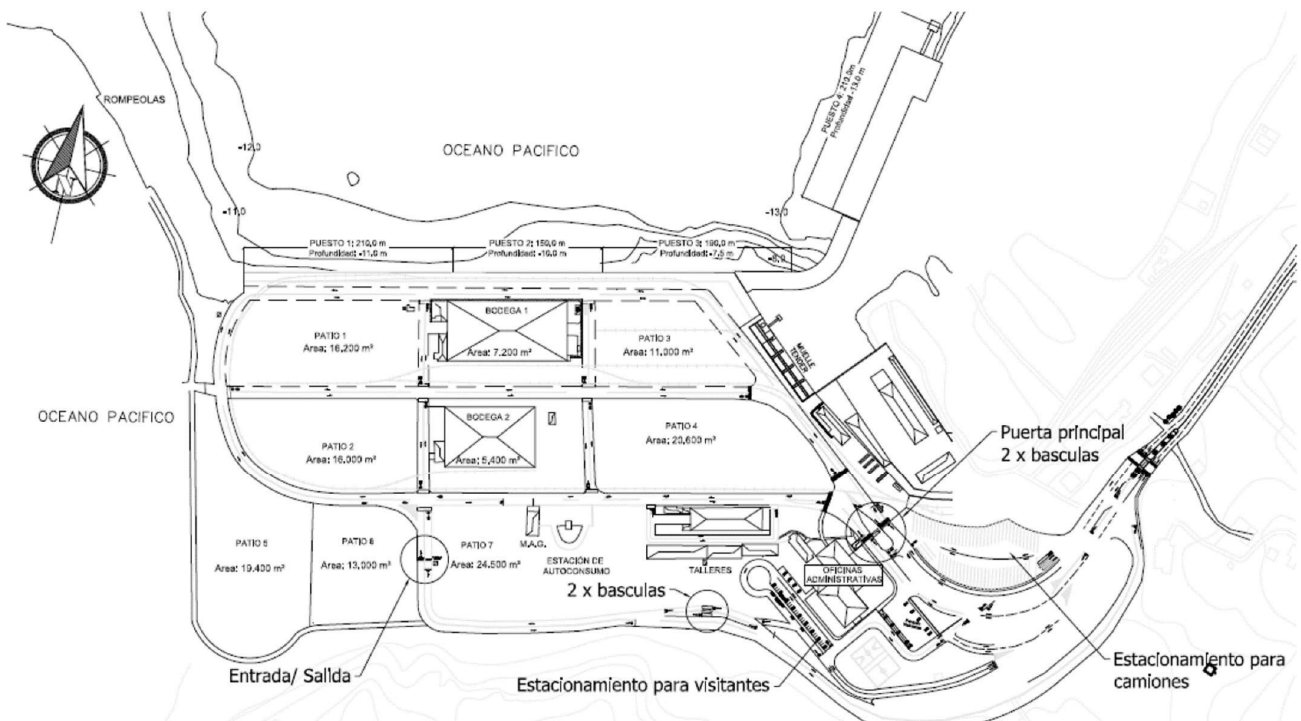


Figura 2-21 Áreas de uso portuarias

### 2.3.7 Estado de infraestructura

El estado de la infraestructura de Puerto Caldera se resume en las tablas siguientes; en las mismas se analizan los componentes principales del puerto que inciden en su operación; no se consideran los edificios administrativos e instalaciones menores que han sido valoradas por el INCOP y la sociedad portuaria y que se encuentran documentados en la información que nos ha sido entregada y que está disponible en dichas instituciones.

La descripción del estado de la infraestructura del puerto, que se presenta a continuación, no pretende ser detallada para cada componente de la estructura (lo que es parte del programa de mantenimiento preventivo y/o correctivo del puerto); sino una descripción general de su estado y el de sus elementos principales. Para una descripción detallada del estado de cada componente se llevan a cabo las inspecciones e informes del plan de mantenimiento del puerto, que pueden ser consultados para tener mayor detalle. Por esto, no se incluyen el estado de los edificios, las torres y postes de iluminación; los sistemas eléctricos, sistemas de aguas pluviales, sistema de agua potable, sistema contra incendios, defensas marinas, señalamiento horizontal, señalamiento vertical, cerramiento perimetral y sistemas de vigilancia.

No es parte de este estudio hacer una inspección detallada de cada elemento ni se pretende definir las acciones de mantenimiento que deban realizarse; solo se pretende identificar el estado del puerto. De esta forma, el estado que se consigna a continuación para cada componente no pretende definir los elementos que requieren un mantenimiento preventivo y o correctivo, ni el mantenimiento que se les deba dar; sino más bien valorar si el componente y o sus elementos cumplen con el objetivo esperado; de acuerdo con:

- Si cumple con el objetivo el componente se clasifica en buen estado o bueno,
- Si a pesar de cumplir razonablemente bien con el objetivo el elemento o componente presenta un estado de deterioro tal que deba dársele mantenimiento preventivo y o correctivo (que debería definirse en las inspecciones definidas en los planes de mantenimiento), se le asigna un estado regular.
- Si a pesar de estar en uso el estado de deterioro afecta la operación o rendimiento, se le define como en estado malo.

Teniendo presente lo anterior, la definición del estado de la infraestructura del puerto se ha hecho considerando informes de diagnóstico de la misma, la información disponible y estudios anteriores hechos por el Consultor y la auscultación visual que se ha llevado a cabo; debe tenerse presente que estas últimas no consideran mediciones, tomas de muestras, etc.

A continuación, se presenta el estado de la infraestructura de Puerto Caldera:

*Tabla 2-6 Estado de la infraestructura de Puerto Caldera*

Puestos 1, 2 y 3			
Componente	Elemento	Estado	Observaciones
Pantalla de atraque	Protección catódica	Bueno	Se hacen inspecciones y se da mantenimiento de ser necesario. De acuerdo con los últimos estudios hay zonas limitadas que deberían ser sujeto de mantenimiento
	Superficies de ruedo	Regular	Para un mayor detalle se debe revisar el informe de diagnóstico realizado en el año 2015 de diagnóstico del estado de la infraestructura
	Tablestacas de acero	Bueno	Se hacen inspecciones, los espesores son similares a los del diseño original
	Bitas y defensas	Bueno	
	Vigas corona concreto	Regular	La viga corona está ubicada en la parte superior de las tablestacas de acero; esta se utiliza para fijar las defensas, bitas y bordillos; además de ser la transición entre las tablestacas de acero y los pavimentos detrás de este. Si bien el estado se consigna como regular no afecta al día de hoy sus funciones; sin embargo, este deterioro, aunque es poco probable por el estado presente, podría afectar las defensas y bitas principalmente.

Puestos 4			
Componente	Elemento	Estado	Observaciones
Superestructura	Superficie de ruedo	Bueno	Hay fisuramiento no estructural, debido a contracción del concreto
	Bitas y defensas	Bueno	
Subestructura	Protección catódica	Bueno	Se hacen inspecciones anuales y se da mantenimiento de ser necesario
	Recubrimiento concreto	Bueno	
	Pilotes	Bueno	

Puente de acceso P4			
Componente	Elemento	Estado	Observaciones
Superestructura	Superficie de ruedo	Bueno	Hay fisuramiento no estructural, debido a contracción del concreto
	Bitas y defensas	Bueno	
Subestructura	Protección catódica	Bueno	Se hacen inspecciones anuales y se da mantenimiento de ser necesario
	Recubrimiento concreto	Bueno	
	Pilotes	Bueno	
Areas apoyo del puerto (Superficies de ruedo)			
Componente	Elemento	Estado	Observaciones
Calles internas	Concreto	Bueno	Para un mayor detalle se debe revisar el informe de diagnóstico del estado de la infraestructura
	Adoquines	Regular	Para un mayor detalle se debe revisar el informe de diagnóstico realizado en el año 2015 del estado de la infraestructura



Tabla 2-7 Estado de la infraestructura de Puerto Caldera

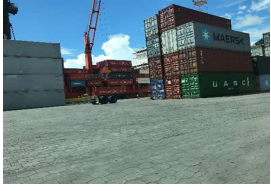









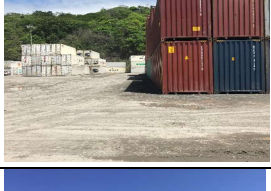
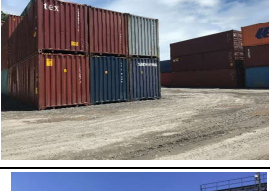




COMPONENTE	ELEMENTO	ESTADO			OBSERVACIONES
Patio 1	Adoquines	regular			Para mayor detalle revisar informe de diagnostico del estado de la infraestructura.
Patio 2	Lastre	regular/malo			Para mayor detalle revisar informe de diagnostico del estado de la infraestructura.
Patio 3	concreto	regular/malo			Para mayor detalle revisar informe de diagnostico del estado de la infraestructura. Hay zonas muy deterioradas que si presentan estado malo.
Patio 4	tierra	malo			Para mayor detalle revisar informe de diagnostico del estado de la infraestructura.
Patio 5	tierra	malo			Para mayor detalle revisar informe de diagnostico del estado de la infraestructura.
Patio 6	lastre	bueno			Para mayor detalle revisar informe de diagnostico del estado de la infraestructura.
Patio 7	Losa concreto	En construcción			
Patio 7b	tierra	malo			Se define como la sección que queda libre despues de completar el área del patio 7 dedicado a contenedores refrigerados. Tiene mayor impacto mayor en caso de lluvias.

Tabla 2-8 Estado de las bodegas

Bodegas			
Componente	Elemento	Estado	Observaciones
Carga general	Marcos acero	Bueno	
	Pisos concreto	Regular/malo	Hay grietas y o fisuras en pisos
	Cerramientos	Bueno	

## 2.4 Plan de operación

El puerto de Caldera solo está conectado por carretera. La vía ferroviaria existente no está en servicio actualmente. Esto significa que toda la carga sale y entra por carretera (camiones) a través de las puertas existentes (ver sección 2.3.4).

Las carreteras internas en las terminales se encuentran entre los patios (ver Figura 2-17 color azul) donde se almacenan los contenedores y otra carga. Estas vías se utilizan para circular el tráfico portuario. Tanto los camiones exteriores como los vehículos de puerto tales como los tractores terminales usan estos caminos.

Los camiones a granel utilizan estas vías para conducir entre el puesto 4 y la puerta de camiones a granel (Puerta-2) y la estación de pesaje.

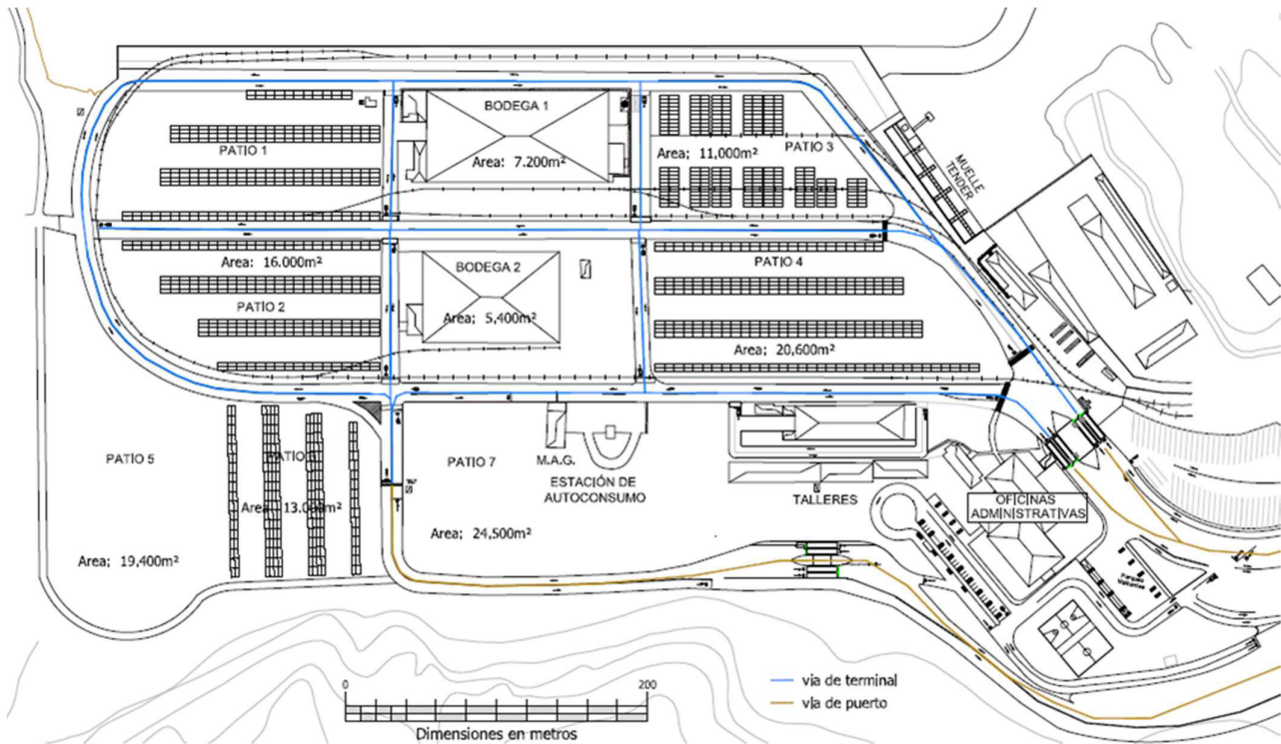


Figura 2-22 Vías de puerto

## 2.5 Accesos terrestres

Solo hay 2 caminos de acceso hacia y desde el puerto de Caldera, ruta 27 y ruta 23.



Figura 2-23 Vías de acceso de Puerto Caldera

**Sistemas de Transporte para el Puerto.** El Plan Maestro debe mostrar los sistemas de transporte que alimentarán al puerto. En el caso de Caldera las posibilidades a estudiar están circunscritas al transporte vial y al transporte por ferrocarril. Este último no tiene una actividad que cubra los requerimientos para uso del puerto, pero debe considerarse en el plan considerando que ya existe la infraestructura y podría ofrecer una opción competitiva. El transporte vial existe, pero su capacidad está muy limitada para el desarrollo futuro a menos que se amplíe la capacidad en varios sectores donde el número de carriles deberá ampliarse. La capacidad del sistema vial debe permitir un acceso directo al puerto sin interrupciones por falta de capacidad o de puentes de intercambio adecuados. El número de carriles, la calidad de pavimento, la seguridad vial, la facilidad de acceso entre otras deben ser condiciones adecuadas al tráfico generado en el puerto.

Existen dos rutas principales de acceso a Puerto Caldera.

### Ruta 27

El Estado de Costa Rica, a través del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, encomendó, mediante la figura de Concesión, el diseño, planificación, financiamiento, construcción, rehabilitación, ampliación, reparación, mantenimiento y conservación de la Carretera San José – Caldera (Ruta Nacional N°27) a la Sociedad Concesionaria Autopistas del Sol S.A.; la cual opera bajo el nombre comercial Globalvia Ruta 27).

La Ruta Nacional 27 consta de 76.8 km de longitud. Inicia en el Parque Metropolitano de La Sabana, en la provincia de San José y termina en Caldera, Puntarenas. Su construcción inició en Mayo del año 2008 y finalizó en Enero del 2010. La velocidad de circulación a lo largo de toda la carretera es de 80 km/h.

La autopista consta de tres secciones principales, el primer tramo es entre San José (km 0) y Ciudad Colón con 14.2 km y tiene 2 carriles por sentido excepto en los intercambios de circunvalación y el Centro Comercial Multiplaza Escazú, en donde se amplía a 3 carriles por sentido.

El segundo tramo es de Ciudad Colón a Orotina y consiste en 38.8 km. La mayor parte del trayecto tiene 1 carril por sentido y se amplía 1 carril más para el ascenso, esto en los tramos montañosos. Este sector tiene



problemas en la estabilidad de los taludes, lo que ha provocado derrumbes y cierres temporales, principalmente en los meses más lluviosos (de agosto a octubre).

El último tramo de 23.8 km es de Orotina a Caldera, consta de 1 carril por sentido, pero se amplía en los pasos a desnivel a dos carriles por sentido.

En la gráfica siguiente se presenta el tránsito promedio diario a lo largo de la carretera, iniciando en San José y terminando en Caldera; de igual manera y en forma de barras, los diferentes tiempos de viaje por cada segmento a diferentes horas del día y días de la semana.

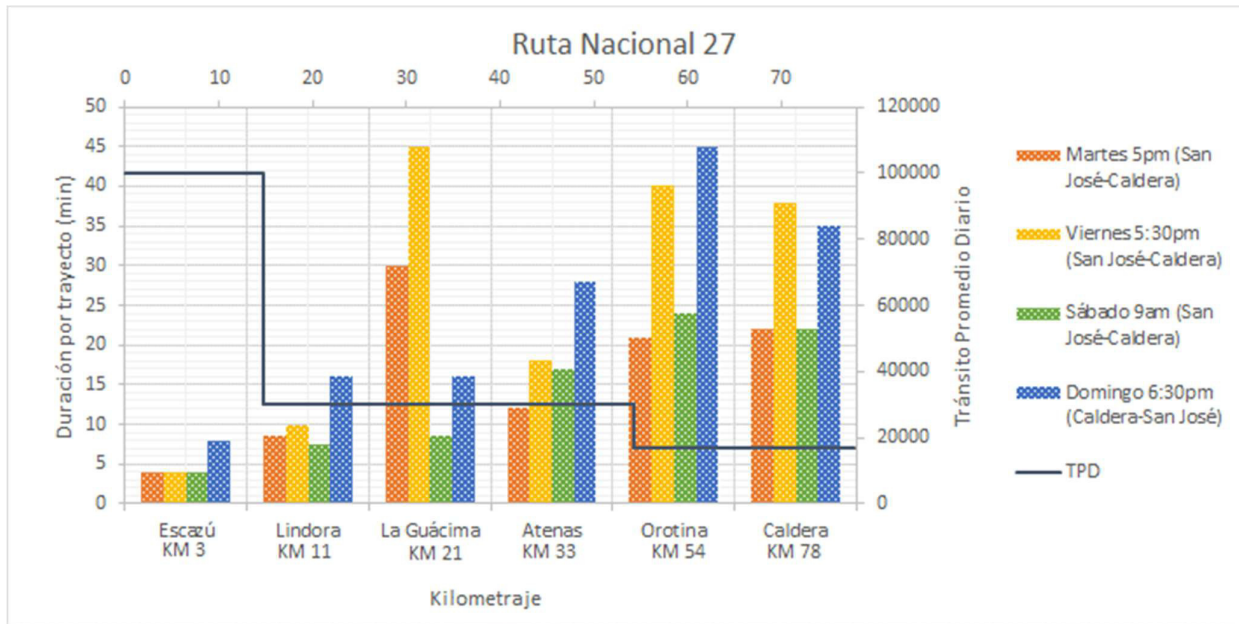


Figura 2-24 Gráfico 1 RN27 Elaboración propia basada en información MOPT

En el gráfico siguiente se presentan los tiempos de viaje acumulados a lo largo de la ruta 27, en ambos sentidos y para diferentes días de la semana.



Figura 2-25 Gráfico 2 RN27 Elaboración propia basada en información MOPT



### Ruta 23

La ruta 23 une Caldera con Barranca. Tiene 13 km de longitud y va desde la entrada a Puerto Caldera hasta la unión con la Ruta Nacional 1 en Barranca. Cuenta con 2 carriles, uno por sentido.

Esta carretera presenta una problemática importante ya que durante mareas y oleajes extraordinarios un tramo de la carretera se inunda y se vuelve intransitable, lo cual afecta la comunicación entre la Ruta 27 y la Interamericana Norte RN1.

En la gráfica siguiente se presenta el tránsito promedio diario a lo largo de la carretera; de igual manera y en forma de barras, los diferentes tiempos de viaje por cada segmento a diferentes horas del día y días de la semana.

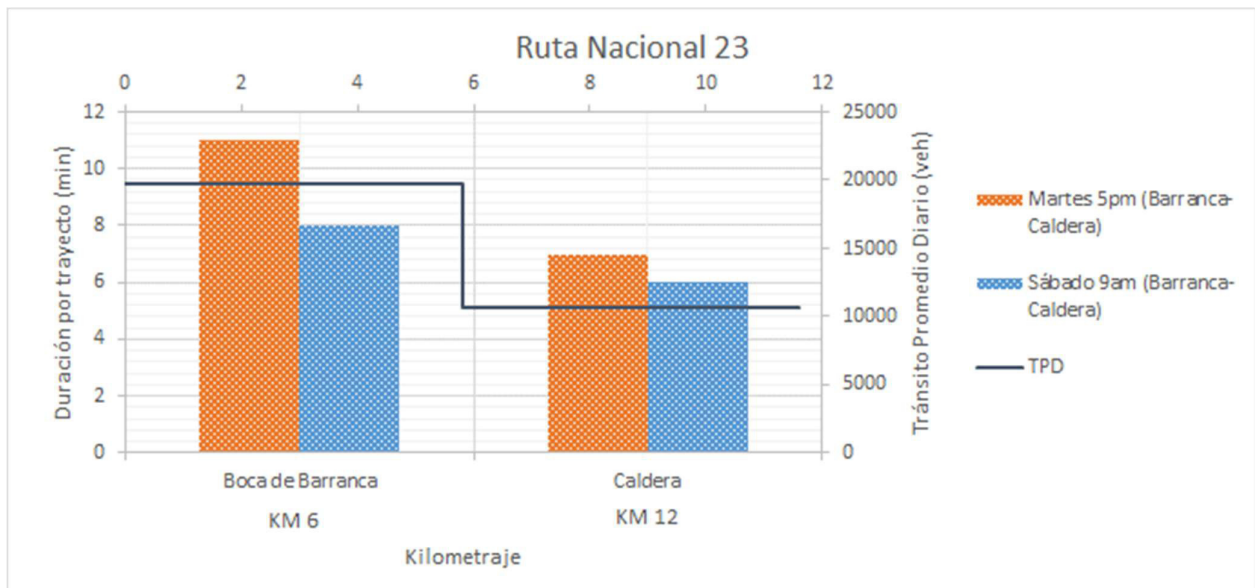


Figura 2-26 Gráfico 1 RN23 Elaboración propia basada en información MOPT

En el gráfico siguiente se presentan los tiempos de viaje acumulados a lo largo de la ruta 23, en un sentido y para diferentes días de la semana.



Figura 2-27 Gráfico 2 RN23 Elaboración propia basada en información MOPT

En las gráficas siguientes presenta las mediciones de deflectometría (FWD) y del índice de regularidad internacional para esta ruta; las zonas en rojo indicarían un deterioro mayor y da una idea de que el mantenimiento puede ser requerido.

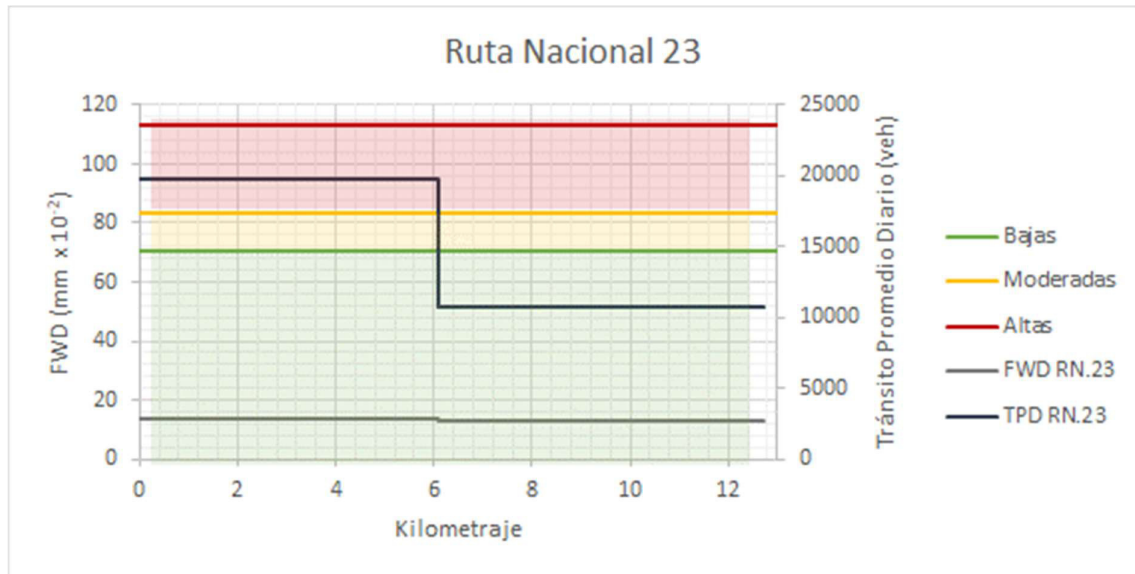


Figura 2-28 Gráfico 3 RN23 Elaboración propia basada en información MOPT

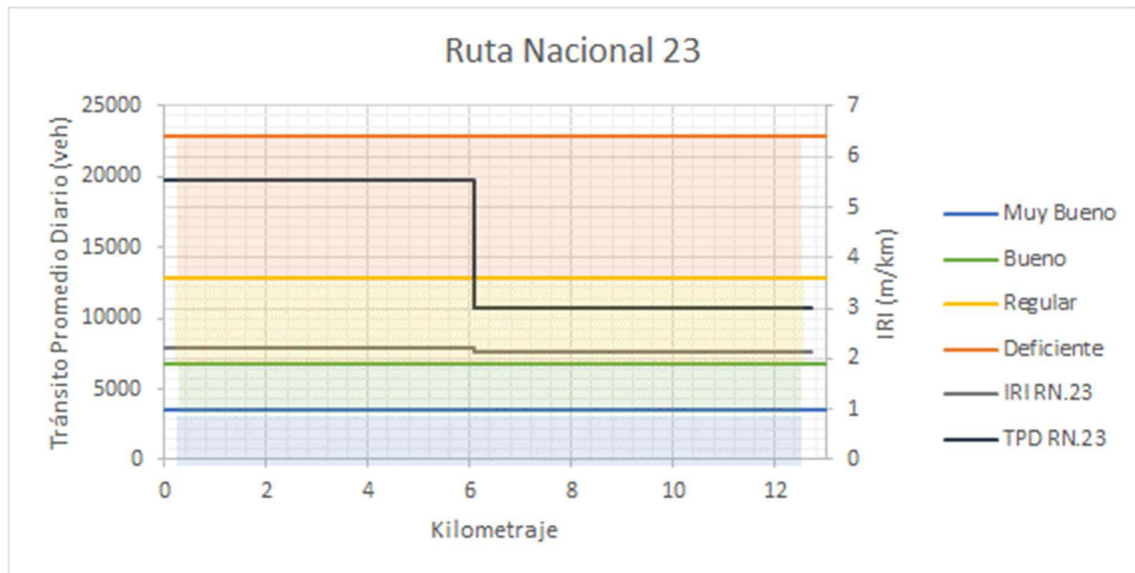


Figura 2-29 Gráfico 4 RN23 Elaboración propia basada en información MOPT

Para la funcionalidad del puerto es vital tener una interconexión ágil y permanente tanto con las redes de transporte existentes (terrestres y marítimas) como con los centros de producción y consumo. Por consiguiente, las implicaciones que tendría el hinterland en el Plan Maestro de Puerto Caldera serán desarrolladas en la Tarea 9.

## 2.6 Análisis de los procedimientos y operaciones portuarias (incluyendo el equipamiento)

Los contenedores son descargados por grúas portuarias móviles y por las grúas de barcos; son cargados en equipos de la terminal y viceversa para los contenedores de exportación.

Los contenedores se transportan al patio de almacenamiento por medio de equipos de la terminal (remolques internos). Estos contenedores son descargados por reachstackers que los apilan llenos hasta un máximo de 4 contenedores de altura y vacíos hasta un máximo de hasta 5 o 6 contenedores de altura. En el informe Tarea 7 se analice la cantidad de equipos necesarios para el futura carga.

Los contenedores son cargados en los patios por reachstackers en camiones privados y salen por la puerta de acceso hacia su destino final.

No hay instalaciones de almacenamiento para productos de gráneles sólidos en la terminal, todos los granos se transportan directamente al interior por camiones a granel. Los gráneles sólidos se descargan desde la bodega de los buques con las grúas de buque y / o grúas móviles del puerto en tolvas móviles que descargan directamente en camiones a granel.

Hay espacio limitado de estacionamiento para camiones en Puerto Caldera, lo que dificulta la descarga de graneleros secos; Normalmente, los camiones a granel se pesan en una báscula al entrar y salir de la terminal.

Por Puerto Caldera se importan vehículos nuevos y usados; la cantidad promedio de embarque (Call size) en 2017 fue de 400 vehículos por llegada de embarcación. Los vehículos nuevos se descargan directamente a los patios. Los autos se estacionan en los patios de almacenamiento 5 y 7. El tiempo de permanencia (Dwell time) de los vehículos en el patio se estima en 3 días.

Los buques de carga general tienen un promedio de embarque (Call size) de aproximadamente 8,000 toneladas. La carga es descargada o cargada por grúas portuarias o por grúas de barcos y es transportada por remolques a las áreas de almacenamiento. La Carga General se almacena en un área abierta o en una de las bodegas.

Puerto Caldera importa actualmente una cantidad insignificante de líquidos. En 2013 se manejó un total de 181,000 t de gráneles líquidos; sin embargo, en los últimos años el volumen de carga líquida se ha reducido significativamente.

## 2.7 Resumen de los planes de desarrollo actuales, propuesto o en marcha, y su impacto en el nuevo Plan Maestro

### 2.7.1 Planes de SPC/SPGC

Los planes recomendados por SPC/SPGC se presentaron por medio de un video durante las primeras semanas de enero de 2018 y se pueden calendarizar de la siguiente manera:

1. Profundización de puestos de atraque añadiendo un nuevo muro de muelle frente a los antiguos (1, 2, 3) incluida la instalación de grúas STS y RTG.
2. Mejorar la frecuencia de dragar.
3. Ampliación de rompeolas.
4. Traslado de bodegas a los patios 5 y 6.
5. Traslado de Estación de Autoconsumo, Talleres, Arco de fumigación.
6. Mejorar los patios y pavimentar.
7. Construir parqueos para camiones.

Estos planes tendrían un impacto en la capacidad actual de puerto, la utilización del espacio, y el desempeño operacional. Los informes de las tareas 7 y 8 se analizarán estos planes y su posible incorporación dentro del plan maestro.

## 2.7.2 Planes de INCOP / MOPT

En opinión del MOPT el Plan Maestro se debe enfocar principalmente al tema de carga y no a aspectos turísticos (marinas y atracaderos turísticos), aunque si debe incluirse el tema de cruceros ya que son responsabilidad del INCOP. El desarrollo de marinas y atracaderos turísticos de la Ley No. 7744 que es responsabilidad del ICT.

Para el periodo de ejecución de 2011-2035 el objetivo de MOPT es (ver informe Tarea 1, 2 y 3, p. 194): Orientar las inversiones que proporcionen un transporte más eficiente y al menor costo posible, mejorando la organización del sector, delimitando responsabilidades, y por ende, mejorando la competitividad del sector y su posicionamiento internacional.

El Plan busca identificar las líneas estratégicas de actuación que conduzcan a que el sistema de transportes mejore en términos generales:

- Eficiencia (infraestructuras, recursos, capacidades y procedimientos).
- Competitividad (servicios, calidad y coste).
- Seguridad (accidentes y actos ilícitos).
- Sostenibilidad (impacto medioambiental e integración ciudad – puerto).

En el Plan Nacional de Transportes de Costa Rica (2011) hay una descripción de objetivos del horizonte 2035 del MOPT. En resumen y con respecto de puerto Caldera los objetivos son:

- Disponer de un sistema de transportes moderno, en el que la intermodalidad, funcionalidad, capacidad y adecuada conservación sean aspectos fundamentales del mismo. También es el objetivo de integrar el sistema de transportes en el Plan Maestro, y elaborar el sistema existente. De esta manera, pretende incluir un servicio de cabotaje internacional con El Salvador así como un servicio de cabotaje nacional entre Bahía Caldera y Puerto Paquera.
- Crear economías de escala en los recintos portuarios e integrarse en el comercio internacional acorde a las buenas prácticas, recomendaciones y normativa internacional.
- Facilitar la entrada del sector privado en la gestión de las infraestructuras, bajo el liderazgo, rectoría y control del MOPT, sin ceder aspectos relacionados con la planificación estratégica, ordenación y servicios comunes o con la gestión de los servicios de seguridad, navegación o regulación de tráfico. También construir un caso de buenas prácticas en la gestión de sistemas de transporte en el ámbito continental. Y otro objetivo de gestión es de minimizar el impacto en el ambiente del sistema de transportes, asegurando la sostenibilidad del mismo en años venideros.
- Alcanzar el punto de autofinanciamiento de las infraestructuras portuarias y aeroportuarias internacionales, a través de un Sistema adecuado de tarifas para los servicios.
- 

## 2.7.3 Otras

RECOPE ha desarrollado un plan para construir una terminal en el Golfo de Nicoya, que funcionaría como una instalación de respaldo para las instalaciones del Atlántico (en caso de interrupción de los servicios portuarios en Limón). Además, compró las antiguas instalaciones de Fertica (monoboya y estación de bombeo en Barranca), y las reemplazaría con nuevas instalaciones en la misma ubicación. El proyecto incluye la instalación de una Monoboya de 80 mil toneladas. La ejecución sería de mediano a largo plazo. La Monoboya propuesta estaría colocada justo en el medio de las rutas marítimas. RECOPE aún no ha planteado ninguna alternativa, ni han contactado a los pilotos ni al INCOP.

## **2.8 Análisis de la capacidad portuaria conforme a las razones de productividad actuales**

### **2.8.1 Introducción**

En esta sección, se analizará la capacidad del puerto de Caldera. El análisis se basa en el uso de la infraestructura y el equipo existentes, incluida la grúa móvil portuaria recientemente adquirida (2018).

En las diversas secciones, se calculará la productividad marítima y del lado de tierra. La información del informe de las tareas 1, 2 y 3 se utilizarán en estos análisis.

La pregunta clave es: ¿Cómo medir la capacidad de los puertos y terminales?

La respuesta: en general, la capacidad del puerto es en principio una función del calado (ver Tabla 2-17), la longitud del atraque, el área de patio, la densidad del patio y las horas de funcionamiento y las cifras teóricas de productividad de manejo de carga comparadas con otros puertos.

Los indicadores clave de rendimiento (KPI) se usarán para calcular la productividad del puerto.

Sin embargo, la "productividad" de muchos puertos y terminales está realmente muy por debajo de su 'capacidad' inherente. Los dos temas interrelacionados se pueden describir de la siguiente manera:

- Capacidad: Una medida de los volúmenes que puede manejar un puerto o terminal con una calidad de servicio definida.
- Productividad: Una medida de la efectividad y eficiencia reales de una operación y su comparación o 'punto de referencia' contra otros puertos y para los clientes, un reflejo del nivel de servicio a recibir.

### **2.8.2 Productividad (Indicadores clave de rendimiento, KPI)**

#### **2.8.2.1 Introducción**

Los KPI (Indicadores clave de rendimiento) son indicadores que se utilizan en los puertos para medir la productividad con el fin de compararlos dentro del puerto o con otros puertos similares. En algún momento en los contratos de concesión, estas cifras se utilizan para medir el rendimiento y establecer descuentos cuando el puerto no puede cumplir con los KPI del contrato.

En este informe, se usan para calcular la productividad y la capacidad de manejo de carga total del puerto. En el Informe de las Tareas 1, 2 y 3 se ha discutido la eficiencia y el rendimiento del puerto.

Los siguientes indicadores se comentan en las siguientes secciones:

- Productividad de las grúas
- Productividad de los muelles
- Ocupación de puestos
- Productividad de patios
- Tiempo de permanencia
- Disponibilidad del equipo

### 2.8.2.2 Productividad de las grúas

La productividad de grúas se define como la cantidad de carga, en TEU's o toneladas, manejada por año por grúa o por hora.

Esta ha sido calculada para las cargas más importante en Puerto Caldera, contenedores y gráneles sólidos.

#### Contenedores

En puerto Caldera, cerca del 70% de los contenedores son manipulados por las grúas portuarias móviles y el 30% restante por el equipo del buque. En la actualidad, la productividad por barco es aproximadamente 57 movimientos por hora por 2 grúas portuarias móviles y una grúa del barco, lo que da el siguiente resultado:

- Una grúa portuaria móvil (MHC) mueve 20 contenedores por hora;
- Una grúa del barco: 17 movimientos de contenedores por hora.

Estos son rendimientos brutos, las tasas de manejo efectivas totales por barco son de aproximadamente 31 movimientos por hora basado en el "turnaround" del los barcos.

57 movimientos de contenedores por hora bruto resulta en 31 movimientos de contenedores por hora efectivos.

Recientemente se ha comprado una grúa adicional que aumenta la capacidad en 20 movimientos por hora. Dado que es difícil operar con 3 grúas y embarcaciones de un barco, este incremento se aplica cuando hay más de un barco en el puerto. Esta cifra, 42 movimientos por hora, se usará para calcular la capacidad total del puerto.  $57+20 = 77$  movimientos de contenedores por hora bruto resulta en 42 movimientos de contenedores por hora efectivos, calculado en la misma manera con 2 grúas y 1 Una grúa del barco.

#### Gráneles sólidos

Los gráneles sólidos se descargan principalmente por grúas móviles y por grúas de buques con una tasa de 740 toneladas por hora (resultado bruto); lo que es alrededor de 445 t / h por barco efectivo.

Las grúas descargan directamente en las tolvas, usualmente 3 tolvas por barco, alrededor de 250 t/h por tolva.

### 2.8.2.3 Productividad del Muelle

#### Contenedores

La productividad del muelle se define como la cantidad de TEU's manejado por año por metro lineal de atraque.

Tabla 2-9 Referencia para descarga de Contenedores

Rendimiento Puertos	TEUs / Año / m
<b>Puerto Caldera (Grúas Móviles)</b>	1.124*

\* Basado en 50% Puesto 1 + 17% Puesto 2 + 33% Puesto 4 una longitud de 258m (ver tabla 7-16 de informe tarea 1,2,3)

#### Gráneles sólidos

Tabla 2-10 Referencia para descarga de Gráneles Sólidos

Rendimiento Puertos	Toneladas / Año / m
<b>Puerto Caldera (Grúas Móviles)</b>	10.132*

\* Basado en 33% Puesto 1 + 67% Puesto 4 una longitud de 237m (ver tabla 7-16 de informe tarea 1,2,3)

### 2.8.2.4 Ocupación de puestos

La ocupación de puestos de atraque permitida y la ocupación de puestos de atraque actual se presentan en la Tabla 2-11.

Tabla 2-11 Ocupación de puestos de atraque

Puesto	Ocupación de puestos de atraque permitido	Ocupación de puestos de atraque actual
<b>Puesto 1</b>	50%	79%
<b>Puesto 2</b>	50%	37%
<b>Puesto 3</b>	35%	0%*
<b>Puesto 4</b>	45%	70%
<b>Total:</b>	N/A	46%

\* utilizado principalmente por los buques de crucero y otras embarcaciones de menor calado, que no está incluido en las estadísticas del SPC



### 2.8.2.5 Productividad del patio

#### Contenedores

La productividad del patio se define como la cantidad de TEU's manejados por año por hectárea.

La productividad del patio se calcula en función del área total de los patios utilizados para los contenedores (patio 1 a 4 y patio 6), lo cual es un área de 77.000 m<sup>2</sup> más las vías, resulta en 9,7 ha total.

Tabla 2-12 Productividad del patio de contenedores

Rendimiento Puertos	TEUs / Año / ha
<b>Puerto Caldera</b>	30.000 (290.000/9,7)

#### Vehículos

Los vehículos están estacionados de manera intermedia en los patios 5 y 7 que cubren un área total de aproximadamente 33.000 m<sup>2</sup> o 3,3 ha. La productividad se calcula con base en las cifras de rendimiento de 2017.

Tabla 2-13 Referencia para almacenamiento de vehículos

Rendimiento Puertos	Vehiculos / Año / ha
<b>Puerto Caldera</b>	12.200(40.260 vehículos/3,3)

### 2.8.2.6 Tiempo de permanencia

Los tiempos de permanencia son un factor importante para la relación de ocupación del patio. Los siguientes tiempos de permanencia aplican en Puerto Caldera:

Tabla 2-14 Tiempo de permanencia por producto en Puerto Caldera (fuente SPC)

Mercancía	Tiempo de permanencia
<b>Contenedores (lleno)</b>	3,0 días
<b>Contenedores (vacío)</b>	2,25 días
<b>Vehículos</b>	3 días
<b>Acero / productos de acero</b>	2-7 días
<b>Carga general</b>	5 días

Nota: las eólicas como una carga ocasional el tiempo de permanencia es muy alto

### 2.8.2.7 Disponibilidad del equipo

Actualmente el puerto cuenta con 3 grúas móviles para el manejo de toda la carga, principalmente contenedores. En el caso de que las grúas no estén disponibles, se pueden usar y se utilizan los equipos de los barcos. El análisis de requerimientos de más equipo u otro tipo de equipos se realizará en la tarea 7.



## 2.8.3 Capacidad marítima (de la línea de atraque)

### 2.8.3.1 Introducción

La capacidad máxima actual de la línea de atraque del puerto se puede determinar aplicando la ocupación de puestos de atraque permitidas para cada puesto; se supone. Con esto se asume que los tipos de carga crecen de manera uniforme y que no se harán estructuras adicionales. En las siguientes secciones, la capacidad de los patios se determinará y se comparará con la capacidad de la línea de atraque.

Las tasas máximas internacionalmente aceptadas de ocupación para puestos de atraque de buques se presentan en la Tabla 2-15.

*Tabla 2-15 Referencia para ocupación basada en terminales especializadas (Fuente: PIANC WG158)*

Tipo de atraque	1 atraque	2 atraque	3 atraque
<b>Carga General</b>	35%	60%	70%
<b>Contenedores</b>	30%	50%	60%
<b>Gránulos Sólidos</b>	45%	65%	75%

PIANC da una razón promedio entre tiempos de espera con tiempo de Servicio por tipo de mercancía; los valores se presentan en la Tabla 2-15 y se basan en una distribución de patrones de llegada Erlang 2 ([https://es.wikipedia.org/wiki/Distribuci%C3%B3n\\_de\\_Erlang](https://es.wikipedia.org/wiki/Distribuci%C3%B3n_de_Erlang)) -y una distribución Erlang 2-distribuida. Debe notarse que estos valores son conservadores para terminales de contenedores ya que los buques usualmente arriban con programaciones predefinidas.

Se utilizan las siguientes relaciones entre el tiempo de espera y el tiempo de servicio de PIANC:

- 0,1 para porta contenedores.
- 0,2 para buques de carga general.
- 0,3 para graneleros.

Teniendo en cuenta los tiempos de respuesta en Puerto Caldera, los siguientes tiempos de espera promedio se consideran aceptables:

- 2,2 horas para porta contenedores.
- 7,6 horas para buques de carga general.
- 13,7 horas para graneleros.

### 2.8.3.2 Capacidad

La capacidad de la línea de atraque se calculará utilizando las tasas de manejo por buque y la ocupación permitida considerando la grúa adicional, comprada en 2018.

Tabla 2-16 Volumen por año por tipo de carga

Carga	Unidad	Tasa de manipulación por barco por hora***	Volumen por año / por puesto
<b>Contenedores</b>	Contenedores	42*	367.920
<b>Contenedores</b>	toneladas	540**	4.732.944
<b>Ro-Ro</b>	toneladas	100	876.000
<b>Carga General</b>	toneladas	161	1.410.360
<b>Cereales</b>	toneladas	445	3.894.696
<b>Gráneles Sólidos</b>	toneladas	440	3.854.400
<b>Gráneles Líquidos</b>	toneladas	250	2.190.000

\* incluida la nueva grúa móvil en uso desde 2018 Ver Sección 2.8.2.2 \*\* 12.85 toneladas por contenedor, \*\*\* datos obtenidos de SPC y SPGC

La carga se divide entre los puestos por ocupación solo para calcular la capacidad de los puestos que cumple con las normas en sección 2.8.3.1 y la siguiente manera:

Puesto 1: se usan solo para contenedores, Ro-Ro y Carga general

Puesto 2: se usan solo para contenedores, Ro-Ro y Carga general

Puesto 3: se usan para Gráneles Líquidos y Cruceros

Puesto 4: se usan solo para Cereales y Gráneles Líquidos

Tabla 2-17 División de carga

	Puesto 1	Puesto 2	Puesto 3	Puesto 4
<b>Contenedores</b>	50%	50%		
<b>Ro-Ro</b>	40%	40%		
<b>Carga General</b>	10%	10%		
<b>Cereales</b>				50%
<b>Gráneles Sólidos</b>				50%
<b>Gráneles Líquidos</b>			50%	
<b>Cruceros</b>			50%	
	100%	100%	100%	100%

Nota: Debido a la insuficiente profundidad del agua, el puesto 3 no se puede usar para manipular contenedores o gráneles sólidos

Los datos de Tabla 2-16 y Tabla 2-17 se usan para calcular la capacidad total de puerto de Caldera. Ver la siguiente tabla.

Tabla 2-18 Capacidad de Puerto Caldera

	Ocupación de puestos de atraque permitido	Volumen en toneladas por año	Tiempo de servicio en Puerto Caldera por barco en horas	Tiempos de respuesta promedio en horas por barco
<b>Puesto 1</b>	50%	1.428.516	16,5*	1,98
<b>Puesto 2</b>	50%	1.428.516	16,5*	1,98
<b>Puesto 3</b>	35%	383.250	62**	1,86
<b>Puesto 4</b>	45%	1.743.547	45***	13,5
		4.983.829		

\*para contenedores, vehículos y carga general, \*\* para gránulos líquidos, \*\*\* para gránulos sólidos (Datos de SPC, para gránulos líquidos estimado por los consultores.

Ejemplo de calculación: puesto 1  $50\% \times 4.732.944 + 40\% \times 876.000 + 10\% \times 1.410.360 = 2.857.032 \times 50\% = 1.428.516$

Utilizando las razones de atraques internacionalmente aceptadas, tasas de des(carga) de buques, el puerto de Caldera tiene una capacidad aproximada de 5 millones de toneladas por año (utilizando la división en Tabla 2-17) con tiempos de espera aceptables. Ver

Tabla 2-18.

Debido a la sedimentación, el puesto 1 no se puede usar al 100% después de un período sin dragado. El puesto 3 se puede usar principalmente por cruceros y embarcaciones pequeñas, mientras que el puesto 4 presenta un tiempo de inactividad de alrededor del 10% debido a las condiciones climáticas.

En Resumen, considerando el equipo existente y la disponibilidad del puesto 1, Puerto Caldera tiene una capacidad de alrededor de 5 millones de toneladas / año, dependiendo del tipo de carga.

El hecho de que el puerto maneje actualmente más carga que la capacidad calculada se debe a la aceptación de tiempos de espera grandes por los buques. En la tarea 7, se analizarán las acciones a tomar para mejorar la eficiencia del puerto.

## 2.8.4 Capacidad terrestre (almacenamiento)

### 2.8.4.1 General

La capacidad terrestre del puerto se determinará por la cantidad de puestos para contenedores y las áreas de almacenamiento de otros tipos de carga. El tiempo de permanencia de la carga es el factor principal para definir

la capacidad.

Para calcular la capacidad del lado de tierra, se considerarán las áreas de almacenamiento y los usos que se les dan (ver Tabla 2-19):

Tabla 2-19 Patios de Puerto Caldera (Fuente: SPC)

Nombre	Área (m <sup>2</sup> )	Usado por:
<b>Patio 1</b>	16.200	Contenedores / Carga General
<b>Patio 2</b>	16.000	Contenedores / Carga General
<b>Patio 3</b>	11.000	Contenedores / Carga General
<b>Patio 4</b>	20.600	Contenedores / Carga General
<b>Patio 5</b>	19.400	Vehículos
<b>Patio 6</b>	13.000	Contenedores / Refrigerados
<b>Patio 7</b>	24.500	Contenedores / Vehículos Refrigerados
<b>Total:</b>	<b>120.700</b>	

Nota: La carga general se almacena principalmente en las bodegas; los gránulos sólidos se transportan directamente fuera del puerto.

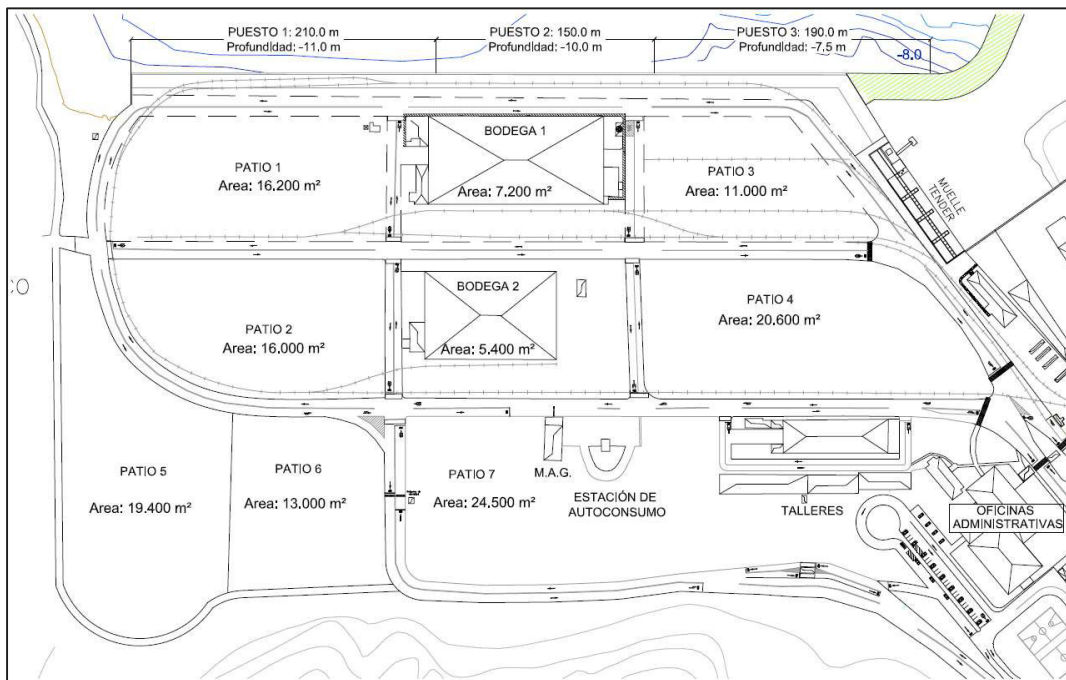


Figura 2-30 Patios en el Puerto Caldera en m<sup>2</sup>

### 2.8.4.2 Contenedores

Supuestos:

- Tiempo de permanecía: promedio 2,8 días.
- Operaciones por reachstackers; un TEU de almacenamiento necesita 58,9 m<sup>2</sup> de área.
- 4 contenedores de altura promedio.
- Incluido un factor pico de 1,3 y 70% ocupación.

Tabla 2-20 Capacidad de los patios para contenedores

Contenedores Patios	Disponible en m <sup>2</sup>	Puestos disponibles usando reachstackers	Tiempo de permanecía	Volumen en TEU por año
1	8.100	138**	2,8	38.612
2	16.000	272	2,8	76.270
3	11.000	187	2,8	52.436
4	20.600	350	2,8	98.198
6	13.000	221	2,8	61.969
7	9.000*	153	2,8	42.902
<b>Total</b>	<b>85.800</b>	<b>1.319</b>		<b>370.387</b>

\*total 24.000m<sup>2</sup> \*\*8.100/58.9 = 138

La capacidad total de almacenamiento para contenedores es de aproximadamente 370,000 TEU por año. En 2017, el puerto manejó 290,000 TEU (2.1 millones de toneladas).

### 2.8.4.3 Vehículos

Supuestos:

- Tiempo de permanecía: promedio 3 días
- Un vehículo pesa 1.6 tonelada (promedio)
- Área de almacenamiento por vehículo 12 m<sup>2</sup>
- Se incluye un factor pico de 1.3 y 70% ocupación

Tabla 2-21 Capacidad de los patios para vehículos

Vehículos	Disponible en m <sup>2</sup>	Puestos disponibles	Tiempo de permanencia	Volumen en vehículos por año	Volumen en toneladas por año
<b>Patios</b>					
5	13.000	1.083	3	70.972	113.447
7	15.000*	1.250	3	81.891	130.900
<b>Total</b>	<b>28.000</b>	<b>2.333</b>		<b>152.863</b>	<b>244.347</b>

\*total 24,000m<sup>2</sup> (9,000m<sup>2</sup> para contenedores)

La capacidad total de almacenamiento para vehículos es de aproximadamente 240.000 toneladas por año. En el año 2017 el puerto manejó 65.000 toneladas.



### 2.8.4.4 Carga General

La carga general se almacena en el patio 1 y en los 2 almacenes.

Supuestos:

- Tiempo de permanencia: promedio 5 días
- Factor de estiba es 2
- Factor bruto / neto es 0,7
- Factor pico es 1,2

(Área bodega 1 + 2 es 12.600m<sup>2</sup>) + (50% del patio 1 = 16,200/2 = 8.100m<sup>2</sup>) = 20.700m<sup>2</sup>

Tabla 2-22 Capacidad de los patios y bodegas para carga general

Cargo General	Disponible en m <sup>2</sup>	Disponible en toneladas	Tiempo de permanencia	Volumen en toneladas por año
<b>Patio 1</b>	8.100	13.608	3	1.655.640
<b>Bodega 1+2</b>	12.600	21.168	3	2.575.440
<b>Total</b>	20.700	34.776		4.231.080

La capacidad total de almacenamiento para carga general es de aproximadamente 4,2 millones de toneladas por año. En el año 2017, el puerto manejó 600.000 toneladas.

### 2.8.5 Capacidad de las puertas de acceso

En total hay 6 carriles de entrada y salida. Suponiendo un tiempo de espera de 3 minutos por camión ambos para entrar y salir (ver informe tarea 4). Un año tiene 365 x 24 x 60 = 525.600 minutos. Por carril 175.200 camiones pueden entrar o salir. La cantidad total de camiones que pueden entrar y salir en un año es de aproximadamente 1 millón de camiones. (Carga promedio por camión 15 toneladas) = 15 millones de toneladas.

El informe de la tarea 4 indica que en el año 2017 la cantidad total de camiones que entran y salen es de alrededor de 500.000.

### 2.8.6 Conclusiones

En el lado marítimo (la línea de atraque) el puerto opera a su máxima capacidad. En el año 2017 se superó la capacidad máxima lo que resultó en un tiempo adicional de espera de los buques (ver informe de las tareas 1,2,3). Se espera que esto también se presente en el año 2018 y en adelante; incluso considerando la grúa móvil recientemente adquirida.

Para la mayoría de la carga la capacidad de almacenamiento es, por el momento, suficiente; sin embargo, la capacidad de almacenamiento para contenedores está llegando a su capacidad máxima.

En resumen:

Capacidad de la línea de atraque (lado marítimo) =	5 millones toneladas (ver división en Tabla 2-17)
Capacidad terrestre (almacenamiento) =	9,3 millones toneladas
Capacidad de acceso de las puertas =	15 millones de toneladas

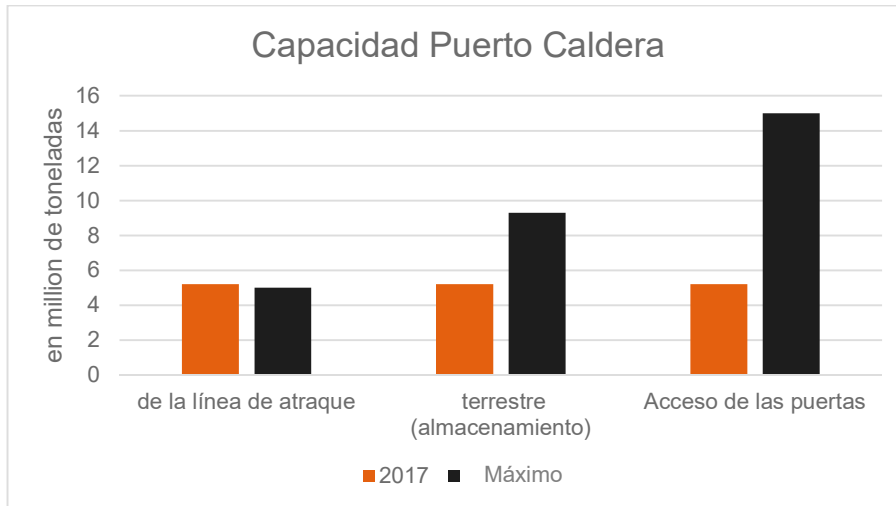


Figura 2-31 Capacidad Puerto Caldera con la infraestructura y equipos existentes

## 2.9 Cuellos de botella de la capacidad y limitaciones de uso de los espacios

Las posibles limitaciones detectadas son:",

1. La capacidad y la profundidad de los puestos, que no son suficientes actualmente ni en el futuro.
2. El almacenamiento de los contenedores puede convertirse en una limitación, principalmente debido a los 2 almacenes (bodegas) cerca del lado del mar, que ocupan un gran parte de área. Esta área no puede ser utilizada para el almacenamiento de los contenedores.
3. Los problemas, como la falta de un parqueadero para camiones, patios sin pavimento, la capacidad de las básculas y el escáner de contenedores se discuten y resuelven en el informe de la tarea 4.
4. En base a algunas reglas generales, se determina la longitud máxima y el calado de un buque. Con la distribución actual del puerto, la longitud y el calado pueden ser de 208 m y 11.3 m. Para embarcaciones más grandes, la profundidad en los puestos debe llevarse hasta la profundidad requerida. Los buques maniobran en el área frente a los puestos de atraque, esta área incluye un círculo de giro máximo de 450 m, que es suficiente para atracar un buque de aproximadamente 280 m. Sin embargo, en algunos sitios la profundidad es de alrededor de 12 m, lo que puede ser poco profundo para los buques con esta longitud (280m). Lo mismo es válido para el sitio de anclaje, que puede no ser lo suficientemente profundo para los buques más grandes; en ese caso este sitio de anclaje debería desplazarse hacia el exterior.

### 3 PUNTARENAS

#### 3.1 Volumen de Cruceros 2007-2017

El muelle en Puntarenas se utiliza para atraque de cruceros, generalmente recibe entre 60 y 80 por año. En los últimos 3 años hay una tendencia ascendente de 58 en el año 2015 a 84 en 2017; Tabla 3-1.

Tabla 3-1 Cruceros en Puntarenas 2007-2017

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Cruceros</b>	50	76	97	73	65	62	64	68	58	73	84

Fuente: COCATRAM estadísticas

#### 3.2 Evaluación de las infraestructuras y superestructuras existente

El Muelle de Puntarenas está ubicado en el centro de la ciudad de Puntarenas en el Paseo de los Turistas. El muelle fue construido originalmente para la exportación de café en el año 1910.

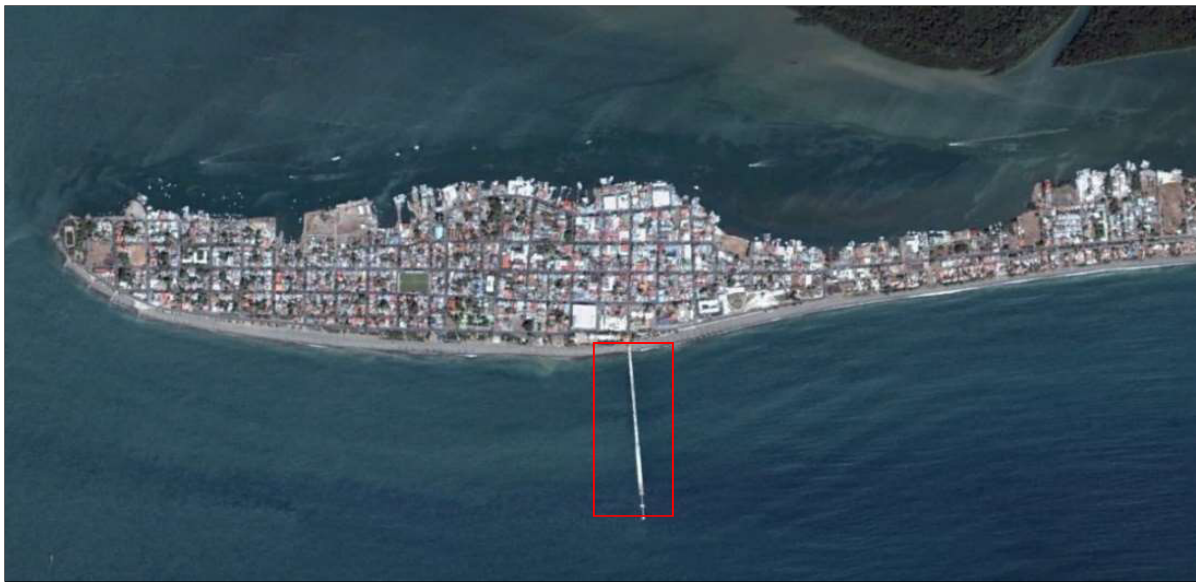


Figura 3-1 Ubicación Muelle de Puntarenas (fuente: Google Earth)

Actualmente, el Puerto de Puntarenas atiende buques cruceros. La temporada comprende los meses entre septiembre y abril y se concentra en los meses de noviembre y abril, cuando se presentan las mejores condiciones marítimas. El muelle de Puntarenas recibe alrededor de 80 cruceros al año, empresas interesadas en concesionar ofrecen duplicar esta cantidad.

Por otra parte, el INCOP tiene programada una contratación a corto plazo para la rehabilitación estructural (vigas transversales, apoyos en concreto de bitas) del puente de acceso cuyo presupuesto ronda los 190 millones de colones.

El tamaño máximo de cruceros es de 310 m, la mayoría de los barcos miden entre 200- 250 m.

El muelle de Puntarenas se compone de cuatro estructuras:

- Puente de Acceso Original.
- Puente de Acceso Segunda Etapa.
- Muelle.
- Duques.

### Puente de Acceso Original (Lado tierra)

El puente de acceso original tiene una longitud de 201 m y un ancho de 9 m. La superestructura consiste en vigas transversales (de amarre) de acero, revestidas con concreto, las vigas transversales reciben y transmiten las cargas de la losa a los pilotes. Los pilotes de acero de sección circular sólidos se arriostran a nivel superior, en las direcciones longitudinal y transversal, por el sistema de vigas longitudinales de amarre y carga y por arriostres formados por angulares. La superficie de rodamiento actual consiste de vigas T, con una sobrelosa colada en sitio.

Tabla 3-2 Estado de la infraestructura: puente de acceso lado tierra

Componente	Elemento	Estado	Observaciones
<b>Superestructura</b>	Vigas transversales Concreto/acero	Malo	Recubrimiento de concreto en mal estado
	Losa, superficie de ruedo	Bueno	Fisuramiento leve
<b>Subestructura</b>	Pilotes	Malo	Disminución diámetro zona marea alta
	Conexiones	Regular	
	Angulares	Bueno	

### Puente de Acceso Segunda Etapa

El puente de acceso segunda etapa tiene una longitud de 175 m y un ancho de 9 m. Está comprendido por los ejes 1 al 26. La superestructura consiste en vigas transversales y longitudinales de acero. Las vigas son de sección HE500A. Los pilotes son de acero de sección circular. Existen dos tipos de pilotes, los verticales (diámetro de 91,14 cm) y los inclinados (diámetro de 60,96 cm). Ambos tienen un espesor de 16 mm. La superficie de rodamiento actual consiste en una losa de concreto de 60 cm de espesor. El puente tiene barandas de acero en los dos extremos y además una caseta cerca del eje 14.



Figura 3-2 Puente de acceso segunda etapa (fuente: Camacho y Mora S.A., 2011)

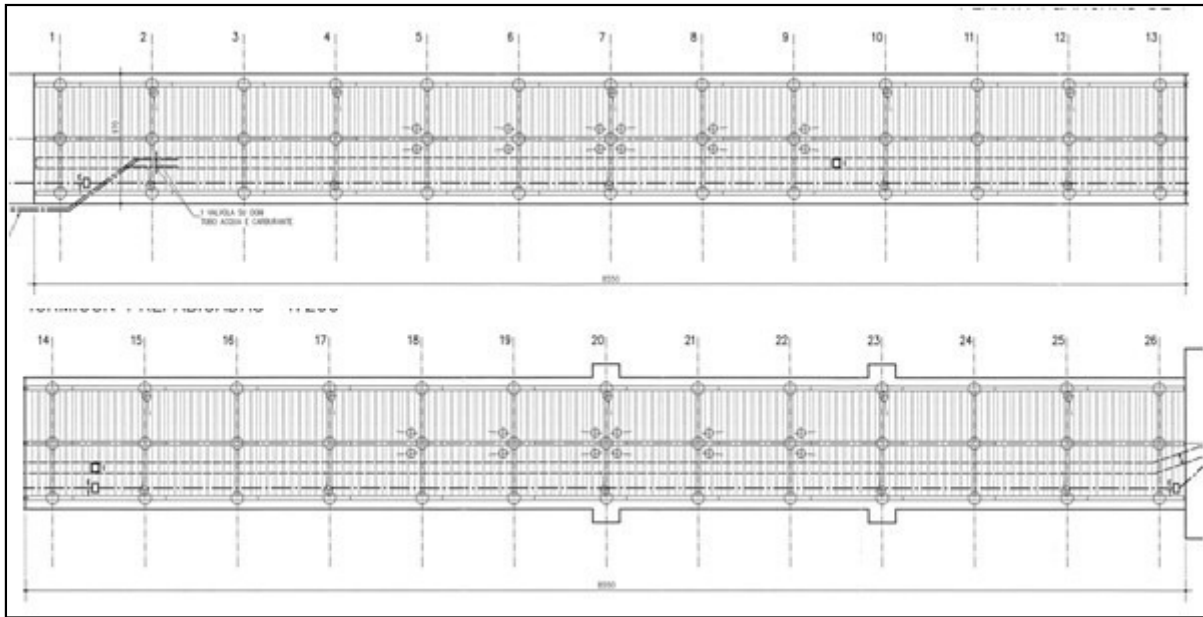


Figura 3-3 Planta del puente de acceso segunda etapa (Fuente: Planos INCOP)

El estado de la estructura del puente se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 3-3 Estado de la infraestructura: puente de acceso segunda etapa

Componente	Elemento	Estado	Observaciones
<b>Superestructura</b>	Vigas acero	Bueno	Patin inferior expuesto
	Losa, superficie de ruedo	Bueno	Fisuramiento, en algunas zonas hay acero refuerzo expuesto. Marcas en zonas de pilotes.
<b>Subestructura</b>	Pintura Pilotes	Bueno	Disminución diámetro zona marea alta
	Protección catódica	Bueno	Se está en proceso de rehabilitación
	Pilotes	Bueno	

El muelle tiene una longitud de 182 m y un ancho de 14 m; entre los ejes 27 al 54. La superestructura consiste en vigas transversales y longitudinales de acero. Las vigas son de sección HE500A. Los pilotes son de acero de sección circular. Existen dos tipos de pilotes, los verticales (diámetro de 91.14 cm) y los inclinados (diámetro de 60.96 cm). Ambos tienen un espesor de 16 mm. La superficie de rodamiento actual consiste en una losa de concreto. El muelle tiene un sistema de amarre (bitas) compuesto por 21 bitas y un sistema de atraque (defensas) compuesto por 20 defensas. Las defensas son de marca MARITIME INTERNATIONAL modelo MCS 1150H G4 [1X1].



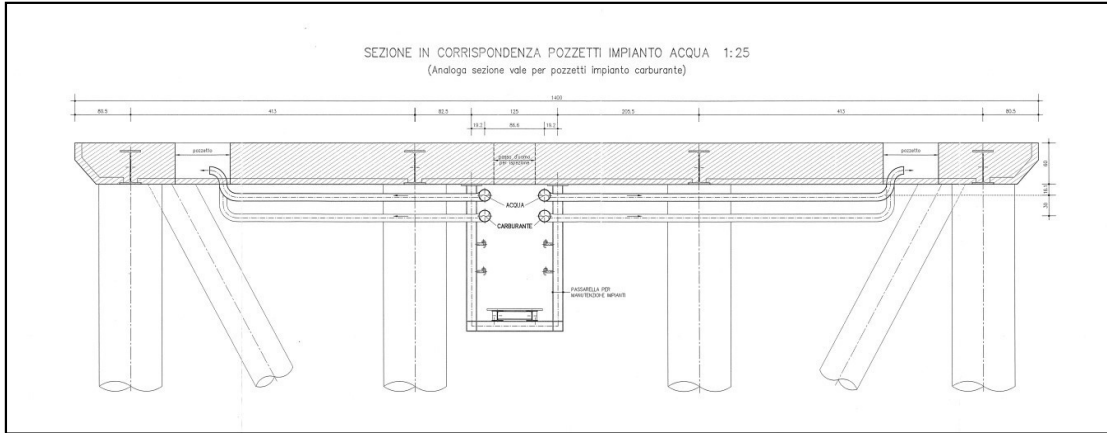


Figura 3-4 Sección transversal del muelle (fuente: Planos INCOP)



Figura 3-5 Muelle (fuente: Camacho y Mora S.A., 2011)

El muelle tiene dos duques, conectados por medio de puentes peatonales de cerchas de acero. El más cercano al muelle tiene un largo de 14 m y un ancho de 8 m. El segundo tiene forma cuadrada con 8 m de lado.

Este cuenta con un sistema de atraque constituido por dos defensas y un sistema de amarre constituido por dos bitas ubicadas en el centro del duque. Los pilotes son de sección circular. Los pilotes verticales tienen de 91,14 cm de diámetro y 16 mm de espesor; y los inclinados tienen 60,96 cm de diámetro y 16 mm de espesor.

Este cuenta con un sistema de amarre constituido de dos bitas ubicadas en el centro del duque. Los pilotes son de sección circular. Los pilotes verticales tienen de 91,14 cm de diámetro y 16 mm de espesor; y los inclinados tienen 60,96 cm de diámetro y 16 mm de espesor. Existe un faro en el extremo que da hacia el mar.

El puerto de Puntarenas no tiene instalaciones terrestres apropiadas para brindar los servicios requeridos de migración y aduanas por lo cual en ese caso los cruceros son atendidos en el Puerto de Caldera. El punto de análisis será la comparación entre un servicio compartido entre los puertos de Caldera y Puntarenas con la posibilidad de construir una terminal especializada en Caldera y la posibilidad de realizar el servicio en Puntarenas realizando la ejecución de instalaciones y servicios necesarios.

Tabla 3-4 Puntarenas

Facilidades	Descripción
<b>Sectores servidos</b>	Sector de cruceros
<b>Productos</b>	Ninguno
<b>Canal de entrada</b>	Accesible directamente desde el Golfo de Nicoya.
<b>Dimensión máxima de los barcos</b>	El calado máximo es de 9.5m, la LOA máxima es de 310m
<b>Puestos</b>	Dos puestos de atraque <ul style="list-style-type: none"> <li>Longitud 182m (los puentes de acceso son en total 375m)</li> <li>Profundidad: 10,5 m junto al embarcadero.</li> </ul>
<b>Almacenamiento</b>	Sin área específica de almacenamiento.
<b>Equipo</b>	Manipulador telescópico (utilizado para colocar las escaleras de los pasajeros de cruceros y descarga de provisiones). Capacidad 5 toneladas

El estado del muelle se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 3-5 Estado del Muelle

Componente	Elemento	Estado	Observaciones
<b>Superestructura</b>	Superficie de ruedo	Bueno	Hay fisuramiento no estructural, debido a contracción del concreto
	Bitas y defensas	Bueno	
<b>Subestructura</b>	Protección catódica	Bueno	Se esta en proceso de rehabilitación
	Pintura Pilotes	Bueno	
	Pilotes	Bueno	

El estado de los duques se resume en la siguiente tabla:

Tabla 3-6 Estado de los duques

Componente	Elemento	Estado	Observaciones
<b>Superestructura</b>	Superficie Losa	Bueno	
	Bitas	Bueno	
	Pasarelas peatonales	Bueno	
<b>Subestructura</b>	Protección catódica	Bueno	Se esta en proceso de rehabilitación
	Pintura Pilotes	Bueno	
	Pilotes	Bueno	

### 3.3 Resumen de los planes de desarrollo, propuestos o en marcha, actuales y su impacto en el nuevo Plan Maestro

Actualmente las actividades portuarias del muelle de Puntarenas se encuentran a cargo del INCOP. Sin embargo, en julio del 2016 se remitieron los oficios CR-INCOP-PE-0461-2016 y CR-INCOP-PE-0462-2016 al CNC sobre las propuestas de Iniciativa Privada de Concesión de Obra Pública. En este momento en el CNC existe una iniciativa privada para concesionar el muelle de Cruceros de Puntarenas a TRANSOCEAN AGENCY GROUP TAG S.A que se encuentra en postulación. Este proyecto permitirá promocionar un ámbito de desarrollo de operatividad en la terminal y estimular a las agencias para fomentar la escala de armadores en los puertos de Puntarenas, así como modernizar la terminal, mejorando la competitividad de la infraestructura y el transporte.

Posibilidad incluir un servicio de cabotaje nacional entre Puntarenas y Puerto Paquera.

### 3.4 Análisis de la capacidad portuaria conforme a las razones de productividad actuales

La cantidad de cruceros en 2017 fue 84; el tamaño (eslora) máximo de cruceros es de 310 m, y el calado máximo es de 9.5m.

La mayoría de los cruceros permanecen solo por un día en el puerto, lo que significa que de 365 días en un año, el muelle estaba ocupado 84 días o menos en caso que atracan dos cruceros al mismo tiempo. El muelle tiene 2 puestos, uno a cada lado por lo que tiene un total de  $2 \times 365 = 730$  días en que sería posible tener el atraque de un buque. Sin embargo, a muchos cruceros les gustaría programar su llegada a los puertos en días fijos o, a veces, en el mismo día. Parece que ciertos días de la semana no son atractivos para las líneas de cruceros. Además, la temporada de cruceros es de septiembre a abril (8 meses). Durante la temporada baja, solo 1 o 2 embarcaciones por mes llegan a Puntarenas.

Esto significa que la cantidad total de días de atraque en la temporada alta es  $8 \times 30 = 240 \times 2 = 480$ . La ocupación del atracadero para 2017 fue del 18% lo cual es bajo para un muelle de cruceros. Debido a los itinerarios programados, la ocupación del muelle puede llegar al 90%, lo que da como resultado una capacidad de alrededor de 430 cruceros por año (siempre que permanezcan solo un día).

La tabla en la página siguiente es un ejemplo de la clasificación de las líneas de cruceros. Alrededor del 40-60% de la clasificación de la flota de cruceros puede atracar en Puntarenas principalmente debido a su longitud (310 m Max), que es aproximadamente un 85% de todos los cruceros del mundo.

<b>CARNIVAL CORPORATION</b>	<b>TRB</b>	<b>TPM (T)</b>	<b>camas bajas (pasajeros)</b>	<b>Eslora (m) (ft)</b>	<b>Calado (m) (ft)</b>	<b>Altura obra muerta(m) (ft)</b>	<b>Manga(m) (ft)</b>	<b>Manga max (m) (ft)</b>	<b>Propulsores (proa / popa) - n°-kW)</b>
Fantasy class	70,367	7,180	2,056	260.60 m (855 ft)	7.77 m (25.50 ft)	54.25 m (178 ft)	31.39 m (103 ft)	36.00 m (118.11 ft)	B-3-1500 S-3-1500
Spirit class	88,500	7,200	2,124	293.52 m (963 ft)	7.77 m (25.50 ft)	52.50 m (172 ft)	32.31 m (106 ft)	38.80 m (127.30 ft)	B-3-1910
Destiny class	101,353	11,142	2,642	272.19 m (893 ft)	8.23 m (27.00 ft)	60.96 m (200 ft)	35.36 m (116 ft)	35.54 m (116.60 ft)	-
Triumph class	101,509	10,774	2,758	272.19 m (893 ft)	8.23 m (27.00 ft)	64.00 m (210 ft)	35.36 m (116 ft)	35.54 m (116.60 ft)	B-3-1720 S-3-1720
Conquest class	110,000	11,100	2,974	290.47 m (953 ft)	8.23 m (27.00 ft)	64.00 m (210 ft)	35.36 m (116 ft)	35.54 m (116.60 ft)	B-3-1720 S-3-1720
Splendor class	113,300	11,843	2,974	289.56 m (950 ft)	8.23 m (27.00 ft)	64.00 m (210 ft)	35.36 m (116 ft)	-	B-3-1720 S-3-1720
Dream class	130,000	13,815	3,646	306.10 m (1,004 ft)	8.23 m (27.00 ft)	64.00 m (210 ft)	37.19 m (122 ft)	-	B-3-2200 S-2-2200
Vista class	135,000	11,000	4,000	321.56 m (1,055 ft)	8.53 m (28.00 ft)	64.00 m (210 ft)	37.19 m (122 ft)	-	-
<b>ROYAL CARIBBEAN</b>	<b>TRB</b>	<b>TPM (T)</b>	<b>camas bajas (pasajeros)</b>	<b>Eslora (m) (ft)</b>	<b>Calado (m) (ft)</b>	<b>Altura obra muerta(m) (ft)</b>	<b>Manga(m) (ft)</b>	<b>Manga max (m) (ft)</b>	<b>Propulsores (proa / popa) - n°-kW)</b>
Sovereign class	73,192	6,953	2,278	268.32 m (880 ft)	7.85 m (25.75 ft)	52.00 m (170.50 ft)	32.20 m (106 ft)	36.00 m (118.11 ft)	B-2-1720 S-1-1720
Vision class	78,340	5,000	1,998	279.00 m (915 ft)	7.90 m (25.92 ft)	52.00 m (170.50 ft)	32.20 m (106 ft)	35.60 m (116.80 ft)	B-2-1750 S-1-1750
Radiance class	90,090	10,759	2,112	293.20 m (962 ft)	8.50 m (27.89 ft)	52.50 m (172.20 ft)	32.20 m (106 ft)	39.80 m (130.58 ft)	B-3-2010
Voyager class	137,276	11,132	3,114	311.12m (1,020 ft)	9.10m (29.86 ft)	63.40 m (208.00 ft)	38.60 m (127 ft)	39.04 m (128.08 ft)	B-4-3000
Freedom class	154,407	10,600	3,634	338.04 m (1,112 ft)	8.80 m (28.87 ft)	67.00 m (220.00 ft)	38.60 m (127 ft)	39.04 m (128.08 ft)	B-4-3400
Quantum class	168,666	12,000	4,180	347.17 m (1,139 ft)	8.82 m (28.94 ft)	-	41.40 m (136 ft)	49.47 m (162.30 ft)	B-5-3500
Oasis class	225,282	15,000	5,400	360.00 m (1,181 ft)	9.32 m (30.57 ft)	72.00 m (236.00 ft)	47.00 m (154 ft)	65.70 m (215.55 ft)	B-4-5500
<b>MSC CRUISES</b>	<b>TRB</b>	<b>TPM (T)</b>	<b>camas bajas (pasajeros)</b>	<b>Eslora (m) (ft)</b>	<b>Calado (m) (ft)</b>	<b>Altura obra muerta(m) (ft)</b>	<b>Manga(m) (ft)</b>	<b>Manga max (m) (ft)</b>	<b>Propulsores (proa / popa) - n°-kW)</b>
Lirica class	58,825	6,561	1,684	251.30 m (830 ft)	6.60 m (21.70 ft)	47.24 m (155.00 ft)	28.80 m (95 ft)	28.80 m (95 ft)	B-2-2350
Musica class	92,409	10,000	2,550	293.80 m (964 ft)	7.90 m (25.90 ft)	51.82 m (170.00 ft)	32.20 m (106 ft)	32.20 m (106 ft)	B-3-2300 S-2-2000
Fantasia class	137,940	15,000	3,900	333.30 m (1,093 ft)	8.50 m (27.80 ft)	59.44 m (195.00 ft)	37.92 m (124 ft)	37.92 m (124 ft)	B-3-3100 S-2-3100
Seaside class	152,050	11,385	4,500	323.00 m (1,060 ft)	8.80 m (28.87 ft)	-	41.00 m (134 ft)	41.00 m (134 ft)	-
<b>NORWEGIAN CRUISE LINE</b>	<b>TRB</b>	<b>TPM (T)</b>	<b>camas bajas (pasajeros)</b>	<b>Eslora (m) (ft)</b>	<b>Calado (m) (ft)</b>	<b>Altura obra muerta(m) (ft)</b>	<b>Manga(m) (ft)</b>	<b>Manga max (m) (ft)</b>	<b>Propulsores (proa / popa) - n°-kW)</b>
Sun class	78,309	7,100	1,936	258.50 m (848 ft)	8.00 m (26.25 ft)	54.25 m (178 ft)	32.20 m (106 ft)	36.00 m (118 ft)	B-3-1700 S-2-1700
Spirit class	75,904	8,530	2,018	268.60 m (881 ft)	8.42 m (27.62 ft)	49.38 m (162 ft)	32.20 m (106 ft)	32.30 m (106 ft)	B-2-2360 S-1-2360
Dawn class	92,250	7,500	2,244	294.13 m (965 ft)	8.20 m (26.90 ft)	51.82 m (170 ft)	32.20 m (106 ft)	32.30 m (106 ft)	B-3-2390
Jewel class	93,502	7,500	2,376	294.13 m (965 ft)	8.60 m (28.20 ft)	54.25 m (178 ft)	32.20 m (106 ft)	37.80 m (126 ft)	B-3-2400
Norwegian Epic	155,870	10,850	4,200	329.45 m (1,081 ft)	9.03 m (29.63 ft)	60.96 m (200 ft)	40.64 m (133 ft)	40.64 m (133 ft)	B-4-2250 S-2-3000
Breakaway class	145,660	11,000	4,000	325.65 m (1,068 ft)	8.60 m (28.22 ft)	59.44 m (195 ft)	39.70 m (130 ft)	39.71 m (130 ft)	B-3-3000
Plus class	165,157	12,000	4,200	325.90 m (1,069 ft)	8.60 m (28.22 ft)	-	41.40 m (136 ft)	41.40 m (136 ft)	B-3

Figura 3-6 Clasificación de línea de cruceros comerciales (Carnival Corporation, Royal Caribbean, MSC Cruises & Norwegian Cruise Line) (PIANC WG 152, 2015) (fuente: Lloyd's Register Marine)

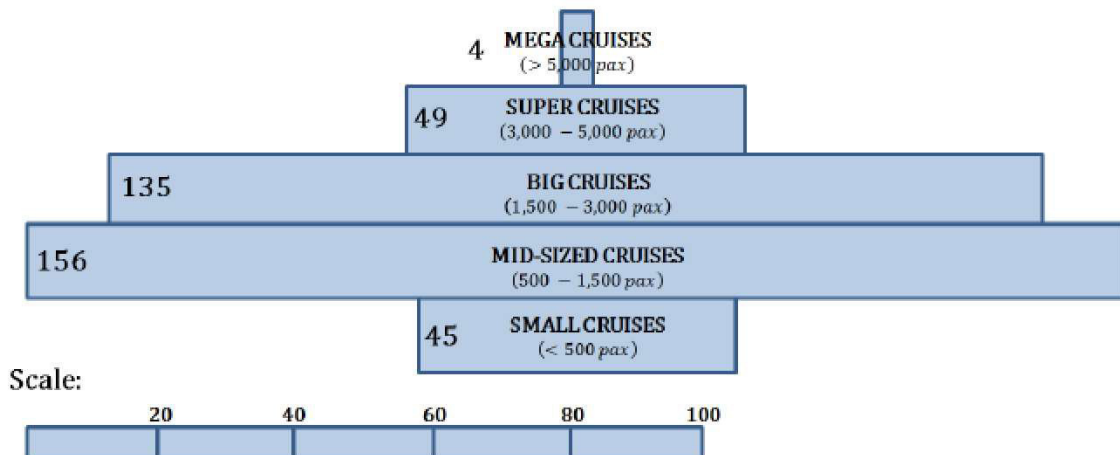


Figura 3-7 Clasificación de cruceros mundial (fuente: PIANC WG 152, 2015)

### 3.5 Cuellos de botella de capacidad y limitaciones de uso de espacios

En vista de los datos en las secciones anteriores, los cuellos de botella de Puntarenas serían los siguientes:

- La longitud del atraque que permite solo cruceros de hasta 310 m.
- La capacidad del puerto (430 cruceros al año) es suficiente hasta al menos el año 2040; Tabla 3-7.
- Las instalaciones de la tierra no serían suficientes para atender la demanda futura. Por ejemplo, parqueaderos para buses, tiendas, baños, etc.

Tabla 3-7 Pronóstico de arribos de cruceros en los puertos del Pacífico de Costa Rica

	unidad	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
<b>Puntarenas</b>	arribos	84	85	89	94	99	104	108	113	117	166	202	245
<b>Caldera</b>	arribos	19	16	14	11	9	7	7	7	7	10	13	15
<b>Quepos</b>	arribos	71	70	69	69	70	70	71	73	74	105	128	156
<b>Golfito</b>	arribos	50	87	82	78	76	74	74	73	73	104	126	154

Fuente: cálculos del consultor (informe tarea 5)



### 3.6 Accesos terrestres

El puerto de Puntarenas se ubica aproximadamente a 100 km del Parque Central de San José. Para llegar a Puntarenas se utiliza la ruta 17, la cual enlaza con la ruta 23 que a su vez conecta con la ruta 27 o la ruta 1.



Figura 3-8 Acceso terrestre Muelle de Cruceros Puntarenas

#### Ruta 17

Esta ruta comienza en Barranca y pasa por la ruta 23 para terminar en la ciudad de Puntarenas. Comunica Barranca, El Roble, Chacarita y Puntarenas. La Ruta 17 tiene una longitud total de 12 km desde la intersección con la RN 23 y el sector conocido como “La Punta”. La carretera es de asfalto, de cuatro carriles gran parte de su recorrido (dos carriles por sentido) y de dos carriles en el sector de La Angostura. El estado del pavimento es bueno.

En la gráfica siguiente se presenta el tránsito promedio diario a lo largo de la carretera; de igual manera y en forma de barras, los diferentes tiempos de viaje por cada segmento a diferentes horas del día y días de la semana.

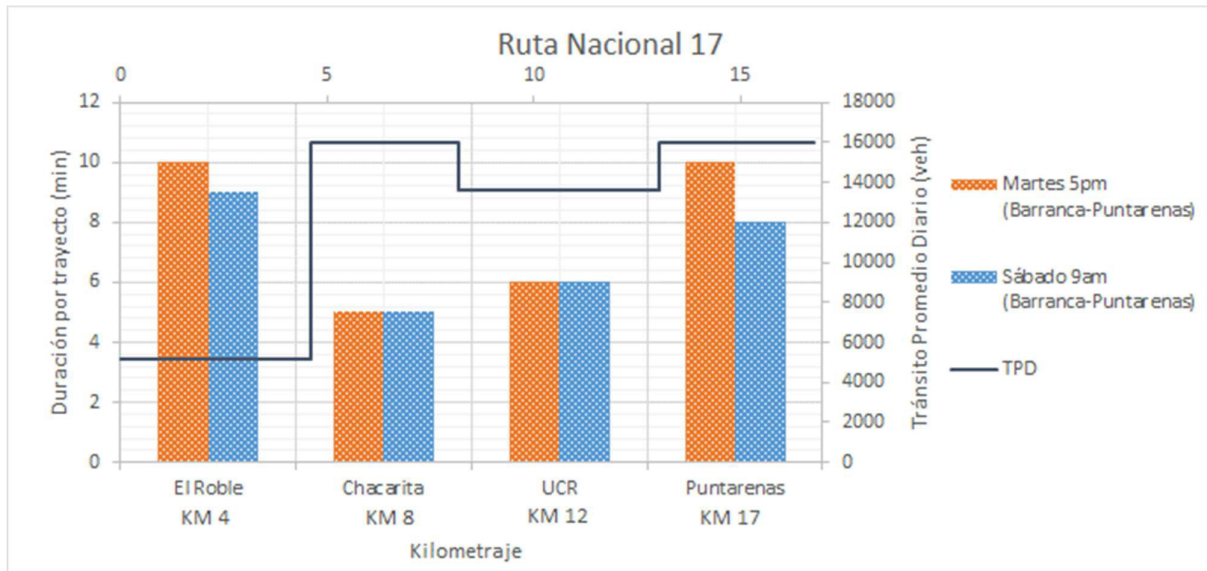


Figura 3-9 Gráfico 1 RN17 Elaboración propia basada en información MOPT

En el gráfico siguiente se presentan los tiempos de viaje acumulados a lo largo de la ruta, en un sentido y para diferentes días de la semana.



Figura 3-10 Gráfico 2 RN17 Elaboración propia basada en información MOPT

## 4 GOLFITO

### 4.1 Volumen de Carga 2007-2017

El muelle en Golfito maneja principalmente exportaciones de aceite de palma. Los niveles de exportación fluctuaron alrededor de un promedio de 150.000 toneladas por año en los últimos 7 años. No hay un desarrollo claro, aunque 2017 fue un año pico con 192.000 toneladas. El muelle ocasionalmente maneja importaciones de gráneles líquidos e importaciones y exportaciones de carga general también. La Tabla 4-1 muestra los volúmenes de carga en los años 2011-2017.

Tabla 4-1 Volumen de carga en Golfito 2011-2017 (1.000 toneladas)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Importaciones</b>	24	10	2	7	1		1
<b>Carga General imp.</b>	7	0	0	0	0		1
<b>Gráneles Líquido imp.</b>	16	10	1	7	1		
<b>Exportaciones</b>	<b>111</b>	<b>197</b>	<b>168</b>	<b>155</b>	<b>153</b>	<b>130</b>	<b>196</b>
<b>Carga General exp.</b>	28	35	6	1	0	4	3
<b>Gráneles Líquido exp.</b>	83	162	162	153	153	126	192
<b>Total imp. + exp.</b>	<b>134</b>	<b>207</b>	<b>169</b>	<b>161</b>	<b>154</b>	<b>130</b>	<b>196</b>

Fuente: COCATRAM estadísticas

Golfito también se utiliza como terminal de cruceros. Algunos cruceros amarran directamente al muelle, otras se anclan en la bahía y trasladan a sus pasajeros al muelle con lanchas. En Golfito se atendieron 50 cruceros en el año 2017, comparado con los 16 arribos en el año 2011. Solo hay estadísticas de pasajeros para el año 2017, pero el número de visitas de cruceros y la cantidad de pasajeros en 2017 resultan en un promedio de 84 pasajeros por visita, lo que sugiere que el tamaño medio de los cruceros es pequeño. Además de los cruceros, Golfito recibe buques de carga general, buques de gráneles líquidos y sólidos, barcasas y otros no especificados. La cantidad de arribos de buques en comparación con el volumen de carga sugiere que los tamaños de los arribos son bastante pequeños, probablemente y en particular para los movimientos de carga general.

### 4.2 Evaluación de las infraestructuras y superestructuras existente

Puerto Golfito está ubicado en la Bahía de Golfito, al sureste de la costa Pacífica de Costa Rica, cerca de la frontera con Panamá, a 300 kilómetros por tierra de San José. Cuenta con una profundidad de -9.5 metros a lo largo de 200 m y el resto entre -5.0 y -8.0 metros. La variación de marea es de aproximadamente 3 metros.



*Figura 4-1 Puerto Golfoito*

Es un área ecológicamente sensible, es uno de los 4 fiordos tropicales que existen en el mundo. No es compatible con la industria portuaria, solamente cruceros con pasajeros de altos ingresos. Actualmente se están haciendo inversiones para estimular el ecoturismo.

Pueden atracar 2 barcos de 150 metros de eslora cada uno, o uno solo de mayor longitud. La mayoría del tráfico consiste en buques de crucero y buques para la exportación de aceite de Palma, atraque de guardacostas y fragatas. Una debilidad que tiene el Puerto de Golfoito es que la calle de ingreso al muelle es muy angosta.

Otro tráfico más ocasional: atuneros, barcos de investigación científica, barcos de transporte de yates, mega yates. Los yates y los atuneros también usan la bahía como refugio, (mega) yates también vienen para el abastecimiento de combustible, suministros y eliminación de desechos.

Se movilizan alrededor de 80 barcos al año, generalmente entre 100-150 pasajeros de un máximo de 300 m. Los pasajeros de cruceros visitan granjas / plantaciones, reservas naturales, etc. El tráfico de cruceros aún podría crecer, aunque la capacidad en el embarcadero es limitada

#### *Aceite de Palma*

Se carga en camiones cisterna por gravedad y es transportado a tanques en tierra. Los buques tanque son en promedio de 30.000 toneladas, pero la carga promedio es de aproximadamente 12.500 toneladas por buque. En promedio debe haber 16 arribos al año.

No se espera un crecimiento de las exportaciones de aceite de palma ya que no se están desarrollando nuevas plantaciones.

Tabla 4-2 Golfito

Facilidades	Descripción
<b>Sectores servidos</b>	Exportaciones de aceite de palma, sector de cruceros, cantidades limitadas de carga general
<b>Productos</b>	Aceite de palma, alguna carga general
<b>Canal de entrada</b>	A la Bahía de Golfito se puede ingresar directamente desde Golfo Dulce.
<b>Dimensión máxima de los barcos</b>	El calado máximo es de 8,5-9 m, la LOA máxima es de 200 m
<b>Puestos</b>	Un muelle multipropósito: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Longitud 276m</li> <li>• Profundidad: 9,5m para 200m, 5-8m para el resto en marea baja</li> <li>• Observaciones: los buques de carga y los cruceros amarran en la orilla del mar, y pequeñas embarcaciones (transportando pasajeros desde cruceros anclados en la bahía), embarcaciones turísticas y embarcaciones de pesca en la parte posterior del embarcadero.</li> </ul>
<b>Equipo</b>	Ningún equipo específico; el aceite de palma se carga por medio de la gravedad

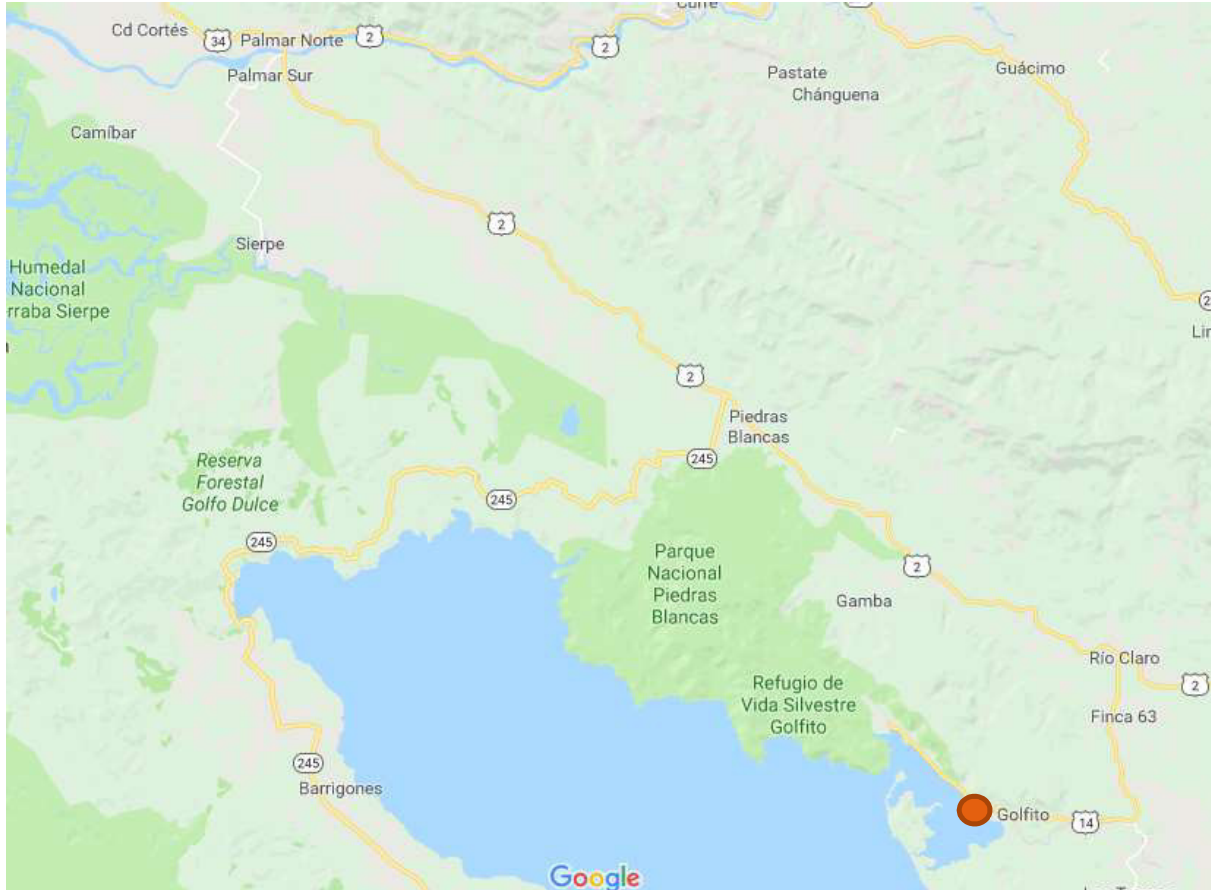
El estado de los principales componentes del puerto se resume en las tablas siguientes:

Tabla 4-3 Estado del Puente de acceso

Componente	Elemento	Estado	Observaciones
<b>Superestructura</b>	Losas (emparrillado relleno concreto)	Malo	Deterioro por corrosión
	Vigas acero	Malo	Deterioro por corrosión
	Conexiones	Regular	

### 4.3 Accesos terrestres

La ruta de acceso terrestre a Golfito es por las Rutas Nacionales No. 34 (conocida como la Costanera Sur) o la No. 2 (Interamericana Sur), luego se entronca con la No.14.



*Figura 4-2 Accesos terrestres a Puerto Golfito*

### **Ruta 34 Costanera Sur**

También conocida como Pacífica Fernández Oreamuno o Costanera Sur, esta carretera de ruta nacional recorre el litoral Pacífico central y sur de Costa Rica. Cuenta con 202 km y conecta la carretera Interamericana Norte (ruta 1) en Barranca hasta la carretera Interamericana Sur (ruta 2) en Palmar Norte. La ruta 34 conecta con la ruta 27 en el peaje de Pozón en Orotina. En una vía de dos carriles, uno por sentido.

En la gráfica siguiente se presenta el tránsito promedio diario a lo largo de la carretera; de igual manera y en forma de barras, los diferentes tiempos de viaje por cada segmento a diferentes horas del día y días de la semana.



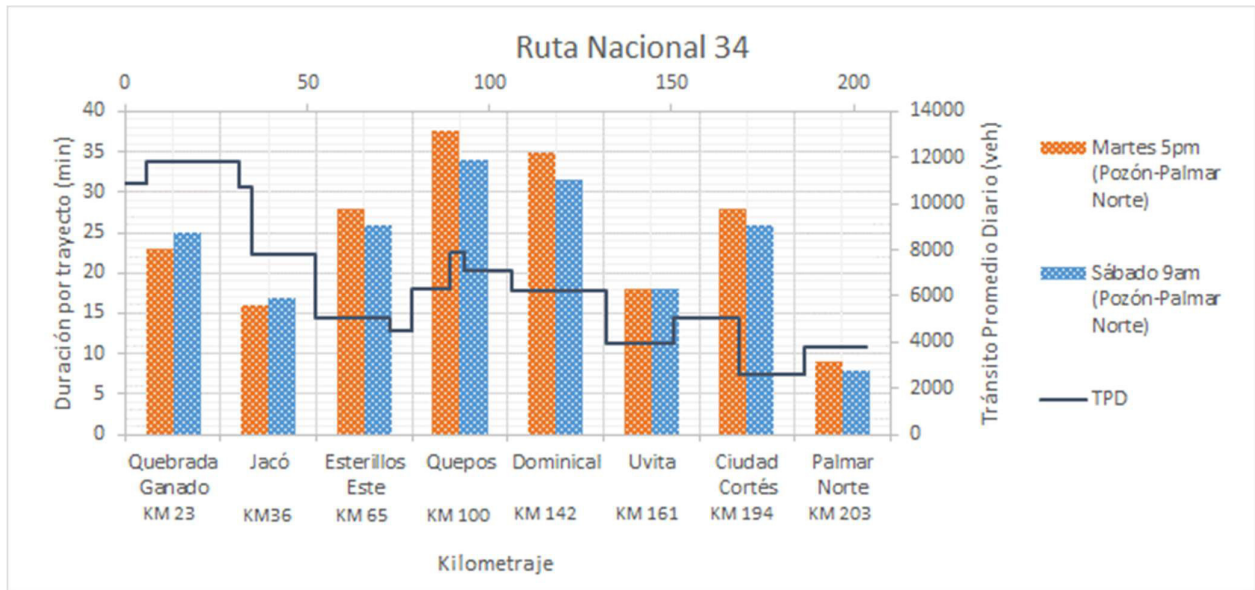


Figura 4-3 Gráfico 1 RN34 Elaboración propia basada en información MOPT

En el gráfico siguiente se presentan los tiempos de viaje acumulados a lo largo de la ruta, en un sentido y para diferentes días de la semana.

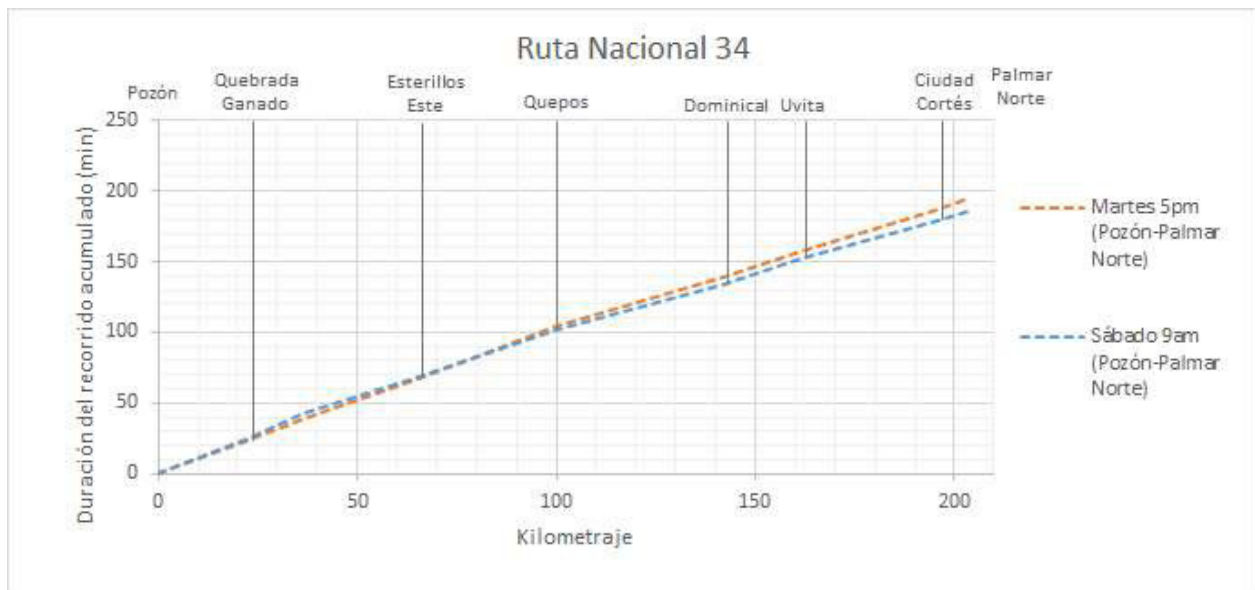


Figura 4-4 Gráfico 2 RN34 Elaboración propia basada en información MOPT

#### **4.4 Resumen de los planes de desarrollo actuales, propuestos o en marcha y su impacto en el nuevo Plan Maestro**

No se esperan un crecimiento de las exportaciones de aceite de palma ya que no se están desarrollando nuevas plantaciones.

Al igual que en el muelle de Puntarenas, actualmente todas las actividades del muelle de Golfito se encuentran a cargo del INCOP. Este creó un proyecto de iniciativa privada en los oficios CR-INCOP-PE-0461-2016 y CR-INCOP-PE-0462-2016 remitido al CNC en julio de 2016. En este momento, el proyecto se encuentra en postulación por el representante de la Empresa R&B Abogados para concesionar el muelle y permitirá promocionar el puerto para fines turísticos en complemento a la marina que se está construyendo en terrenos adyacentes, lo cual mantendrá la operación de trasiego de aceite de palma. El proyecto ofrece una transformación y explotación del muelle de Golfito en muelle turístico mediante la construcción de una nueva terminal, reactivando la economía local y brindando oportunidades que generen un impacto socio económico a largo plazo.

Además, se está promoviendo abrir una ruta de ferry desde el Muelle Municipal de Golfito hacia el Muelle Público de Puerto Jiménez, propuesta que ha adquirido gran interés por la importancia que tiene en el sistema de transportes del país.

#### **4.5 Análisis de la capacidad portuaria conforme a las razones de productividad actuales**

La mayoría de la carga es la exportación de gráneles líquidos y algunos cruceros.

Considerando una tasa de carga de alrededor de 200 ton / h para gráneles líquidos (4000 ton / día), una ocupación de atracadero de 50%, la capacidad total del embarcadero para la exportación de gráneles líquidos es algunas 730.000 toneladas por año, que es aproximadamente el cuádruple de lo que el puerto maneja en 2017.

En ese caso (50% de ocupación de tanqueros) y dependiendo de la planificación de otros buques, podrían estar disponibles unos 100 días para cruceros y otros buques de carga. Este último se basa en la ocupación total del atracadero del 80% del puerto.

En resumen, Golfito tiene una capacidad para 100 cruceros al año y para 730.000 tonelada de gráneles líquidos por año u otro tipo de carga que no exige equipos grandes o almacenamiento.

#### **4.6 Cuellos de botella de capacidad y limitaciones de uso de espacios.**

Una debilidad que tiene el Puerto de Golfito es que la calle de ingreso al muelle es muy angosta. En vista del pronóstico, no se pueden observar cuellos de botella o limitaciones de uso de espacio.

## 5 QUEPOS

### 5.1 Volumen de Carga 2007-2017

El muelle en Quepos rara vez se usa para operaciones de carga. Las estadísticas reportan de 2.000 a 5.000 toneladas por año de carga general y gráneles líquidos, tanto de importación como de exportación. El muelle atrae alrededor de 60 a 65 cruceros en los últimos años, frente a 3 en 2011, más un número variable de arribos por buques no especificados. Ver la Tabla 5-1.

Tabla 5-1 Arribos de buques en Quepos 2011-2017 por categoría

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Buques de carga</b>	1		4			1	
<b>Cruceros</b>	3	19	36	55	65	62	64
<b>Otros</b>	56	256	192	66	79	87	58
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>275</b>	<b>232</b>	<b>121</b>	<b>144</b>	<b>150</b>	<b>122</b>

Fuente: COCATRAM estadísticas

La mayoría de los cruceros amarran en la bahía y trasladan a sus pasajeros al muelle con lanchas. La cantidad de pasajeros promedio por visita en los últimos 5 años es 275 pasajeros, más que en Golfito pero todavía son cruceros bastante pequeños.

### 5.2 Evaluación de las infraestructuras y superestructuras existente

El puerto de Quepos es de tipo espigón, está formado por una plataforma de operación de 146 metros de longitud y 13,25 metros de ancho, se comunica a tierra firme, mediante un puente de acceso de 51 metros de longitud.

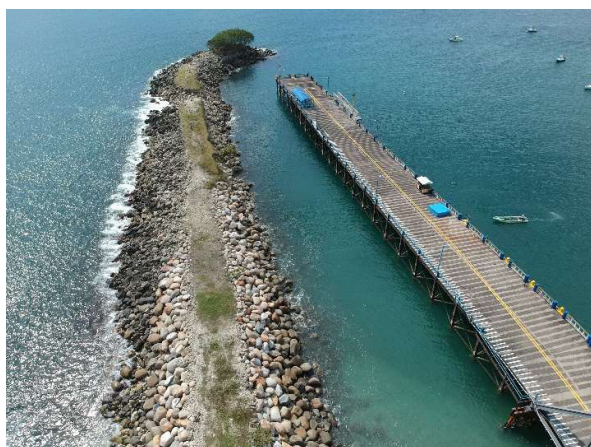


Figura 5-1 Quepos

Esta construcción fue iniciada por la Compañía Bananera de Costa Rica en 1938 y entró en operación un año después. Su administración estuvo a cargo de la misma compañía, por más de 30 años, luego fue traspasada al Estado. Se considera construir un muelle tender, el proyecto está en licitación por parte del INCOP.

En la actualidad, este puerto brinda servicio, principalmente, a embarcaciones pesqueras y de pesca deportiva, aunque, en alguna medida, se utiliza para carga de combustible y atención de pequeños cruceros. Es bastante alto y está en mal estado, la tormenta Nate dañó el rompeolas y el tender en el 2017.

Tabla 5-2 Quepos

Facilidades	Descripción
<b>Sectores servidos</b>	Sector de cruceros, cantidades limitadas de carga general
<b>Productos</b>	Alguna carga en general
<b>Canal de entrada</b>	Accesible directamente desde el Océano Pacífico.
<b>Dimensión máxima de los barcos</b>	Si bien el muelle no podría atender buques en este momento por su estado, el calado máximo es de 12 m, la LOA máxima es de 150 m
<b>Puestos</b>	Un muelle multipropósito: <ul style="list-style-type: none"> <li>Longitud 150m</li> <li>Profundidad: 5-13 m</li> <li>Observaciones: el muelle está protegido por un rompeolas que ha sufrido daños.</li> </ul>
<b>Almacenamiento</b>	Sin área específica de almacenamiento.
<b>Equipo</b>	Sin equipo específico.

El estado del rompeolas es deficiente ya que ha sufrido daños que no han sido reparados. El estado de la estructura del puente de acceso y del muelle se resume en las tablas siguientes:

Tabla 5-3 Estado del puente de acceso

Componente	Elemento	Estado	Observaciones
<b>Superestructura</b>	Losas prefabricadas	Malo	Deterioro leve por corrosión del acero de refuerzo en conexiones entre losas
	Elementos armadura acero	Bueno	Algunos elementos presentan daño en pintura y deterioro por corrosión
	Conexiones	Bueno	Algunas conexiones presentan daño en pintura y deterioro por corrosión

Tabla 5-4 Estado del muelle

Componente	Elemento	Estado	Observaciones
<b>Superestructura</b>	Losas prefabricadas	Regular	Deterioro leve por corrosión del acero de refuerzo en conexiones entre losas
	Vigas acero	Regular/malo	Hay deterioro permanente por corrosión
	Bitas y defensas	Malo	No hay defensas. Uniones bitas con muelle en mal estado
<b>Subestructura</b>	Protección concreto bajo agua	Regular	
	Pilotes	Regular	Si bien se han hecho trabajos de rehabilitación, hay deterioro
	Pintura pilotes	Malo	

### 5.3 Accesos terrestres

El acceso terrestre al Puerto de Quepos es a través de la Ruta Nacional No. 34 (Costanera Sur) y luego la ruta secundaria No.235.



Figura 5-2 Vía de acceso a Quepos Ruta 235 hacia Ruta 34



**Ruta 34 Costanera Sur:**

También conocida como Pacífica Fernández Oreamuno o Costanera Sur, esta carretera de ruta nacional recorre el litoral Pacífico central y sur de Costa Rica. Cuenta con 202 km y conecta la carretera Interamericana Norte (ruta 1) en Barranca hasta la carretera Interamericana Sur (ruta 2) en Palmar Norte. La ruta 34 conecta con la ruta 27 en el peaje de Pozón en Orotina. El estado de esta ruta se describió en secciones anteriores.

**Ruta 235:**

Esta carretera conecta la ruta 34 con Quepos. Tiene una longitud aproximada de 4 km. La carretera es de asfalto de dos carriles en la mayoría de su recorrido (uno por cada sentido) y su condición es aceptable. Una vez en Quepos, se debe tomar la calle Paseo del Mar para llegar hasta el puerto. Pendiente características de la carretera

En la gráfica siguiente se presenta el tránsito promedio diario a lo largo de la carretera; de igual manera y en forma de barras, los diferentes tiempos de viaje por cada segmento a diferentes horas del día y días de la semana.

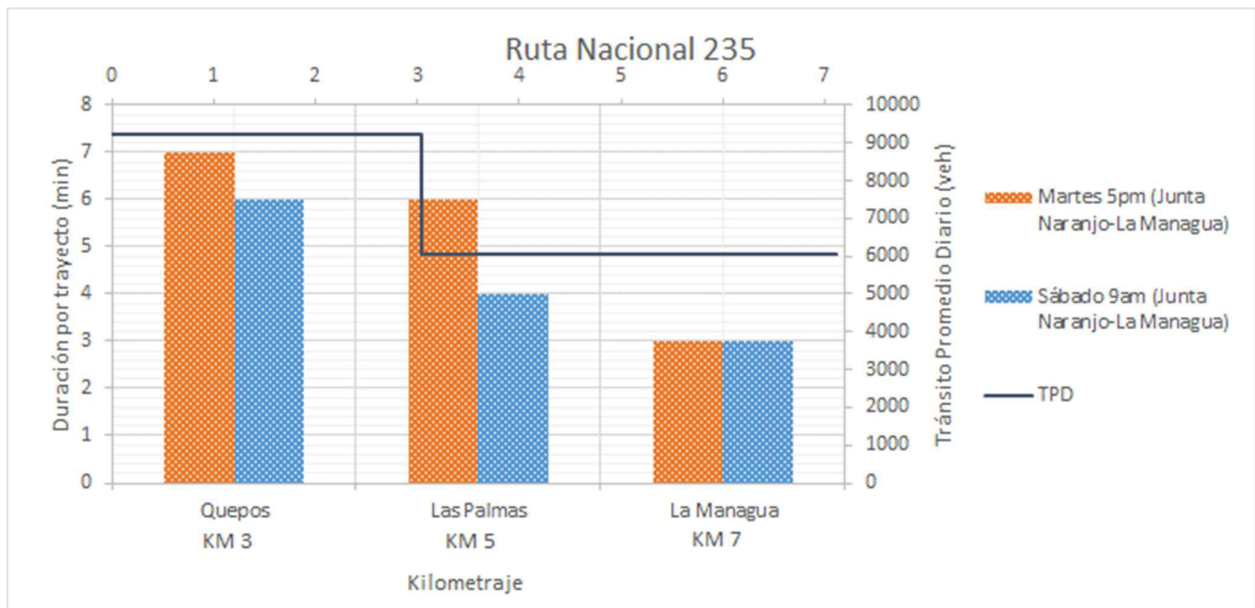


Figura 5-3 Gráfico 1 RN235 Elaboración propia basada en información MOPT

En el gráfico siguiente se presentan los tiempos de viaje acumulados a lo largo de la ruta, en un sentido y para diferentes días de la semana.



Figura 5-4 Gráfico 2 RN235 Elaboración propia basada en información MOPT

## 5.4 Resumen de los planes de desarrollo, propuestos o en marcha, actuales y su impacto en el nuevo Plan Maestro

El INCOP está analizando alternativas para desarrollos futuros en Quepos. A continuación, se presenta la Figura 5-5 con la propuesta que se está analizando actualmente. El plan consiste en unos duques de alba para el atraque de embarcaciones grandes como cruceros, esta nueva estructura tendrá una conexión con el muelle existente que será rehabilitado. Además, se contempla la ampliación y reparación del rompeolas y la construcción de obras complementarias para la atención al usuario.

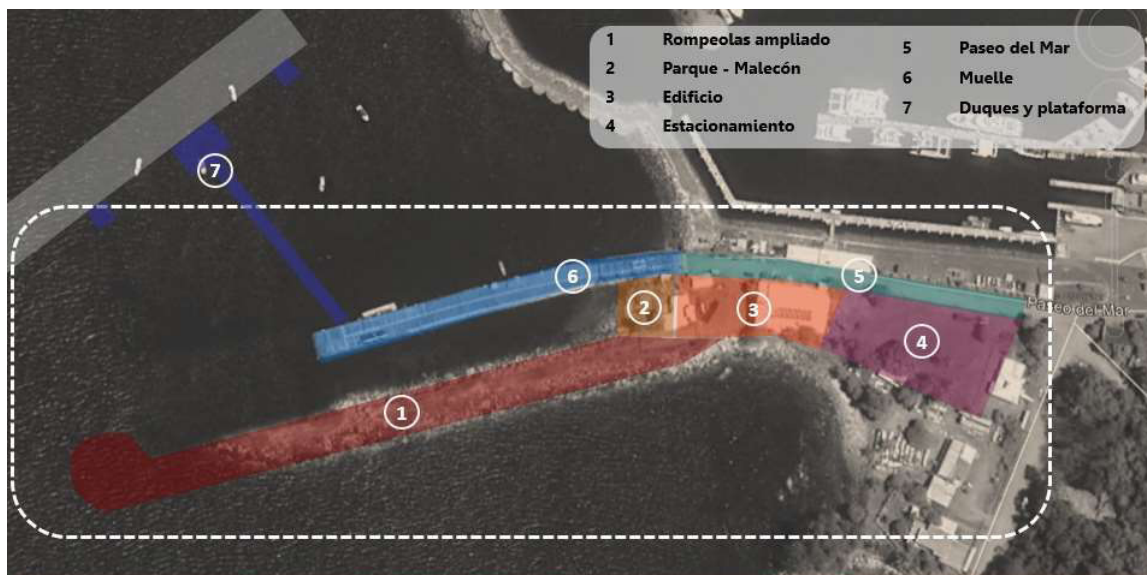


Figura 5-5 La propuesta para desarrollos futuros en Quepos (fuente: INCOP)

## 5.5 Análisis de la capacidad portuaria conforme a las razones de productividad actuales

La cantidad de cruceros en 2017 fue 64, pero los cruceros no se amarran al Puerto, solo hacen fondeo y después utilizan lanchas.

## 6 PUNTA MORALES

### 6.1 Volumen de Carga 2007-2017

Punta Morales tiene un solo puesto de atraque que sirve como puerto de exportación para el azúcar en gránulos sólidos y productos líquidos relacionados a azúcar, melaza y el etanol. Exporta entre 180.000 y 250.000 toneladas por año, aproximadamente repartido entre un 70% a 80% de azúcar y el restante 20% a 30% de granel líquido. Las estadísticas indican cantidades fluctuantes de importaciones de granel seco y líquido a granel también, hasta 2013. Ver la Tabla 6-1.

Tabla 6-1 Volumen de carga en Punta Morales 2007-2017 por apariencia e importación y exportación (1.000 ton)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Importaciones</b>	<b>173</b>	<b>104</b>	<b>76</b>	<b>193</b>	<b>12</b>	<b>23</b>	<b>17</b>				
<b>Gránulos Líquidos</b>	152	104	69	60	12	23	17				
<b>Gránulos Sólidos</b>	20		7	133							
<b>Exportaciones</b>	<b>183</b>	<b>158</b>	<b>66</b>	<b>6</b>	<b>104</b>	<b>96</b>	<b>209</b>	<b>192</b>	<b>249</b>	<b>213</b>	<b>186</b>
<b>Gránulos Líquidos</b>	92	130	41	2	43	30	60	43	48	25	33
<b>Gránulos Sólidos</b>	91	29	25	4	61	66	149	149	201	188	153
<b>Total imp. + exp</b>	<b>355</b>	<b>262</b>	<b>143</b>	<b>199</b>	<b>115</b>	<b>119</b>	<b>226</b>	<b>192</b>	<b>249</b>	<b>213</b>	<b>186</b>

Fuente: COCATRAM estadísticas

## 6.2 Evaluación de las infraestructuras y superestructuras existente

El estado de las diferentes estructuras del puerto es bueno, se da un mantenimiento adecuado.

Tabla 6-2 Punta Morales

Facilidades	Descripción
Sectores servidos	Carga seca, gráneles líquidos
Productos	Azúcar crudo, melaza, alcohol
Canal de entrada	Accesible directamente desde el Golfo de Nicoya.
Dimensión máxima de los barcos	El calado máximo es de 14 m, la LOA máxima es de 250 m
Puesto	Un puesto: <ul style="list-style-type: none"> <li>Longitud 250 m</li> <li>Profundidad: 15 m.</li> </ul>
Almacenamiento	Almacenamiento cubierto para azúcar crudo de 80,000 toneladas, varios tanques para melaza y alcohol
Equipo	Cargador de barcos y bombas y manqeras

## 6.3 Análisis de la capacidad portuaria conforme a las razones de productividad actuales

La mayoría de la carga es la exportación de gráneles líquidos y azúcar.

Punta Morales recibe alrededor de 25 barcos al año que manejan 200.000 toneladas de azúcar en bruto, 25.000 toneladas de melaza y 12.000 toneladas de alcohol. Las velocidades de carga son: 500 tph de azúcar, 400 tph de melaza, 300 m<sup>3</sup> / h de alcohol.

Usando el equipo existente y la relación de tipos de carga, el puerto tiene una capacidad de alrededor de 1.5 millones de toneladas por año, ver la siguiente tabla.

Tabla 6-3 Volumen máxima ( $500 \times 20 \times 365 \times 70\% = 2.555.000$ )

Carga	Tasa de manipulación por barco por hora en toneladas	Volumen por ano en toneladas	Ocupación de puestos de atraque permitido	Capacidad por ano en toneladas
<b>Azúcar (70%)</b>	500	2.555.000	45%	1.149.750
<b>Melaza (20%)</b>	400	584.000	45%	262.800
<b>Alcohol (10%)</b>	240	175.200	45%	78.840

## 6.4 Cuellos de botella de capacidad y limitaciones de uso de espacios

En este momento no hay mayores cuellos de botella.

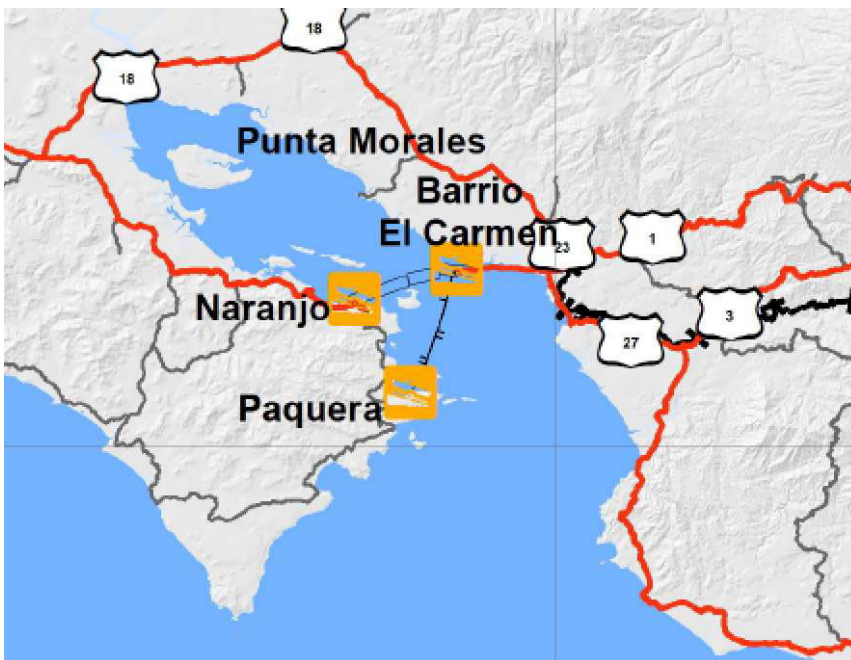
## 7 PUERTOS MENORES

Los puertos menores que forman parte de este estudio son:

1. Terminal Barrio El Carmen.
2. Terminal Playa Naranjo.
3. Terminal de Paquera.
4. Puerto Jiménez.
5. Cuajiniquil.

### 7.1 Los terminales de cabotaje

Terminal Barrio El Carmen, Terminal Playa Naranjo y Terminal de Paquera:



#### 7.1.1 Evaluación de las infraestructuras y superestructuras existente

##### 7.1.1.1 Terminal Barrio El Carmen

La terminal del Barrio del Carmen cuenta con tres zonas de atraque, una de las cuales (zona de atraque 3) se utiliza únicamente para realizar mantenimiento a las embarcaciones. Las zonas de atraque 1 y 2 se encuentran al oeste del relleno de recuperación y tienen cuatro (4) duques cada zona, mientras que en la zona de atraque 3 se ubica al norte del relleno de recuperación y tiene dos (2) duques, para un total de diez (10) duques en la terminal. Al norte de la terminal, donde se ubica la zona de atraque 3, se encuentra un muro de tablestacas, mientras que el resto del relleno posee una protección con taludes de piedra.

### 7.1.1.2 Terminal Playa Naranjo

La Terminal de Cabotaje de Playa Naranjo se encuentra ubicada en la Provincia de Puntarenas, cantón de Puntarenas y en el Distrito de Paquera. La Terminal Naranjo es propiedad del estado que cuenta con una infraestructura acondicionada para recibir diariamente una gran cantidad de público que utiliza los servicios del Ferry de la Naviera COONATRAMAR.

El edificio de la terminal es administrada por la Naviera Coonatramar, el cual cuenta con dos áreas de espera para el público en ambos extremos del edificio con sus respectivas bancas, una boletería para la venta de los tiquetes del Ferry, un baño para discapacitados que cumple con la Ley 7600, un baño para mujeres y otro para hombres, una pequeña bodega, un paso cubierto para la llegada de los pasajeros del Ferry y otro paso cubierto para la salida de los pasajeros de la Terminal todo esto en la primera planta. Existe una segunda planta que es de uso exclusivo para los empleados de la Naviera que cuenta con un dormitorio, baño con ducha y cocina acondicionada con un fregadero, desayunador, cocina y refrigeradora. Además, el edificio tiene un sistema contra robos y otro sistema contra incendio que cumplen con las normas establecidas por la ley.

La terminal cuenta con una única rampa donde atraca el Ferry de la Naviera Coonatramar.

### 7.1.1.3 Terminal de Paquera

La Terminal de Paquera se encuentra ubicada en la Provincia de Puntarenas, cantón de Puntarenas y en el Distrito de Paquera. La Terminal Paquera es propiedad del estado que cuenta con una infraestructura acondicionada para recibir diariamente una gran cantidad de público que utiliza los servicios del Ferry de la Naviera Tambor.

El edificio de la terminal es administrado por la Asociación de Desarrollo Integral de Paquera ADIP, este edificio cuenta con una Soda con un amplio salón que brinda los servicios de desayunos y almuerzos desde 5 am hasta las 5 pm, hay que indicar que dicha Soda es administrada por una tercera persona que le arrenda a la asociación; además el edificio de la Terminal cuenta con un baño para discapacitados que cumple con la Ley 7600, baños para mujeres y baños para hombres, una área de boletería con su respectiva zonas de espera para el público, un comedor para los trabajadores y una pequeña bodega que utilizan los trabajadores de la Naviera Tambor todo esto en la primera planta. En la segunda planta existe una oficina, un baño con ducha que es utilizado por la Asociación de Desarrollo Integral. La Terminal cuenta con dos pasos cubiertos, uno de ellos para el arribo del público que llega en el Ferry y el otro paso cubierto para el abordaje de las personas que esperan el Ferry.

Además, existen zonas de parqueo para autos, camiones, buses y motocicletas que esperan la llegada del Ferry; sin embargo, dichos espacios resultan insuficientes ya que no están acondicionados para recibir la cantidad de vehículos que utilizan el servicio de ferry. Los vehículos se estacionan en la vía pública y generan problemas de congestión en la zona.

Existe un pequeño muelle ubicado a un costado del edificio que es utilizado por una embarcación de la Caja Costarricense del Seguro Social que realiza transporte de pacientes ocasionalmente, el cual fue remodelado en el año 2018.

La terminal cuenta con una única rampa donde atraca el Ferry de la Naviera Tambor.

## 7.1.2 Vías de acceso terrestre

### 7.1.2.1 Terminal Barrio El Carmen

Barrio El Carmen se encuentra en la provincia de Puntarenas aproximadamente a 100 km del Valle Central. En este lugar se ubican la Naviera de Tambor, la cual da el servicio de cabotaje de pasajeros y vehículos hacia Paquera y Coonatramar que brinda este mismo servicio hacia Playa Naranjo.

Al igual que en el caso de la terminal de cruceros, para acceder a la Terminal se puede utilizar tanto la RN 27 como la RN 1, conectando ambas con la RN 23 para entroncarse con la RN 17 para llegar a la ciudad de Puntarenas. Una vez en la ciudad se debe continuar alrededor de 3 km por la Avenida Central y luego desviarse 200m hacia el norte.



### 7.1.2.2 Terminal Playa Naranjo

Playa Naranjo se encuentra en el norte de la provincia de Puntarenas. Su acceso más rápido desde el valle central es por medio del ferry que sale de Barrio El Carmen en Puntarenas.

Para llegar por tierra, se debe tomar la ruta 1 y desviarse hacia la ruta 18 en Limonal. Después de 50 km, en Pueblo Viejo de Nicoya se debe tomar la Ruta 21. A 55 km desde este punto y por la ruta 21 está la terminal de Ferry de Playa Naranjo.

Desde el Valle Central y utilizando el ferry, se puede llegar a Playa Naranjo en aproximadamente 3 horas recorriendo alrededor de 120 km. Si no se utiliza el transporte marítimo, se debe recorrer aproximadamente 250 km con una duración estimada de 4 horas.

### 7.1.2.3 Terminal de Paquera

La terminal de Ferry de Paquera se localiza a 5 km del centro de la ciudad de Paquera, en la provincia de Puntarenas aproximadamente a 119 km del Valle Central si se utiliza el Ferry y a 270 km si se hace el recorrido completo por tierra.

Para llegar por tierra se debe tomar la misma ruta que para Playa Naranjo hasta Pueblo Viejo de Nicoya, ahí se recorren 55 km en la ruta 21 hasta que se llega a la ruta 160, ahí se recorren 25 km hasta llegar a la ruta 621 en la ciudad de Paquera, de este punto son 5 km hasta la terminal. En tiempo, dependiendo del tránsito, se puede durar alrededor de 40 min menos (desde Puntarenas hasta Paquera) si se utiliza el ferry.

Actualmente, la RN 160 está en proceso de mejoramiento. Se realizó un nuevo diseño de la vía y está por iniciar el proceso de construcción.

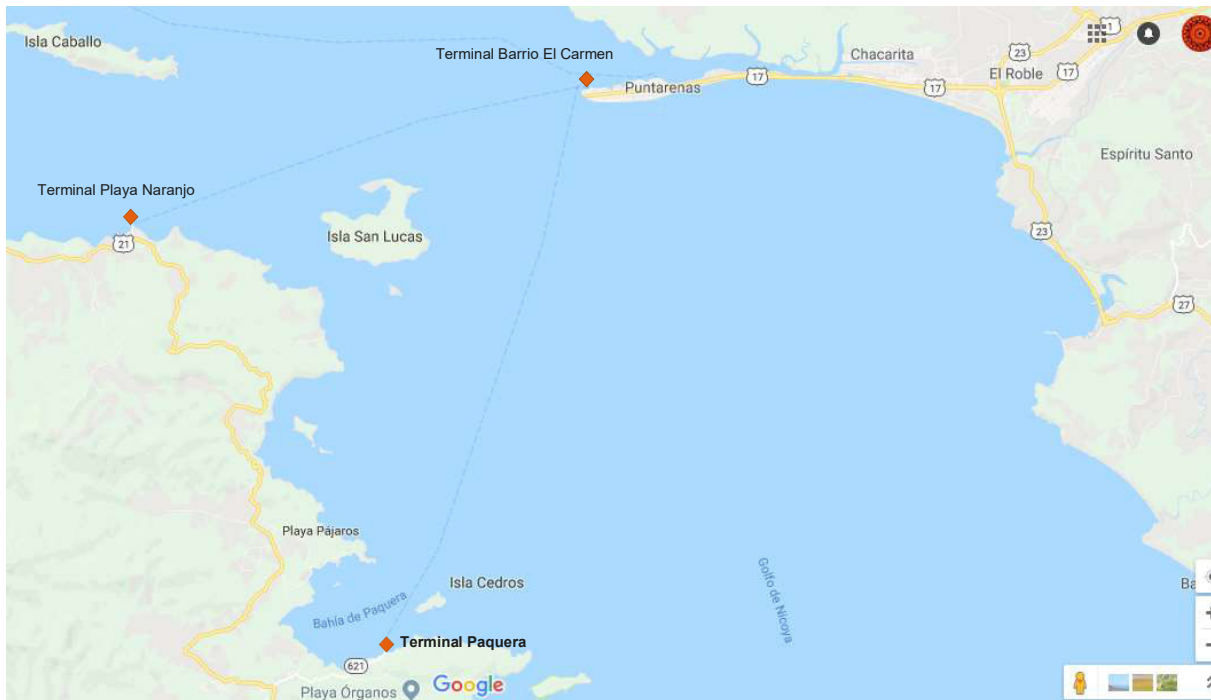


Figura 7-1 Vías de acceso

### 7.1.3 Resumen de los planes de desarrollo actuales, propuestos o en marcha y su impacto en el nuevo Plan Maestro

Actualmente el MOPT tiene en marcha el proyecto “Mejoramiento de las Terminales del Golfo de Nicoya”, a través de la contratación SP. NO. PIT-58-SBCC-CF-2017, la cual se está adjudicada a la Asociación de IDOM Ingeniería S.A. de C.V. (México) / IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, SAU (España) y Berenguer Ingenieros S.L. (España). El proyecto consiste en “lograr un análisis actualizado, mediante las memorias descriptivas y de cálculo, diseño y planos finales de fase 1 del proyecto de Mejoramiento de las Terminales de Transbordadores del Golfo de Nicoya, de manera que permita ejecutar o bien, rehabilitar, algunas obras marítimas (muelles flotantes, espigón de protección, rampas, mecanismos de izaje, etc., según el sitio que corresponda) y obras terrestres para mejorar estas condiciones y lograr satisfacer la demanda actual y futura de los servicios públicos de cabotaje, modalidad transbordador”.

Según el cartel de la contratación, las obras serían:

- Terminal Barrio del Carmen:
  - Obras marítimas: Rehabilitación sistema de izaje y sustitución de rampas basculantes. Como se cita en los artículos 39, 41, 42, 43 y 44 de la Ley Orgánica del Ambiente, existe una declaratoria de interés público para los humedales y su conservación. Considerando esta limitante ambiental, la intervención en la Terminal de Transbordadores de Barrio El Carmen deberá valorar el grado de impacto ambiental, realizar una propuesta que armonice con los ecosistemas citados, y deberá realizarse obligatoriamente una evaluación de impacto ambiental
- Terminal de Paquera:
  - Obras marítimas: Construcción de espigón de protección de dársena para cabotaje menor, Suministro e instalación de dos muelles flotantes para cabotaje menor y Rampa de botado para embarcaciones menores
  - Obras terrestres: Habilitación de áreas de parqueo con su protección costera, zonas verdes y sistemas electromecánicos en general, Nuevo edificio comercial y locales comerciales, Local para reubicar a la Asociación de pescadores de Paquera, Casetas de vigilancia, Casetas de peaje, Paradas de Transporte Público, Batería de baños independiente y Planta de tratamiento
- Terminal de Playa Naranjo
  - No se requieren actuaciones.

El impacto con el Plan Maestro del Litoral Pacífico será evaluado más adelante, cuando ambas consultorías se encuentren más avanzadas.

Por otro lado, el MOPT tiene el proyecto Nueva Terminal de Transbordadores de Puerto Paquera, el cual consiste en la construcción de nuevas instalaciones en Paquera, las cuales incluyen:

- 3 rampas de atraque
- Áreas de estacionamiento
- Carriles internos para la circulación vehicular
- Atracaderos para lanchas
- Edificaciones para atención al usuario y administrativas
- Obras complementarias

Para obtener un mayor detalle de este proyecto, se puede consultar a la División Marítimo Portuaria del MOPT. El análisis sobre este proyecto será abordada en la Tarea 7, en el reporte de “Otros Puertos”.



Figura 7-2 Nueva Terminal de Transbordadores de Puerto Paquera

Fuente: MOPT, 2018

#### 7.1.4 Análisis de la capacidad portuaria conforme a las razones de productividad actuales

Las terminales de ferry son terminales dedicadas para una compañía de servicio / envío. Por lo tanto, el volumen de manejo de una terminal es menor dependiendo de la capacidad teórica de la terminal pero en el cronograma de las compañías navieras involucradas, es decir, el tamaño del buque y la frecuencia de las salidas.

Las siguientes rutas están disponibles desde Puntarenas:

Ruta 1- Servicio Puntarenas – Paquera operado por la Naviera Tambor S.A

Ruta 2- Servicio Puntarenas – Playa Naranjo operado por Coonatramar

Tabla 7-1 Información de ferries

	Ruta 1	Ruta 2
<b>Ferries</b>	Tambor II y Tambor III ambos una capacidad de 1000 pasajeros y 170 vehículos	San Lucas I capacidad 350 personas San Lucas II capacidad 650 personas
<b>Viajes por día</b>	6 Salidas de Puntarenas 6 Salidas de Paquera	4 Salidas de Puntarenas 4 Salidas de Playa Naranjo
<b>Duración de travesía</b>	75 minutos	60 minutos
<b>Volumen (2017)</b>	Aprox. 1,100,000 personas y 245,000 vehículos al año 4,380 viajes al año	Aprox. 278.000 personas y 59.000 vehículos al año 2,880 viajes al año
<b>Ocupación por viaje (promedio)</b>	250 personas / 55 vehículos	96 personas / 20 vehículos
<b>Velocidad de ferries</b>		Lucas II 11,5 nudos

La capacidad del área de almacenamiento y la capacidad de atraque de una terminal de transbordadores depende de la cantidad de servicios, frecuencias, capacidades de los buques y la proporción de tráfico acompañado y no acompañado.

### Capacidad de atraque

La capacidad de la embarcación depende de tres componentes clave:

- Tiempo de desembarque de pasajeros.
- Tiempo de embarque del pasajero.
- Vehículos que desembarcan y embarcan.
- Tiempo de despacho.

El tiempo de desembarque y embarque es una función de varios factores, incluida la demanda de pasajeros o vehículos, el método de recolección de tarifas y el diseño de las pasarelas y pasarelas entre el buque y el punto de conflicto carga-descarga de pasajeros. El diseño del buque y de la carga puede permitir que una parte de los tiempos de embarque y desembarque se solapen.

Las fórmulas son:

$$t_{ed} = 60 \left( \frac{P_d}{C_d} + \frac{L_w}{v_d} + \frac{P_e}{C_e} + \frac{L_w}{v_e} \right)$$

**Ruta 1- Servicio Puntarenas – Paquera operado por la Naviera Tambor S.A**

Ruta 1- Servicio Puntarenas – Paquera operado por la Naviera Tambor S.A	valor
Pd = volumen de pasajeros de desembarque (p);	1000
Cd = capacidad de desembarque en el punto de constricción (p / m / min)	50
Lw = longitud de la pasarela (m);	20
Vd = velocidad de salida del pasajero en la pasarela (m / min)	70
Pe = volumen de pasajeros embarcados (p)	1000
Ce = capacidad de embarque en el punto de constricción (p / m / min)	40
Ve = embarcar la velocidad del pasajero en la pasarela (m / min)	80

Ted = 2700 sec

$$t_{ed} = \frac{h_v(A_d + A_e)}{N_{ca}} + \frac{2L_r}{v_v}$$

Ruta 1- Servicio Puntarenas – Paquera operado por la Naviera Tambor S.A	valor
hv = avance promedio del vehículo (s / auto),	4
Ad = número de autos de desembarque (unidades auto equivalentes),	150
Ae = número de autos de embarque (unidades auto equivalentes),	150
Nca = número de canales para automóviles,	1
Lr = distancia entre la pasarela y el frente del área de estacionamiento del vehículo (m),	20
Vv = velocidad de entrada / salida del vehículo (m / s).	1,4

Ted = 1230 sec

Paso 1: Calcule el tiempo de servicio del barco (ferry)

$$t_v = t_{ed} + t_c = 2700 + 120 = 2820 \text{ sec}$$

nota: los pasajeros son normativo

Tc = tiempo de despacho (s /barco)

Paso 2: calcule la capacidad de atraque (Vb)

$$V_b = \frac{3,600}{t_v}$$

Vb = 1.3 ferries por hora. (Asumiendo 100% lleno)

En realidad, los transbordadores tienen una ocupación promedio de entre el 50% y solo hay 6 viajes (transbordadores) por día por atraque.

Esto significa que los puestos de los terminales en Puntarenas, y Paquera tienen una amplia capacidad.

**Ruta 2- Servicio Puntarenas – Playa Naranjo operado por Coonatramar**

Ruta 2- Servicio Puntarenas – Playa Naranjo operado por Coonatrama	valor
Pd = volumen de pasajeros de desembarque (p);	650
Cd = capacidad de desembarque en el punto de constricción (p / m / min)	50
Lw = longitud de la pasarela (m);	20
Vd = velocidad de salida del pasajero en la pasarela (m / min)	70
Pe = volumen de pasajeros embarcados (p)	650
Ce = capacidad de embarque en el punto de constricción (p / m / min)	40
Ve = embarcar la velocidad del pasajero en la pasarela (m / min)	80

Ted = 1770 sec

$$t_{ed} = \frac{h_v(A_d + A_e)}{N_{ca}} + \frac{2L_r}{v_v}$$

Ruta 2- Servicio Puntarenas – Playa Naranjo operado por Coonatrama	valor
h <sub>v</sub> = avance promedio del vehículo (s / auto),	4
A <sub>d</sub> = número de autos de desembarque (unidades auto equivalentes),	100
A <sub>e</sub> = número de autos de embarque (unidades auto equivalentes),	100
N <sub>ca</sub> = número de canales para automóviles,	1
L <sub>r</sub> = distancia entre la pasarela y el frente del área de estacionamiento del vehículo (m),	20
V <sub>v</sub> = velocidad de entrada / salida del vehículo (m / s).	1,4

Ted = 830 sec

Paso 1: Calcule el tiempo de servicio del barco (ferry)

$$t_v = t_{ed} + t_c = 1770 + 120 = 1890 \text{ sec}$$

nota: los pasajeros son normativos

Paso 2: calcule la capacidad de atraque (V<sub>b</sub>)

$$V_b = \frac{3,600}{t_v}$$

V<sub>b</sub> = 1.9 ferries por hora. (Asumiendo 100% lleno)

En realidad, los transbordadores tienen una ocupación promedio del 30% y solo hay 4 viajes (ferries) por día por atraque.

Esto significa que los puestos de los terminales en Puntarenas y Playa Naranjo tienen una amplia capacidad.



## 7.2 Otros puertos

### Puerto Jiménez

Puerto Jiménez está en el cantón de Golfito y es parte de la provincia de Puntarenas, se localiza en el Golfo Dulce aproximadamente a 370 km del Valle Central. Para llegar por tierra a Puerto Jiménez, se debe tomar la ruta 2 y en Chacarita de Puntarenas salirse en la ruta 245. Desde este punto y siempre por la ruta 245, hay 70 km hasta Puerto Jiménez.

Desde el Valle Central, también se puede utilizar la Ruta Nacional 27 y seguir la Ruta Nacional 34. En Puerto Jiménez se encuentra el tercer aeropuerto con más movimiento de personas de Costa Rica, para el año 2014 se contabilizaron 35745 pasajeros. Esta cantidad de pasajeros son principalmente turistas que visitan el Golfo Dulce y en particular el Parque Nacional Corcovado.

De creación de una ruta de cabotaje (Vehículos y personas) entre Puerto Jiménez y Golfito a efectos de potenciar esta región sur del país, con las consecuentes obras en cada uno de los puntos de atraque, que actualmente operan en condiciones precarias. El MOPT tiene un anteproyecto de rehabilitación del muelle municipal de Golfito y se espera plantear una propuesta de solución en Puerto Jiménez, con el fin de conectar estas dos terminales de cabotaje de manera segura y eficiente.

### Cuajiniquil

El Muelle de Cuajiniquil se encuentra en la Cruz al norte de la provincia de Guanacaste, aproximadamente a 270 km del Valle Central. Para llegar desde la provincia de San José, se debe tomar la ruta 1 y luego desviarse en la ruta 914 por alrededor de 10 km.

El pueblo de Cuajiniquil tiene una población de aproximadamente 2000 personas, las cuales se dedican principalmente a la pesca y a labores relacionadas con el turismo.

## 7.3 Los cuellos de botella de capacidad y limitaciones de uso de espacios

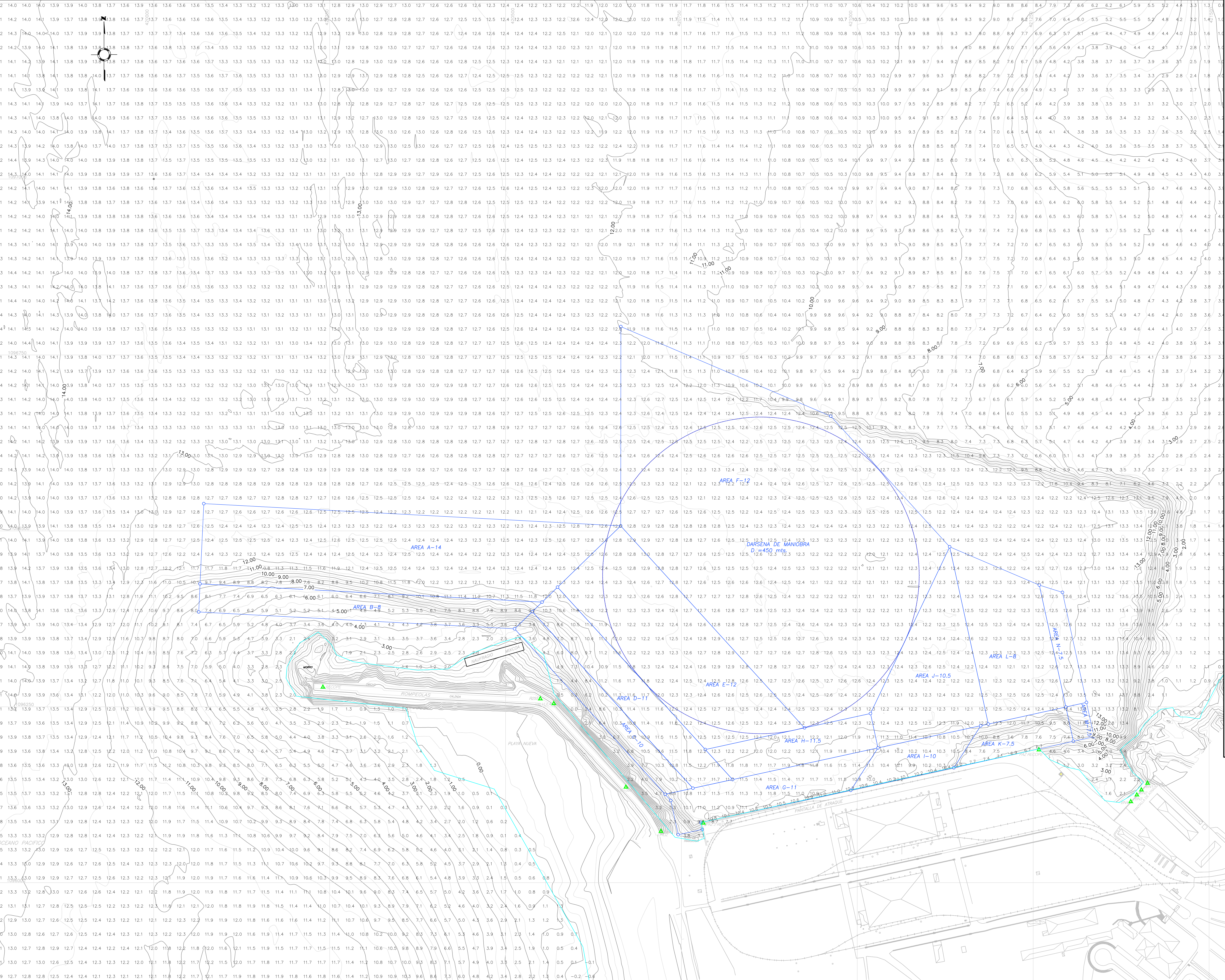
### Barrio el Carmen

- La ubicación en la punta de la península no es muy favorable por la distancia que hay que recorrer en vehículo. El usuario tiene que viajar aproximadamente 13 kilómetros a lo largo de la península desde la RN 23.
- Hay poco espacio de estacionamiento en las terminales, en temporada alta la presa se extiende a lo largo de las calles aledañas impidiendo una circulación fluida.
- No cuenta con boletería adecuada ni áreas de espera para los usuarios.

## Anexo 1 - Batimetría y área de maniobras en Puerto Caldera

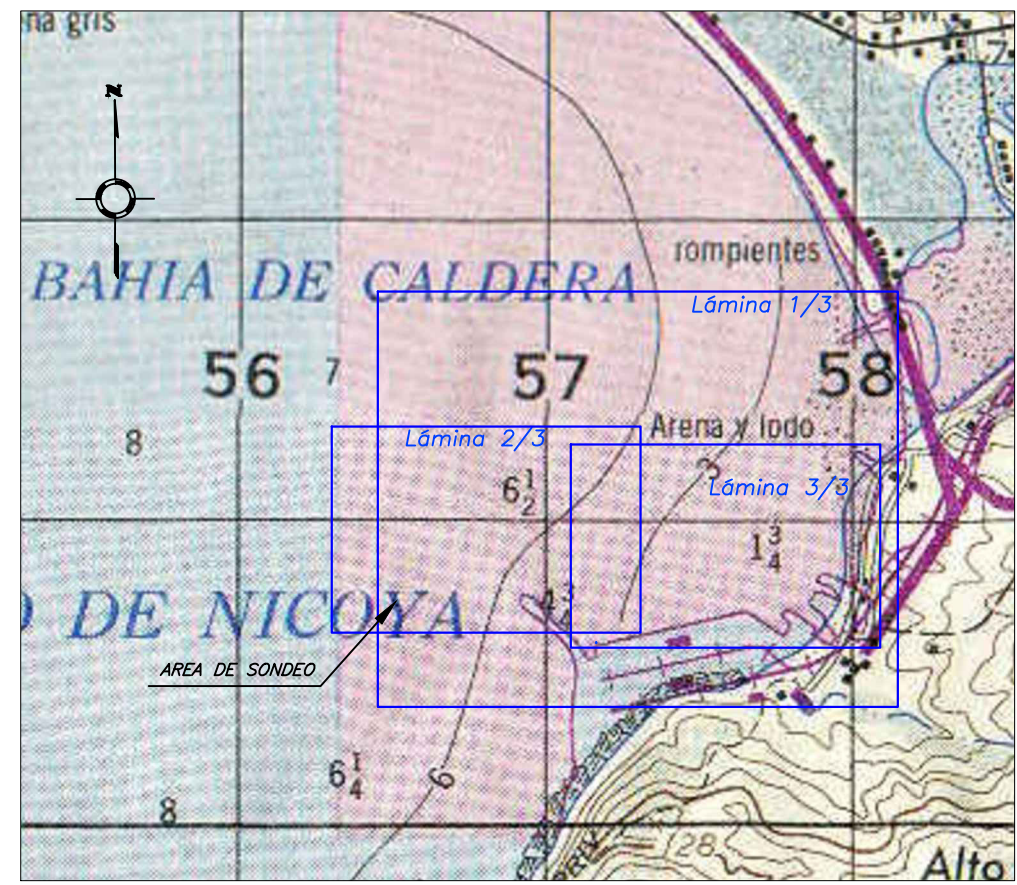


ESCALA 1:2000



UBICACION EN SITIO

HOJA BARRANCA ESCALA 1:50000  
AMPLIACION 1:2000



PUNTOS DE POLIGONAL PRINCIPAL (AMOJONADOS)  
SISTEMA DE PROYECCION CRTM05

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEV. (m)
CRUZ	420721.179	1096072.445	6.745
0+080	420671.241	1096135.574	6.965
PAZ RECOPE	421258.286	1096188.476	4.998
PAZ 2 RECOPE	420781.137	1096084.498	4.858
BN1	421412.605	1096141.109	4.321
BN2	421403.882	1096131.576	4.411
BN3	421397.431	1096124.395	4.415
BN4	421388.596	1096114.873	4.422
R255	420549.598	1096260.985	
VALVULA	420568.736	1096254.246	
RECOPE	420240.50	1096277.650	6.89

NOTAS:

SISTEMA DE COORDENADAS

ESFEROIDE: WGS 84

PROYECCION: COSTA RICA TRANSVERSAL MERCATOR (CRTM05)

ESTE FALSO: 500.000,00 m

NORTE FALSO: 0,00 m

LATITUD DE ORIGEN: 00°00'00.0" N

LONGITUD DE ORIGEN: 84°00'00.0" W

FACTOR DE ESCALA: 0,9999

SISTEMA DE POSICION HORIZONTAL:

POSICIONAMIENTO POR MEDIO DE GPS HEMISPHERE VS111

PRECISION HORIZONTAL DEL SONDEO: 4/-0,6m

SISTEMA DE POSICION VERTICAL:

LEVANTAMIENTO REALIZADO CON ECOSONDA MARCA RESON. MODELO NAVSOUND 215

LEVANTAMIENTO DE ALTA FRECUENCIA CON PRECISION VERTICAL DE +/-0,01 m

BATIMETRIA REALIZADA CON LINEAS PLANEAJAS CADA 10 METROS

EL SONDEO REPRESENTADO CON MALLA DE PUNTOS GENERADA CADA 20 METROS

NIVELES

PROFUNDIDADES EN METROS REFERIDOS AL

NIVEL MEDIO DE BAJAMARES DE SIGIACS (N.M.B.S.)

NOTAS GENERALES:

FECHAS DE LEVANTAMIENTOS BATIMETRICOS:

12, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 22 DE FEBRERO DEL 2013

RECOLECCION Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION MEDIANTE EL USO

DEL SOFTWARE HYPACK 2011

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DEL MORRO DEL ROMPEOLAS EL DIA 16 DE

SEPTIEMBRE DE 2011

LOS LIMITES HORIZONTALES INDICADOS CORRESPONDEN A LAS DIFERENTES AREAS DE

DRAGADO DE MANTENIMIENTO RECOMENDADO CONFORME PLANO DENOMINADO "LIMITES

HORIZONTALES Y VERTICALES RECOMENDADOS POR EL MOPT PARA DRAGADO DE

MANTENIMIENTO Y REHABILITACION DE DARSENA DE PUERTO CALDERA" CON FECHA DE

MAYO DE 2011 Y CODIGO "Areas\_may2011.dwg".

AREA APROXIMADA DEL SONDEO: 230ha

LANCHA Y OPERADOR APORTADO POR EL SERVICIO NACIONAL DE GUARDACOSTAS

LEVANTAMIENTO DE TIERRA Y CONTORNO DE COSTA:

DETALLES EN TIERRA FUERON OBTENIDOS POR LOS LEVANTAMIENTOS REALIZADOS

POR RAFAEL SOTO Y ASOCIADOS EN EL AÑO 1997.

BANCOS DE NIVEL ACTUALIZADOS CONFORME CUADRO INDICADO

LIMITE BATIMETRIA

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE LA COSTA FUE REALIZADO DEL 3 AL 7 DE SEPTIEMBRE DEL 2012

Y DEL 8 AL 12 DE ABRIL DEL 2013

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO (TALUDES) REALIZADO POR EL TOPOGRAFO EMILIO ARGUEDAS (JULIO 2008)

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES  
DIVISION MARITIMO PORTUARIA

DIRECCION DE INFRAESTRUCTURA

SONDEO PUERTO CALDERA PRIMER SEMESTRE 2013

CONTENIDO: SONDEO PUERTO CALDERA

DETALLE DE SONDEO CON MALLA DE PUNTOS CADA 20 METROS

FECHA: 11 MARZO 2013 DIBUJO: ING. RONALD VIOZEA A REVISO: ING. DIEGO LEAL OSANDO

LEVANTO: Unidad de Hidrografía CALCULO: ING. RONALD VIOZEA A APROBO: ING. GILBERTO RODRIGUEZ PACHECO

ARCHIVO: Caldera\_2000\_h\_2013 ESCALA: 1:2000 LAMINA: 1/3