UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



DISEÑO DEL PAVIMENTO Y EXPEDIENTE TECNICO DEL NUEVO PATIO DE ALMACENAMIENTO DE CONTENEDORES EN EL TERMINAL PORTUARIO DE SALAVERRY

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Titulo Profesional de:

INGENIERO CIVIL

KATTY JUDITH GARCIA GUIVIN

Lima-Perú

2012

ÍNDICE

		Pág.
RESU	MEN	2
LISTA	DE CUADROS	3
LISTA	DE FIGURAS	4
	DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	5
INTRO	DUCCIÓN	6
CAPÍT	ULO I: GENERALIDADES	
1.1	ANTECEDENTES	7
1.2	UBICACIÓN	7
1.3	OBJETIVO DEL PROYECTO	9
1.4	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL PROYECTO	9
1.4.1	Descripción	9
1.4.2	Análisis del Proyecto	11
1.5	MARCO TEÓRICO	12
1.5.1	Diseño Dimensional del Terminal de Contenedores	12
1.5.2	Predimensionamiento del Pavimento	14
1.5.3	Diseño de la Sub Base	16
1.5.4	Criterios para la determinación de la carga de un pavimento	17
1.5.5	Diseño de Juntas de Contracción	26
CAPÍT	ULO II: DISEÑO DE PAVIMENTO	
2.1	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	32
2.2	DISEÑO DEL PAVIMENTO	32
2.2.1	Diseño Dimensional del terminal de contenedores	32
2.2.2	Predimensionamiento del pavimento	35
2.3	DISEÑO DE JUNTAS	48
CAPÍT	TULO III: EXPEDIENTE TECNICO	
3.1.	MEMORIA DESCRIPTIVA	51
3.1.1	Nombre del Proyecto	51

3.1.2	Ubicación	51
3.1.3	Antecedentes	51
3.1.4	Situación Actual	51
3.1.5	Objetivo	52
3.1.6	Descripción del Proyecto	52
3.1.7	Presupuesto Referencia	52
3.1.8	Plazo de Ejecución	52
3.2.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTO	53
	CONSTRUCTIVO	
3.2.1	Consideraciones Generales	53
3.2.2	Generalidades	53
3.2.3	Materiales	53
3.2.4	Obras Provisionales	54
3.2.5	Obras Preliminares	55
3.2.6	Movimiento de Tierras	56
3.2.7	Construcción del Pavimento del Patio de Almacenamiento de	60
	Contenedores	
3.3	COSTOS Y PRESUPUESTOS	73
3.4	PROGRAMACIÓN	77
3.5	PLANOS	78
	CLUSIONES	79
	OMENDACIONES	80
	OGRAFÍA	81
ANEX	SOS	82

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

RESUMEN

RESUMEN

El presente Informe de Suficiencia, contiene el diseño del pavimento para el

almacén de contenedores en el Terminal Portuario de Salaverry, que permitirá el

mejoramiento del servicio de atraque y manipuleo de contenedores destinados a

la exportación e importación en el Puerto de Salaverry y que contribuirá al

mejoramiento de la economía local y regional.

La escasa infraestructura y la falta de equipamiento para el embarque

ydesembarque de contenedores, además la falta de áreas adecuadas - patios de

almacenamiento capaces de resistir 4 filas de FEUs llenos y 7 filas de

FEUsvacíos, limita al Terminal Portuario para atender naves PANAMAX y la

cantidad de contenedores proyectados.

Se proyecta la construcción del pavimento para el almacén de contenedores en

una superficie arenosa, debido a que esta zona está ubicada próxima al nuevo

muelle a construir, lo cual proporciona menos tiempo de operación para el

embarque y desembarque de contenedores.

Para la construcción del pavimento del Almacén del Nuevo Patio de

Contenedores se reforzará el suelo usando suelo-cemento, para obtener un

suelo con las características necesarias capaz de soportar las cargas aplicadas

al pavimento. El pavimento a diseñar es de concreto.

Para el diseño del pavimento se consideró solamente el equipo richstacker (para

apilamientos en bloques de contenedores llenos), elequipo forkliftstacker (para

contenedores vacíos) y el equipo tractor tráiler (para transporte de contenedores).

Con esta información y la ayuda de las especificaciones técnicas para pavimento

se diseñara una losa de concreto y se elaborará un Expediente Técnico para la

construcción del pavimento, del cual se obtendrá un pavimento con las

necesidades requeridas para lo proyectado.

DISEÑO DEL PAVIMENTO Y EXPEDIENTE TECNICO DEL NUEVO PATIO DE ALMACENAMIENTO DE CONTENEDORES EN EL TERMINAL PORTUARIO DE SALAVERRY

LISTA DE CUADROS

	Pág
Cuadro N° 1.01 Área Total de Almacenaje disponible	10
Cuadro N° 1.02 Demanda de Contenedores	11
Cuadro N° 1.03 Área por FEUs	12
Cuadro N° 1.04 Pavimento Adecuado para cada tipo de carga	15
Cuadro N° 1.05 Espesor de Coronación y Sub Base	16
Cuadro N° 1.06 Factor de Carga Dinámica	19
Cuadro N° 1.07 Factores de Proximidad de Llanta	21
Cuadro N° 1.08 Cargas y Tensiones Máximas para disposición de	23
Apilamientos	
Cuadro N° 1.09 Equivalencias en el concreto C _{8/10}	25
Cuadro N° 1.10 Rangos de distancias entre ejes	27
Cuadro N° 1.11 División de las barras de traspaso	28
Cuadro N° 1.12 Sellado de mastick de dimensiones recomendadas	30
Cuadro N° 1.13 Ancho de junta del sellante premoldeado	31
Cuadro N° 1.14 Datos de Hoja Técnica del Yard Tractor – Tráiler Kalmar	37
Cuadro N° 1.15 Datos del Yard Tractor – Tráiler	38
Cuadro N° 1.16 Datos de Hoja Técnica del ForkliftStackers Kalmar	39
Cuadro N° 1.17 Datos del ForkliftStackers	40
Cuadro N° 1.18 Datos de Hoja Técnica del Reachstacker Kalmar	42
Cuadro N° 1.19 Datos del Reachstacker	42

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1.01 Ubicación general	Pág 8
Figura N° 1.02 Vista Panorámica del Puerto	8
Figura N° 1.03 Ábaco para dimensionar el área de Almacenamiento de	16
contenedores	
Figura N° 1.04 Arreglo de Contenedores	15
Figura N° 1.05 Esquinero de un Contenedor	22
Figura N° 1.06 Apoyo en los arreglos	23
Figura N° 1.07 Abaco de diseño de Base de concreto C _{8/10}	24
Figura N° 1.08 Carta de Diseño de pavimento para almacenamiento de	26
contenedores	
Figura N° 2.09 Dimensionado y determinación del área del patio de	34
Almacenamiento de contenedores	
Figura N° 2.10 Ubicación del área del patio de almacenamiento de	35
contenedores	
Figura N° 2.11 Arreglo de contenedores llenos y vacios	36
Figura N° 2.12 Predimensionamiento de espesor de losa concreto	47
Figura N° 2.13 Dimensión del pavimento	48
Figura N° 2.14 Distribución de junta de construcción	49
Figura N° 2.15 Junta de Contracción	49
Figura N° 2.16 Dimensión de sello	50

LISTADO DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

A: Área

C_{8/10}: Concreto de 10 MPa o 100 kg/m³

C_{28/35}:Concreto de 35 MPa o 350 kg/m³

BS:British estándar

CBR = California Bearing Ratio de la sub rasante

EG-2000: Especificaciones técnicas para pavimentos

ENAPU:Empresa Nacional de Puertos

FEU:Unidad equivalente a un contenedor de 40 pies

MTC: Ministerio de trasporte y comunicaciones

SWELL: El oleaje libre de la acción del viento es conocido como "swell", en la

Costa del Perú, estas olas son importantes por su frecuencia de

Ocurrencia y son generadas por el anticición Pacifico Sur

TPS:Terminal Portuario Salaverry

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del presente Informe tiene por objeto principal, diseñar el pavimento capaz de soportar las cargas a ser almacenadas.

Para lograr el objetivo principal, es necesario conocer las características del suelo, las cargas a ser almacenadas y los equipos que serán utilizados para transportar y apilar los contenedores.

Con esta información y con el apoyo de los procedimientos y normas de diseño se dispondrán de los parámetros suficientes para diseñar el pavimento de los patios de almacenamiento de contenedores, se podrán establecer las características de los materiales a utilizar para construir el pavimento del patio de contenedores.

El informe se ha desarrollado en cuatro capítulos:

El Capítulo I, que describe las generalidades del Terminal portuario de Salaverry, los antecedentes, su ubicación y las características más importantes, así como un marco teórico sobre el diseño de pavimento portuario y dimensionamiento de del patio de contenedores.

El Capítulo II, consiste en el diseño del pavimento, reconociendo las características del suelo, los equipos a usarse para el traslado, manipuleo y apilamiento de contenedores, hallando las cargas aplicadas por los equipos para el diseño de espesores de capa y el diseño del pavimento.

El Capítulo III, desarrolla el Expediente Técnico, que comprende la memoria descriptiva, las especificaciones técnicas de la construcción del pavimento, las juntas, el proceso constructivo del pavimento, el costo y presupuesto total, la programación de obra y los planos.

CAPITULO I GENERALIDADES

CAPÍTULO 1.- GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

El Terminal Portuario de Salaverry no cuenta con el equipamiento necesario

para recepción, manipuleo y apilamiento de contenedores, además no cuenta

con áreas necesarias, cuyas losas no están diseñadas para resistir 4 filas de

FEUs llenos y 7 filas de FEUs vacíos, y a su vez no cuenta con un muelle

especializado para atender naves Panamax.

Se desarrolla el proyecto destinado a la construcción de un nuevo muelle y patio

de almacenamiento de contenedores lo cual permitirá el mejoramiento del

servicio de atraque y manipuleo de contenedores destinados a la exportación e

importación en el Puerto de Salaverry, que contribuirá al mejoramiento de la

economía local y regional.

Por tal razón, el diseño estructural y expediente técnico del nuevo patio de

almacenamiento, toman importancia, mejorando así la capacidad de

almacenamiento de FEUs tanto para exportación como para importación en el

Terminal portuario de Salaverry.

1.2 UBICACION

Las características y la trascendencia del proyecto en mención, permite señalar

que el ámbito de aplicación del proyecto es el siguiente:

Región : La Libertad

Provincia : Trujillo

Distrito : Salaverry

Longitud : 78 Grados 59 Minutos 52 Segundos Oeste

Altitud : 08 Grados 13 Minutos 27 Segundos Sur

El ámbito de influencia del Terminal Portuario de Salaverry comprende los

departamentos, cuyo límite es el siguiente:

Por el Norte : Lambayeque y Cajamarca.

Por el Oeste : Océano Pacifico.

Por el Este : San Martin.

Por el Sur : Anchas y Huánuco.

En la Figura N° 1.01 se muestra los límites de influencia y el la Figura N° 1.02 una vista panorámica del Terminal Portuario de Salaverry.

Figura N° 1.01 Ubicación general

FUENTE: OFICINA GENERAL DE DE PLANEAMIENTO Y PRESUPUESTO MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

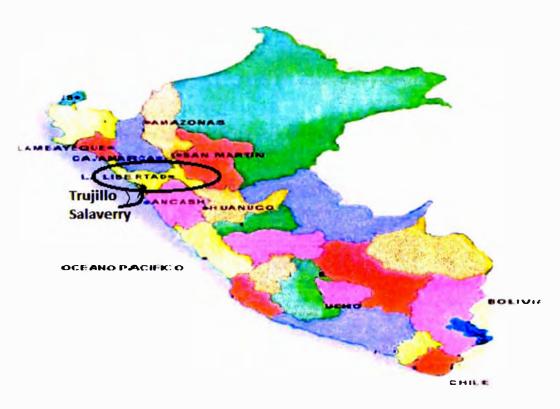


Figura N° 1.02 Vista Panorámica del Puerto

FUENTE: OFICINA GENERAL DE DE PLANEAMIENTO Y PRESUPUESTO MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CAPITULO I. GENERALIDADES

1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO

PRINCIPAL

• Diseñar el pavimento para el patio de almacenamiento de contenedores

de acuerdo a las cargas estáticas y dinámicas aplicadas.

ESPECÍFICOS

• Identificar, analizar y cuantificar todos los procesos constructivos,

materiales, maquinarias, etc. Para la construcción del nuevo patio de

almacenamiento.

Planificar y desarrollar el plan, describiendo las características técnicas

planteadas, que permita efectuar metrados y estimar costos reales del

plan.

Se estimará los costos en base a metrados, análisis de precios unitarios y

especificaciones técnicas.

Se efectuará un cronograma de obra donde se identifiquen los plazos

para la ejecución de la obra.

1.4 DESCRIPCION Y ANALISIS DEL PROYECTO

1.4.1 Descripción

El Puerto de Salaverry (Terminal Portuario Salaverry) se encuentra bajo la

administración de ENAPU (Empresa Nacional de Puertos) brindando servicio al

departamento de La Libertad así como a los vecinos departamentos de Ancash,

Lambayeque y Cajamarca.

Salaverry es un puerto artificial del tipo "puerto muelle", constantemente

expuesto a la presencia de oleajes del sur o sur-oeste, no se ha logrado reducir

la exposición contra dichos oleajes, que ocurren dentro del área portuaria y

muelles. El arenado en el Puerto es frecuente por lo que el dragado se realiza

permanentemente.

La plataforma del muelle es de concreto armado con un espesor de 25 cm. más

una losa de concreto simple adicional superpuesta de 6.5 cm. de espesor, que

forma parte de un sistema de vigas nervadas en ambos sentidos que se apoyan

sobre vigas transversales y longitudinales. En las vigas de borde existen placas

de concreto armado en las cuales se encuentran instaladas las defensas de jebe.

El canal de acceso tiene 150 m de ancho con un calado oficial de 32' 00". Naves con mayor calado, pueden atracar al puerto con seguridad solamente durante la pleamar, con un rango de marea entre 2.5 y 3.0 pies.

Zonas

El puerto de Salaverry actualmente tiene seis áreas de almacenamientos destinadas para cargas generales, es decir el área para el almacenaje de contenedores no se encuentra especializada, debido a que no cuenta con áreas requeridas y maquinarias para el traslado y apilamiento de contenedores. Adicionalmente estas áreas no están diseñadas para soportar el apilamiento de contenedores.

En el siguiente cuadro N° 1.01 se observa el detalle de las áreas actuales designadas alalmacenamiento. Dichas cargas están designadas para contenedores, carga a granel, alcohol, etc. Además de separadas y distribuidas en toda la zona del puerto.

Cuadro N° 1.01 Área Total de Almacenaje disponible

Almacenes	AREA	PESO
Zona 1	2,244 m2	2,900 tn
Zona 2	731 m2	1,500 tn
Zona 3	10,120 m2	17,900 tn
Zona 4	1,188 m2	1,500 tn
Zona 5	6,000 m2	9,000 tn
Zona 6	19,782 m2	25,000 tn
TOTAL	40,065 m2	

Fuente: Enapu

1.4.2 Análisis del Proyecto

En la actualidad se ha calculado la demanda a atender, considerando un horizonte de 10 años, como se muestra en el Cuadro N° 1.02, además se han considerado datos iníciales del 2010, y dos años adicionales entre estudios, proyecto y construcción. De esta manera recién se daría la puesta en marcha del nuevo muelle y patio de almacenamiento de contenedores a partir del 2013.

Horizonte = 10 años

Tasa de Crecimiento = 5.00%

Cuadro N°1.02 Demanda de Contenedores

FTU's	LLENOS	VACIOS	ACCIÓN
2010	35,000	25,000	Perfil
2011	36,750	26,250	Proy. yConstruc.
2012	38,588	27,563	Construc.
2013	40,517	28,941	Operación
2014	42,543	30,388	Operación
2015	44,670	31,907	Operación
2016	46,903	33,502	Operación
2017	49,249	35,178	Operación
2018	51,711	36,936	Operación
2019	54,296	38,783	Operación
2020	57,011	40,722	Operación
2021	59,862	42,758	Operación
2022	62,855	44,896	Operación
TOTAL	107,7	51 und	contenedores de FEUS

Fuente: Elaboración Propia

Para el almacenamiento de los contenedores se implementara dos áreas adicionales, un área de contenedores de exportación y un área de contenedores de importación. El patio de almacenamiento estará conformado por una losa de concreto.

1.5 MARCO TEORICO

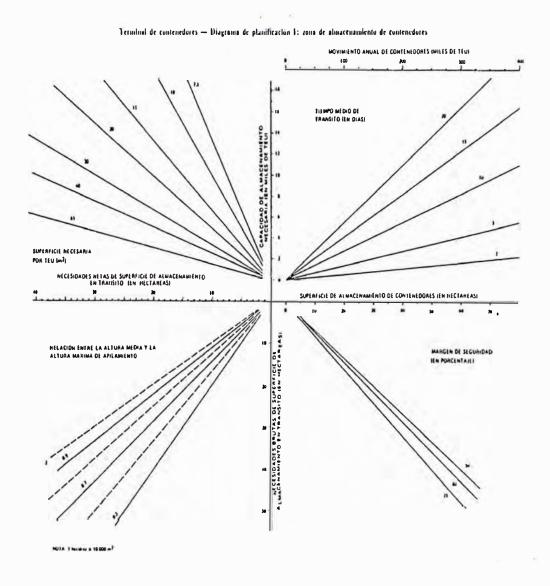
1.5.1 Diseño Dimensional del Terminal de Contenedores

Los estudios empleados en el dimensionado de un Terminal de contenedores sebasan en el uso de ábacos, utilizaremos el primer método para la determinación del área del patio de almacenamiento que se obtiene a través del ábaco de la Figura N° 1.03.

Figura N° 1.03 Abaco para dimensionar el área de Almacenamiento de contenedores

FUENTE: United Notions Conference on Trade an Development – Port Development – Ahand Book for Planners in Developing

Countries



Ábacos: el ábaco se utiliza siguiendo el orden indicado en los 4 cuadrantes, obteniéndose el resultado final en el eje de las X en el 4to cuadrante, también utilizando las los datos del Cuadro N°1.03:

Cuadro Nº 1.03 Área por FEUs

Área por FEUs (Datos obtenidos de terminales existentes)

	Equipo	Numero de Altura de Apilamiento	Área por FEUs
	Chasis	1	65
		1	30
	StraddleCarrier	2	15
Valores W ≺		3	10
	Constacker	2	15
		3	10
		4	7

FUENTE: United Nations Conference on Trade an Development - Port Development - Ahand Book for Planners in Developing Countries

Datos:

Movimiento de contenedores por año X FEUs

Equipamiento: Y

Altura de apilamiento: Z

Promedio de días de estadía de contenedor: T días

Primer Cuadrante:

Definido el valor máximo del movimiento de los contenedores necesaria en la Terminal X FEUs, se marcan un punto sobre el valor sobre la línea de movimiento de contenedores por año. Como segundo paso, se necesita estimar un promedio de días T de estadía del contenedor. Se une el punto de X FEUs/año con una recta (eje vertical) hasta el valor T, que es el número de días de estadía en la Terminal.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CAPITULO I. GENERALIDADES

Segundo Cuadrante:

El valor del área necesaria por FEUs depende de la elección del equipamiento,

en función de datos medios obtenidos de terminales existentes. Para esta área

se ha determinado el equipamiento Y. Como el número de altura del

equipamiento es Z contenedores de alto se halla el valor W obtenido en el

cuadro Nº1.04. Se une el punto definido en el primer cuadrante con una recta

(paralela al eje horizontal) hasta el valor W que es el área necesaria por FEUs.

Tercer Cuadrante:

Para el cálculo de la razón entre altura media y altura máxima de apilamiento del

contenedor, hasta simplemente dividir el numero 2 (altura media por

aproximación) por el numero Z (altura máxima de apilamiento). Este valor será:

2/Z = VSe une por una recta (paralela al eje vertical) el punto definido en el

segundo cuadrante, hasta encontrar el valor V que es la razón entre altura media

y altura máxima del ábaco.

Cuatro Cuadrante:

Definido el valor V referente a la razón entre altura media y altura máxima en el

tercer cuadrante, se necesita estimar el factor de seguridad. Como el ábaco

posee 3 valores máximo, medio y mínimo, normalmente se trabaja con el

número 25 que es el valor medio como factor de seguridad de la Terminal.

Finalmente, se prolonga el punto V del cuadrante por una recta (paralela al eje

horizontal) hasta el factor de seguridad 25, y a partir de ese punto, en el cuarto

cuadrante, para dimensionar el área del patio de almacenamiento expresada en

hectáreas. Por lo tanto, el valor final será en hectáreas

1.5.2 Predimensionamiento del Pavimento

Consideraciones de las opciones del Pavimento

Los pavimentos del Terminal son solicitados por diferentes tipos de cargas. Las

cargas son muy pesadas y pueden ser caracterizadas como estática, semi-

estática y dinámica. Cada tipo de carga tiene que tener el pavimento más

adecuado como se observa en el cuadro N°1.04, el cual cuantifica del 1 al 10 la

DISEÑO DEL PAVIMENTO Y EXPEDIENTE TECNICO DEL NUEVO PATIO DE ALMACENAMIENTO DE CONTENEDORES EN EL TERMINAL PORTUARIO DE SALAVERRY 1.5 solución recomendada en los diferentes tipos de pavimentos planteados, siendo el 1 el menos recomendado y el 10 lo másrecomendado.

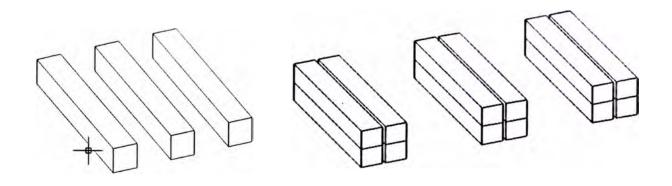
Cuadro Nº 1.04 Pavimento Adecuado para cada tipo de carga

Tipo de operación	Asfalto	Losas de concreto	Losas de concreto con fibra de acero	Bloques de concreto	Capa de Grava
Containerstacking	1	3	6	7	10
Tráiler parking áreas	2	7	7	7	
Straddle Carrier running lanes between containers RTG	1	5	7	7	
Straddle carrier Marshalling Areas RTG	4	6	7	7	
Fork Lift Truck Marshalling areas	2	6	6	6	
HighwayvehicleMarshallingÁ reas	8	6	8	8	
Mobile crane working areas, RS	2	7	8	5	
Yard stackingcrane	1	3	4	4	10
Maintenanceareas	1	8	10	5	
	1	3	4	4	1

FUENTE: Thestructural design of heavy duty Pavements for Ports and other Industries edition 4

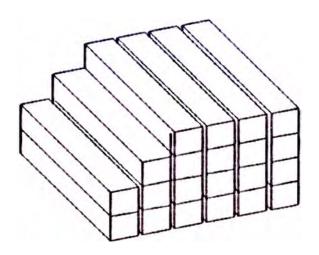
Las presiones de contacto sobre el pavimento dependen de la forma de almacenar los contenedores (aislados, en la fila simple o en la fila múltiple obloques) de las alturas empleadas (de una a cinco alturas generalmente.)

Figura N°1.04 Arreglo de Contenedores



Simple de Contenedores

Columnas de Contenedores



Bloques de Contenedores

FUENTE. Elaboración propia

1.5.3 Diseño de la Sub Base

Las dimensiones de la sub base se determinan con la ayuda del Cuadro N° 1.05,teniendocomo dato el CBR del suelo, de este cuadro también se obtiene el espesor de coronación.

Cuadro Nº 1.05 Espesor de Coronación y Sub base

CBR de Subrasante	Espesor de coronación	Espesor de Subbase
%	(mm)	(mm)
1	600	150
2	350	150
3	250	150
5 – 7	No requiere	225
10 – 30	No requiere	150

FUENTE Manual de Diseño de Pavimentos para Puertos Chilenos

1.5.4 Criterios para la determinación de la carga de un pavimento

El objetivo del proceso de un diseño de pavimentos en puertos es proteger el pavimento de fallas en un periodo determinado de tiempo.

- Fracaso por aspectos estructurales (diseño).
- Fracaso por condiciones del Suelo
- Fracaso por Operación

Todo diseño de pavimentos en puertos debe comprender el análisis y comprobación de los siguientes elementos:

- Características del suelo
- Diseño estructural
- Marketing del gerenciamiento de tráfico y almacenamiento
- Interrelación con otras facilidades y estructuras
- Selección de apropiadas técnicas de construcción.
- Protección del medio ambiente.
- Estética.

El sistema o modalidad de carga está relacionada con el concepto de CARGA SIMPLE EQUIVALENTE, para cuyo efecto es necesaria información sobre el tipo de cargas que se espera opere en una determinada área del puerto.

Ruedas

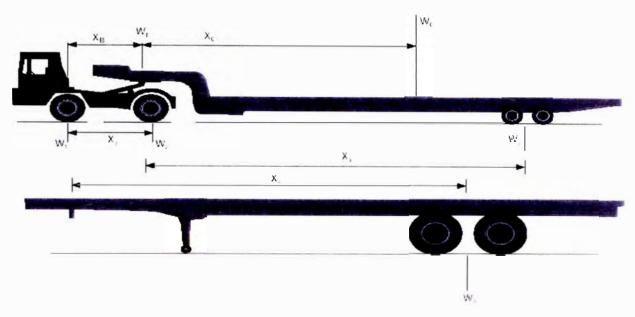
El área de Contacto de la plantilla de una rueda de un equipo portuario de manipuleo de contenedores, es asumida para ser circular, con una presión de contacto correspondiente a la presión de la rueda sobre suelos blandos.

En áreas pavimentadas el área de contacto ya no es circular, y el esfuerzo de contacto debajo de la huellas es mayor que la presión de la llanta.

A. CARGA DINAMICA

A.1 Calculo de la Carga en las ruedas para los equipos de Manipuleo

a.- Sistema de Tractores y Tráiler



Dónde:

W₁ = Carga en las ruedas delanteras del tractor.

W₂ = Carga en las ruedas posteriores del tractor.

W₃ = Carga en las ruedas del tráiler.

W_C = Peso del contenedor (kg).

 M_1 = Numero de ruedas delanteras del tractor.

 M_2 = Numero de ruedas posteriores del tractor.

 M_3 = Numero de ruedas del tráiler.

 U_1 = Carga en las ruedas delanteras del tractor descargado (kg).

 U_2 = Carga en las ruedas posteriores del tractor descargado (kg).

U₃ = Carga en las ruedas del Tráiler descargado (kg).

F_d= Factor Dinámico.

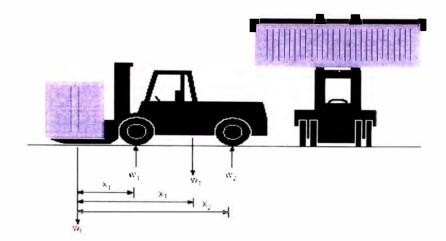
$$A = \frac{X_C}{X_3}B = \frac{X_B}{X_2}$$

 X_C , X_B , X_3 , X_2 , son mostrados en el diagrama.

$$W_1 = f_d \times \left[U_1 + \frac{W_C[1-A].[1-B]}{M} \right] W_2 = f_d \times \left[U_2 + \frac{W_C[1-A].B}{M_2} \right]$$

$$W_3 = f_d \times \left[U_3 + \frac{W_C.A}{M_3} \right]$$

b.- Equipos de manipuleo y apilamiento:ForkLiftTrack y Reachstacker



A₁, A₂, B₁, B₂ son:

$$A_1 = \frac{-X_2}{X_1 - X_2}$$

$$A_2 = \frac{-X_1}{X_2 - X_1}$$

$$B_1 = \frac{W_T.(X_T - X_2)}{X_1 - X_2} B_2 = \frac{W_T.(X_T - X_1)}{X_2 - X_1}$$

$$W_1 = f_d \times \frac{A_1 \cdot W_C + B_1}{M} W_2 = f_d \times \frac{A_2 \cdot W_C + B_1}{2}$$

Donde:

W₁ = Carga en la rueda delantera (kg).

W₂ = Carga en la rueda posterior (kg).

 W_C = Peso del container (kg).

M = Numero de ruedas en el eje delantero (usualmente 2).

F_d= Factor Dinámico.

 X_1 , X_2 y W_T se muestran en el diagrama.

W_T = Peso propio del camión

A.2 Factores de carga dinámica

Efectos de la carga dinámica inducida por las esquinas, aceleración, frenado y superficies escabrosas son tomados en cuenta por el factor fd.

Los factores se indican en el Cuadro N°1.06 dentro del Método de diseño.

Cuadro Nº 1.06 Factor de Carga Dinámica

Condición	Tipo Maquinaria	fd
Frenada	Reach Stacker/Front Lift Truck	±30%
	Straddle Carrier	±50%
	Side Lift Truck	±20%
	Tractor and Trailer	±10%
	Rubber Tyred Gantry Crane (RTG)*	±10%
Viraje	Reach Stacker/Front Lift Truck	40%
	Straddle Carrier	60%
	Side Lift Truck	30%
	Tractor and Traile	30%
	Rubber Tyred Gantry Crane (RTG)*	Zero
Aceleración	Reach Stacker/Front Lift Truck	10%
	Straddle Carrier	10%
	Side Lift Truck	10%
	Tractor and Traile	10%
	Rubber Tyred Gantry Crane (RTG)*	±5%
Superficie Desigual	Reach Stacker/Front Lift Truck	20%
•	Straddle Carrier	20%
	Side Lift Truck	20%
	Tractor and Traile	20%
	Rubber Tyred Gantry Crane (RTG)*	±10%

FUENTE: The structural design of heavy duty Pavernents for Ports and other Industries edition 4

A.3 Profundidad Efectiva

La profundidad efectiva se puede aproximar con la formula siguiente y representa la profundidad desde la superficie del pavimento hasta la parte inferior de la base, si la base ha sido construida sobre el material de sub rasante.

Profundidad efectiva =
$$300\sqrt[3]{\frac{35000}{CBR \times 10}}$$

Donde CBR = California Bearing Ratio de la sub rasante.

A.4 Factores de Proximidad de Ruedas

La Tabla "Factores de Proximidad de Ruedas" muestra que el factor de proximidad depende del espacio de las ruedas y la profundidad efectiva al fondo de la base del pavimento, como se muestra en el cuadro N° 1.07.

La limitación de diseño activo es la tensión en el fondo de la base.

Considerando 1 rueda, la tensión horizontal máxima ocurre bajo el centro de la rueda y se reduce con la distancia de la misma.

Si hay 2 ruedas lo suficientemente juntas, el esfuerzo bajo cada rueda se incrementa por un monto determinado debido a la otra rueda.

Las cargas de la rueda se modifican por el factor apropiado de proximidad.

Si la proximidad de la rueda no fue considerada:

La tensión relevante sería la tensión elástica radial directamente debajo de la carga de la rueda.

Si hay una segunda rueda cerca, esta generará tensión tangencial directamente debajo de la primera rueda. Esta tensión tangencial se agrega a la tensión radial de la primera rueda.

El factor de proximidad es la proporción de la suma de estas tensiones a la tensión radial resultante de la primera rueda.

Cuando hay más de dos ruedas en una estrecha proximidad, la tensión radial debajo de la rueda crítica tendrá que ser incrementada para justificar dos o más tensiones tangenciales.

Cuadro Nº 1.07 Factores de Proximidad de Llanta

Fanasia	Factor de proximidad	Factor de proximidad para	Factor de proximidad
Espacio	para una profundidad	una profundidad efectiva	para una profundidad
de llantas	efectiva de base de:	de base de:	efectiva de base de:
[mm]	1,000mm	2,000mm	3,000mm
300	1.82	1.95	1.98
600	1.47	1.82	1.91
900	1.19	1.65	1.82
1200	1.02	1.47	1.71
1800	1.00	1.19	1.47
2400	1.00	1.02	1.27
3600	1.00	1.00	1.02
4800	1.00	1.00	1.00

FUENTE Manual de Diseño de Pavimentos para Puertos Chilenos

A.5 Valor de carga de una rueda

- El diseño debe estar basado en la carga crítica, la misma que se define como la carga cuyo valor y número de repeticiones dañan la mayoría de los pavimentos.
- La evaluación de la carga crítica y el número de repeticiones de esa carga es como sigue:

NR= [(W1/W2) ^3.75]

- NR= Número de repeticiones de la rueda delantera.
- W1=Carga de la Rueda Trasera con el peso del contenedor lleno
- W2=Carga de la Rueda Trasera con el peso del contenedor lleno

NPVUP = NPDxNDAxVUP x NR

- NPVUP= Número de pasadas por vida útil del pavimento.
- NPD=Número de pasadas por día
- NDA = Número de días por año.
- VUP= Vida útil del pavimento.
- NR= Número de repeticiones de la rueda delantera.

B. CARGA ESTATICA

Las cargas estáticas provienen de los esquineros, como se observa en la Figura N° 1.05 y aplican altos esfuerzos al pavimento. En el caso de almacenaje de contenedores vacíos el pavimento debe ser diseñado para transmitir repetidas cargas de las ruedas siendo capaces transmitir la carga estática sin un colapso estructural.Los esquineros de metal miden 178mm x 162mm y se proyectan 12.5mm bajo el lado inferior del contenedor.

Figura N°1.05 Esquinero de un Contenedor

FUENTE: The structural design of heavy duty Pavements for Ports and other Industries edition 4



B.1 Carga en el apilamiento de contenedores

Si desarrollamos las cargas en el pavimento, para distintas distribuciones y alturas de almacenamiento de contenedores, como se observa en la Figura N° 1.06.

ARREGLO DE COLUMNAS

ARREGLO DE BLOQUES

Figura N°1.06 Apoyos en los arreglos

Para el apilamiento de los contenedores la carga será de:

B.2 Reducción de carga

Considerando que no es probable que todos los contenedores en una pila estén totalmente cargados, los pesos brutos máximos se reducirán por los montos mostrados. Los valores mostrados se pueden usar directamente en el cuadro de diseño.

El Cuadro N°1.08 brinda las cargas y tensiones máximas para la mayoría de disposiciones de apilamiento.

Cuadro N°1.08 Cargas y tensiones máximas para disposición de apilamientos

Altura de la Pila	Reducción en Peso Bruto	Tensión de Contacto	Carga sobre el Pavimento [kN] para cada disposición de apilamiento		
		[N/mm2]	Singly	Rows	Blocks
1	0	2.59	76.2	152.4	304.8
2	10%	4.67	137.2	274.3	548.6
3	20%	6.23	182.9	365.8	731.5
4	30%	7.27	213.4	426.7	853.4
5	40%	7.78	228.6	457.2	914.4

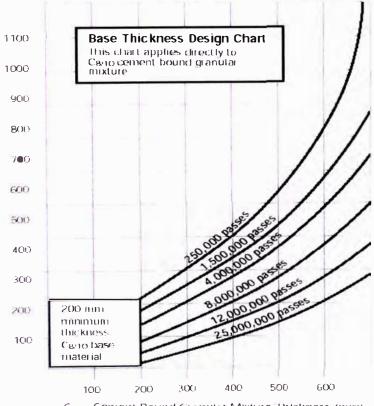
FUENTE: Manual de Diseño de Pavimentos para Puertos Chilenos

C. ABACO DE DISEÑO DE BASE PARA CARGA DINAMICA

Para hallar los espesores del pavimento se utilizara el siguiente ábaco de diseño, que se muestra en la Figura N° 1.07, se ingresara a este ábaco el número de pasadas y la carga equivalente.

Figura N°1.07 Ábaco de Diseño de base para concreto C_{8/10}





Cano Cement Bound Granular Mixture Thickness (mm)

El ábaco de diseño anterior es para un concreto de $100 kg/m^3$ de resistencia C_{10} o H_{10} , para convertir el concreto en uno de mayor resistencia se utiliza el Cuadro $N^{\circ}1.09$ del cual se obtiene un factor, que multiplicara al espesor de losa hallado con el concreto C_{10} o H_{10} .

Cuadro N° 1.09 Equivalencias con el concreto C_{8/10}

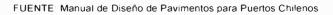
Material Grouping		Preferred Pavement Base Construction Material	
Hydraulieelly Bound	Material strength	Relevant Standard	
Mixtures	$C_{1,22,3}$	to BS EN 14227-1	1.74
	C34	to BS EN 14227-1	1.38
	Care	to BS EN 14227-1	1.16
	C _{8/10}	to BS EN 14227-1	1.00
	Cians	to BS EN 14227-1	0.87
	Ciezo	to BS EN 14227-1	0.79
	Canza	to BS EN 14227-1	O. 74
	Clast	to BS EN 14227-283	1.74
	C_{34}	to BS EN 14227-283	1.38
	Can	to BS EN 14227-283	1.10
	Cur	to BS EN 14227-283	0.95
	Ciana	to BS EN 14227-283	0.85
	Cuszo	to BS EN 14227-283	0.79
	Cinza	to BS EN 14227-283	0.76
	Catas	to BS EN 14227-283	0.72
	Case	to BS EN 14227-283	0.68
	Control	to BS EN 14227-283	0.63
Concrete			
	01/80	to BS8500-1	1.00
	C12/15	to ES 8500-1	0.87
	Ü16/20	to BS 8500-1	0.79
	C2O'25	to BS 8500-1	0.74
	C25/30	to BS 8500-1	0.65
	C25/30	to BS 8500-1 including 20kg/m3 steel fibre	
	C25/30	to BS 8500-1 including 30kg/m3 steel fibre	
	C25/30	to BS 8500-1 including 40kg/m ³ steel fibre	
	C28/35	to BS 8500-1	0.62
	C32/40	to ES 8500-1	0.60
	C32/40	to BS 8500 1 including 20kg/m3 steel fibre	
	C32/40	to BS 8500-1 including 30kg/m3 steel fibre	•
	C32/40	to BS 8500-1 including 40kg/m ³ steel fibre	
	C35/45	to BS 8500-1	0.58

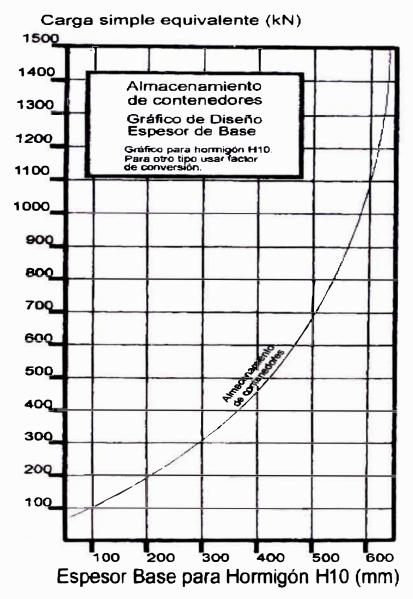
FUENTE: The structural design of heavy duty Pavements for Ports and other Industries edition 4

D. ABACO DE DISEÑO DE BASE PARA CARGA ESTATICA

Para el caso de la carga estática se utilizará la siguiente carta de diseño, que se muestra en la Figura N°1.08, en la cual se ingresara la carga simple equivalente.

Figura N° 1.08 Carta de Diseño de pavimento para almacenamiento de contenedores





1.5.5DISEÑO DE JUNTAS

En los pavimentos de concreto se utilizarán con generalmente juntas a tope (sean de contracción, de alabeo o de construcción), evitándose las juntas machihembradas (de ranura y lengüeta) especialmente en losas delgadas. Así

mismo, se procurará evitar elementos de junta tales como tablas, perfiles plásticos o metálicos, etc., realizándose en general las juntas de contracción mediante cerrado del concreto suficientemente endurecido. Solo en superficies que hayan de soportar tráfico ligero puede recurrirse a la formación de juntas en fresco mediante un debilitamiento de la sección con el empleo de láminas, perfiles de plástico, etc.

En general no se considera necesario sellar las juntas, salvo en algunas situaciones como en las zonas de almacenamiento de acopios sólidos polvorientos y de manipulación de pescado.

En general se recomienda distribuir juntas cercanas de tal forma que las losas sean de pequeñas dimensiones

Juntas de contracción

El traspaso de cargas entre losas vecinas se consigue por interacción entre las caras debido a su irregularidad. Sólo en el caso de condiciones muy especiales, como podrían ser gradientes térmicos importantes que tiendan a producir alabeo, fuertes contracciones que reduzcan el efecto de interacción entre caras y/o cargas muy elevadas, será recomendable el uso de barras de acero para cumplir con dicha función.

La superficie máxima de los paños, y por consiguiente, la distancia entre juntas depende del espesor de la losa; como recomendación general se pueden considerar las distancias indicadas a continuación:

Cuadro N° 1.10 Rangos de distancias entre juntas

Espesor losa (cm)	Superficie promedio	Distancias entrejuntas	
	de cada paño (m2)	(máximo recomendado) (m)	
15-18	15	4	
18-24	21	5	
>24	26	6	

FUENTE Manual de Diseño de Pavimentos para Puertos Chilenos

Juntas de contracción transversales

Las juntas transversales de contracción son aquellas que tienen como función básica la de controlar la formación de grietas y/o fisuras derivadas de laretracción del concreto en su proceso de endurecimiento.

Las juntas de contracción se podrán construir cada 4 m. La distancia entre juntas no deberá variaren ± 50 mm respecto a lo especificado.

Juntas de contracción longitudinales

En todas las juntas longitudinales de construcción y contracción, se podrán colocar barras de amarre en forma perpendicular a la junta longitudinal y en el centro del espesor delconcreto, con una tolerancia en cualquier sentido de hasta 10 mm. Podrán instalarse barras de acero de mínimo 650 mm de longitud, de mínimo 12 mm de diámetro y con un espaciamiento entre el, de 650 mm, corno mínimo. Las separaciones de juntas deberán construirse de acuerdo al proyecto.

Juntas de construcción

Las juntas de construcción pueden ser longitudinales o transversales, las primeras se producen en la unión entre fajas contiguas y las segundas al término de la faena diaria y cada vez que el vaciado se interrumpa por un tiempo suficientemente largo como para que no sea posible la revibración del concreto, ya colocado.

Las juntas con barras de traspaso son preferibles especialmente en los casos de solicitaciones mayores; las barras de acero deben ser paralelas a la superficie, se colocarán a 30 cm de distancia y de las dimensiones indicadas en el cuadro Nº1.11.

Cuadro Nº 1.11 División de las barras de traspaso

Espesor de la losa (cm)	Barras de traspaso	
	Diámetro(mm)	Largo(cm)
12-18	20	40
18-24	25	46
>24	30-35	46

FUENTE: Manual de Diseño de Pavimentos para Puertos Chilenos

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CAPITULO I. GENERALIDADES

Juntas de construcción transversales

Este tipo de junta podrá coincidir con la posición de otra junta de contracción o

de construcción, y se construirá cada vez que finalice una jornada de vaciado o

cuando, durante la faena, se produzcan paralizaciones por un lapso mayor de45

minutos. En juntas transversales, coincidentes con juntas de contracción o

expansión se emplean barras lisas, revestidas con plástico u otro material

aislante para evitar la adherencia en un 50 a 60% de su longitud.

Junta longitudinal de construcción

En las juntas longitudinales, especialmente en las fajas de borde, que no quedan

confinadas se emplean barras de amarre para impedir el desplazamiento lateral.

En este caso las barras serán con resaltes y adheridas en toda su longitud.

Podrán considerarse las especificaciones para juntas longitudinales de

contracción.

Juntas de dilatación

Tienen por objeto absorber las dilataciones que se producen por efectos

térmicos, con el fin de evitar tensiones internas. Éstos pueden, eventualmente,

llegar a levantar las losas (blow-up) por efecto de pandeo. Estas juntas no son

necesarias en los casos siguientes:

• Cuando las juntas de contracción se encuentran relativamente próximas.

• Cuando elconcreto se coloca en épocas de temperaturas normales.

• Cuando las juntas de construcción quedan poco distanciadas.

• Cuando los pavimentos están destinados a espacios cubiertos (galpones) y no

expuestos a grandes cambios de temperatura.

Las juntas transversales de dilatación se construirán solamente cuándo se

especifiquen en el proyecto. El objetivo de estas juntas es prevenir el desarrollo

de esfuerzos excesivos de compresión entre el pavimento y estructuras

mayores, como consecuencia de las variaciones de temperatura, entre otras; su

construcción es rara vez requerida, limitándose a casos especiales.

Se dispondrán juntas de dilatación en los cruces de vías y junto a las obras de

fábrica (puentes u otras obras de paso, muelles y demás elementos fijos). Estas

juntas de dilatación deberán tener en cuenta no soto los empujes horizontales,

sino también tos movimientos verticales relativos que pueden producirse. En el

DISEÑO DEL PAVIMENTO Y EXPEDIENTE TECNICO DEL NUEVO PATIO DE ALMACENAMIENTO DE CONTENEDORES EN EL TERMINAL PORTUARIO DE SALAVERRY

caso de las juntas paralelas al borde costero, deberán disponerse junto a ellas los pertinentes sistemas de recogida de las aguas de lluvia.

Sellado de juntas

La función del sellado de las juntas es impedir la infiltración de agua y la penetración de materiales sólidos dentro de ellas. En consecuencia, se podrá prescindir de esta operación que involucra un mayor costo y necesidad de mantención cuando dichas condiciones no sean frecuentes.

Un buen sellado de juntas obliga a un trabajo cuidadoso que considere la limpieza por soplado de las caras del hormigón y la colocación del sellante a la temperatura adecuada y con los elementos necesarios para evitar chorreaduras.

Dimensiones de sello

El principal factor geométrico que gobierna el comportamiento global de un sistema junta-sellante, es la relación que existe entre la profundidad del sellante y el espesor de la junta, llamado factor de forma (F.F.), el que conviene que sea menor que 2, en cualquier caso (ver cuadro Nº1.12).

Cuadro N° 1.12 Sellado con mastic Dimensiones recomendadas

Tipo de	Distancia	Dimensiones del sello		
pavimento	entre juntas	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	
Caso	6 o menos	12a 15	12 a 20	Mástic Asfáltico
general		10a12	10a12	Elastómero

FUENTE Manual de Diseño de Pavimentos para Puertos Chilenos

Para obtener las dimensiones indicadas, en algunos casos es necesario efectuar un segundo corte ensanchando la junta, el fondo se rellena con un material inerte o un cordón premoldeado de respaldo que no adhiere con el mástic, y que a la vez impide la adherencia de éste con el fondo de la junta, con lo que se evitan las tensiones que ocurren cuando el sellante queda adherido por 3 de sus caras.

La superficie de la junta se termina de modo que el sello quede en forma cóncava, 3 mm bajo el borde del pavimento, quedando menos expuesto a la abrasión. En el caso en que se especifique material sellante premoldeado,

conviene indicar et ancho de la apertura y el de la banda, como se indica en la cuadro Nº1.13, en función del espaciamiento entre juntas.

Cuadro Nº 1.13 Ancho de la junta del sellante premoldeado

Tipo de	Distancia entre	Ancho de la	Ancho de la banda
pavimento	juntas (m)	junta (mm)	premoldeada (mm)
General	6 o menos	6	15

FUENTE: Manual de Diseño de Pavimentos para Puertos Chilenos

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CAPITULO II: DISEÑO DEL PAVIMENTO

CAPÍTULO II: DISEÑO DEL PAVIMENTO

2.1 CARACTERISTICAS DEL SUELO

El suelo donde se construirá el nuevo Patio de Almacenamiento

contenedores es arenoso con las siguientes características:

Clasificación del suelo: SUCS: SP. ASSHTO: A2-40

Densidad Húmeda: 1.8 gr/cm3

Angulo de Fricción Interna: 24 grados

CBR: 20%

2.2 DISEÑO DEL PAVIMENTO

Primero se diseñael área requerida para el almacenamiento de los contenedores

proyectados enel Terminal de Contenedores de Salaverry.

2.2.1 Diseño dimensional del terminal de contenedores

Datos del Proyecto del Terminal de contenedores de Salaverry:

Movimiento de contenedores por año 107,751 FEUs

Equipamiento:

staker

Altura de apilamiento: 4

Promedio de días de estadía del contenedor: 10 días

Primer Cuadrante:

Definido el valor máximo del movimiento de los contenedores necesaria en la

Terminal 107,751 FEUs, se marcan un punto sobre el valor, sobre la línea de

movimiento de contenedores por año. Como segundo paso, se necesita estimar

un promedio de días de estadía del contenedor, de los datos se tiene 10 días.

Se une el punto de 107,751 FEUs/año con una recta (eje vertical) hasta el valor

10 días, que es el número de días de estadía en la Terminal.

CAPITULO II: DISEÑO DEL PAVIMENTO

Segundo Cuadrante:

El valor del área necesaria por FEUs depende de la elección del equipamiento,

función de datos medios obtenidos de terminales existentes. Para esta área se

ha determinado el equipamiento constacker.

Como el número de altura del equipamiento es 4 contenedores de alto se halla el

valor de área por FEUs obtenido del cuadro Nº1.03

Se une el punto definido en el primer cuadrante con una recta (paralela al eje

horizontal) hasta el valor 7 que es el área necesaria por FEUs.

Tercer Cuadrante:

Para el cálculo de la razón entre altura media y altura máxima de apilamiento del

contenedor, basta simplemente dividir el numero 2 (altura media por

aproximación) por el numero 4 (altura máxima de apilamiento). Este valor será:

2/4 = 0.5

Se une por una recta (paralela al eje vertical) el punto definido en el segundo

cuadrante, hasta encontrar el valor 0.5 que es la razón entre altura media y

altura máxima del ábaco.

Cuarto Cuadrante:

Definido el valor 0.5 referente a la razón entre altura media y altura máxima en el

tercer cuadrante, se necesita estimar el factor de seguridad. Como el ábaco

posee 3 valores máximo, medio y mínimo, normalmente se trabaja con el

número 25 que es el valor medio como factor de seguridad de la Terminal.

Finalmente, se prolonga el punto 0.5 del cuadrante por una recta (paralela al eje

horizontal) hasta el factor de seguridad 25,y a partir de ese punto, en el cuarto

cuadrante, se prolonga una recta (paralela al eje vertical) para dimensionar el

área del patio de almacenamiento expresada en hectáreas. Por lo tanto, el valor

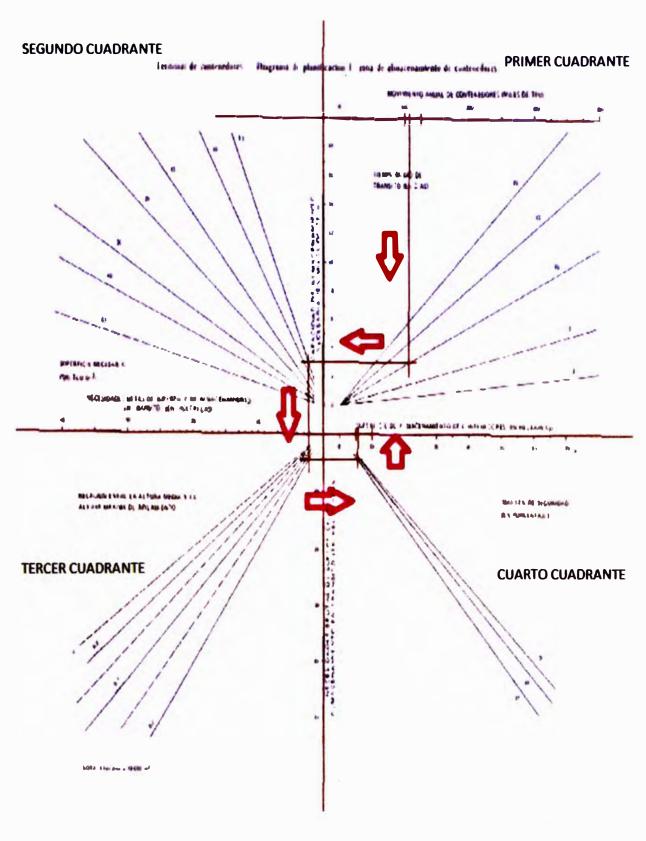
final será igual a 5.724 hectáreas (57240 m2).

Pasos señalados en la Figura Nº 2.09.

Figura N° 2.09 Dimensionado y determinación delárea de Almacenamiento de contenedores

FUENTE: United Notions Conference on Trade an Development – Port Development – Ahand Book for Planners in Developing

Countries



Anne every de Cargo Ceneral

Patro DE ALMACENAMIENTO

PATIO DE ALMACENAMIENTO

PATIO DE ALMACENAMIENTO

PATIO DE ALMACENAMIENTO

Figura N° 2.10 Ubicación de Área del Patio de Almacenamiento de Contenedores

Fuente Elaboración Propia

2.2.2Predimensionamiento del pavimento

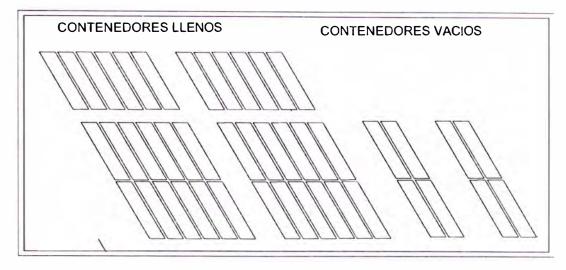
A. Consideraciones de las opciones del Pavimento

Se diseñara el pavimento con una losa de concreto y los contenedores se almacenaran en 4 filas de contenedores llenos y 7 filas de contenedores vacios, el equipo encargado de transportarlos es el Yard Tractor Tráiler, el equipo encargado de apilarlos, para el caso del contenedor vacío será el forklift Stackers y para los contenedores llenos será el constackers (reachsteacker), todos equipos Kalmar. La carga equivalente será de 48 Ton para un contenedor lleno de 40 pies y para un contenedor vacío de 40 piesserá de 4.8 Ton.

El arreglo será para contenedores llenos en bloques de 12 y 4 filas y para los vacíos en bloques de 4 y 7 filas de apilamiento.

Figura N° 11 Arreglo de contenedores llenos y vacios

Fuente: Elaboración Propia



B. Calculo de Sub base:

Teniendo el CBR de la sub rasante que es 20%, del Cuadro N° 1.05, se obtiene un espesor de sub base de 15 cm y no necesita coronación.

C. CRITERIOS PARA LA DETERMINACION DE LA CARGA DE UN PAVIMENTO

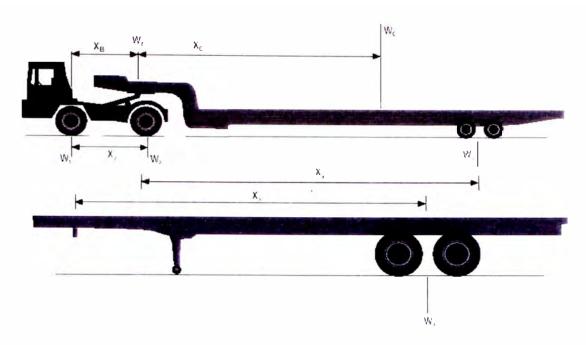
El pavimento sufrirá dos tipos de cargas las cargas dinámicas y las cargas estáticas; las cargas dinámicas serán el desgaste que sufrirá el pavimento debido a las cargas aplicadas por las ruedas del equipo que transportará y apilara el contenedor ya sea lleno o vacío (cálculo realizado en las paginas 33 al 39), se trabajara con la carga en ruedas máscrítica.

a.-Cargas Dinámicas

a.1 Cálculo de la carga en las ruedas para el equipo de traslado

Yard Tractor - Tráiler

Se calcula la carga en las ruedas considerando el traslado de un contenedor lleno (48 ton), para el caso máscrítico, la maquinaria a utilizar es un equipo KALMAR(se adjunta hojas técnicas de equipo)



Cuadro N° 2.14 Datos de Hoja Técnica del Yard Tractor - Tráiler Kalmar

DATOS (Hoja técnica de Kalmar)	YARD TRACTOR - TRAILER
MODELO YARD TRACTOR	OTTAWA 6X4
MODELO TRAILER	40 ft. TRI AXLE GOOSENECK CHASSIS
PESO DEL CONTENEDOR LLENO (WC)	48 Ton
PESO DEL YARD TRACTOR VACIO (WTR)	8.16 Ton
PESO DEL TRAILER VACIO (WT)	3.86 Ton
U1=WTR/2	4.08 Ton
U2= WTR/2+WT/2	6.01 Ton
U3= WT/2	1.93 Ton
XC=	3654.5 mm =3.6545 m
XB=	3557 mm =3.557 m
X2=	3708.4 mm =3.7084 m
X3=	7003 mm = 7.003 m
TIPO DE CONTENEDOR	40 Pies(FEU)

FUENTE: Equipos Kalmar

Remplazando las distancias en las formulas, se obtiene A y B:

$$A = \frac{X_C}{X_3} = \frac{3.6545}{7.003} = 0.52 \ B = \frac{X_B}{X_2} = \frac{3.557}{3.7084} = 0.96$$

Cuadro	N°2.15	Datos	del Yard	Tractor -	Tráiler

DATOS (obtenidos de Hoja técnica de Kalmar)	YARD TRACTOR – TRAILER		
NUMERO DE RUEDAS DELANTERAS DEL TRACTOR (M1)	2 Und.		
NUMERO DE RUEDAS TRASERAS DEL TRACTOR (M2)	4 Und.		
NUMERO DE RUEDAS DEL TRAILER (M3)	6 Und.		
FACTORES DINAMICOS DEL CUADRO Nº6(para el caso del Yard Tractor-Tráiler)			
FRENADO (1)	±10%= ±0.10		
VIRAJE (2)	30%= 0.30		
ACELERACION (3)	10%= 0.10		
SUPERFICIE DESIGUAL (4)	0		

FUENTE: Equipos Kalmar

Entonces de los datos se obtienen los factores dinámicos para los ejes delantero y posterior:

Fd (eje delantero) =
$$(1)+(2)+(3)+(4)=0.10+0.30+0.1=0.50$$
, entonces Fd = 1.5
Fd (eje posterior) = $(1)+(2)+(3)+(4)=0.30-0.10+0.10=0.20$, entonces Fd = 1.2

Ya obtenidos los factores dinámicos se calcula las cargas en las ruedas W1, W2 y W3 aplicando el factor dinámico:

$$W_1 = f_d \times \left[U_1 + \frac{W_C[1 - A].[1 - B]}{M_1} \right] = 1.4 \times \left[4.08 + \frac{48 \times [1 - 0.52].[1 - 0.96]}{2} \right]$$

$$W_1 = 1.4 \times [4.5408]W_1 = 6.36 \text{ Ton}$$

$$W_2 = f_d \times \left[U_2 + \frac{W_C[1 - A].B}{M_2} \right] = 1.2 \times \left[6.01 + \frac{48 \times [1 - 0.52].0.96}{4} \right]$$

$$W_2 = 1.2 \times [11.5396]W_2 = 13.85 \text{ Ton}$$

$$W_3 = f_d \times \left[U_3 + \frac{W_C \cdot A}{M_3} \right] = 1.2 \times \left[1.93 + \frac{48 \times 0.52}{6} \right]$$

$$W_3 = 1.2 \times [6.09]W_3 = 7.31$$
 Ton

Se obtiene las cargas en las ruedas:

Eje delantero W_1 = 6.36 ton. = 63.6 KN

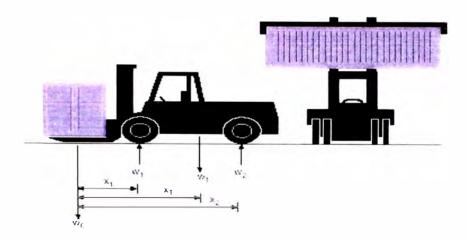
$$W_2 = 13.85 \text{ ton.} = 138.5 \text{ KN}$$

Eje trasero $W_3 = 7.31 \text{ ton.} = 73.1 \text{ KN}$

a.2 Cálculo de la carga en las ruedas para los equipos de manipuleo

Para el ForliftStackers

Se calcula la carga en las ruedas considerando el manipuleo de un contenedor vacio (4.8 ton), debido que este equipo solo manipulara contenedores vacios, la maquinaria a utilizar es un equipo KALMAR (se adjunta hojas técnicas de equipo)



Cuadro N° 2.16 Datos de Hoja Técnica del ForkliftStackers Kalmar

DATOS(Hoja técnica de Kalmar)	FORKLIFT STACKERS
MODELO	DCE80-45 E-7
PESO TOTAL DEL EQUIPO (WT)	10 Ton
W1=WT/2	5 Ton
W2= WT/2	5 Ton
PESO DEL CONTENEDOR VACIO (WC)	4.8 Ton
DISTANCIA BASE(L)	4550 mm =4.55 m
DIAMETRO DE LLANTA(D)	24 Pulg. = 6096 mm =6.096 m
CLEARANCE(d1)	115 mm = 0.115 m
DISTANCIA AL EJE DEL CONTENEDOR (d2)	4 Pie/2 = 609.6 mm = 0.6096 m
X1= d1 + d2 + D/2	3772.6 mm =3.7726 m
X2= d1 + d2 + D/2 + L	8322.6 mm =8.3226 m
XT=d1 + d2 + D/2 + L/2	6047.6 mm =6.0476 m
N° DE NIVELES DE CONTENEDORES	7 Niveles
TIPO DE CONTENEDOR	40 Pies

FUENTE: Equipos Kalmar

Remplazando las distancias en las formulas, se obtiene A1, A2, B1 y B2:

$$A_1 = \frac{-X_2}{X_1 - X_2} = \frac{-8.32}{3.77 - 8.32} = 1.83$$

$$A_2 = \frac{-X_1}{X_2 - X_1} = \frac{-3.77}{8.32 - 3.77} = -0.83$$

$$B_1 = \frac{W_T.(X_T - X_2)}{X_1 - X_2} = \frac{10(6.05 - 8.32)}{(3.77 - 8.32)} = 5.00 \text{ Ton}$$

$$B_2 = \frac{W_T.(X_T - X_1)}{X_2 - X_1} = \frac{10(6.05 - 3.77)}{(8.32 - 3.77)} = 5.00 \text{ Ton}$$

Cuadro N° 2.17 Datos del ForkliftStackers

DATOS(obtenidos de Hoja técnica de Kalmar)	FORKLIFT STACKERS
NUMERO DE LLANTAS EN EJE (M)	4 Und.
FACTORES DINAMICOS DEL CUADRO №6(para el cas	so del Forklift Stackers)
FRENADO (1)	±30%= ±0.30
VIRAJE (2)	40%= 0.40
ACELERACION (3)	0
SUPERFICIE DESIGUAL (4)	0

FUENTE: Equipos Kalmar

Entonces de los datos se obtienen los factores dinámicos para los ejes delantero y posterior:

Fd (eje delantero) =
$$(1)+(2)+(3)+(4)=0.40+0.30=0.70$$
, entonces Fd = 1.7
Fd (eje posterior) = $(1)+(2)+(3)+(4)=0.40-0.30=0.10$, entonces Fd = 1.1

Ya obtenidos los factores dinámicos se calcula las cargas en las ruedas W1 y W2 aplicando el factor dinámico:

$$W_1 = f_d \times \frac{A_1 \cdot W_C + B_1}{W'} = 1.7 \times \frac{1.83 \times 4.8 + 5.00}{4} = 5.86 \text{ Ton}$$

$$W_2 = f_d \times \frac{A_2.W_C + B_1}{2} = 1.1 \times \frac{-0.83 \times 4.8 + 5.00}{2} = 0.56 \text{ Ton}$$

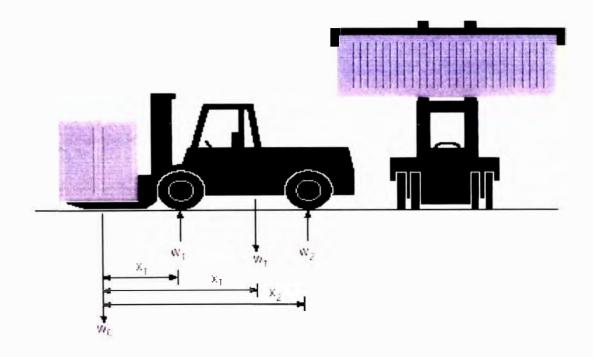
Se obtiene las cargas en las ruedas:

Eje delantero W₁= 5.86 ton. = 58.6 KN

Eje trasero W_2 = 0.56 ton. = 5.6 KN

PARA EL REACHSTACKER

Se calcula la carga en las ruedas considerando el manipuleo de un contenedor lleno (48 ton), debido que este equipo solo manipulara contenedores llenos(caso más crítico), la maquinaria a utilizar es un equipo KALMAR(se adjunta hojas técnicas de equipo)



$$A_2 = \frac{-X_1}{X_2 - X_1} = \frac{-6.97}{14.47 - 6.97} = -0.93$$

$$B_1 = \frac{W_T.(X_T - X_2)}{X_1 - X_2} - \frac{106.2(10.72 - 14.47)}{(6.97 - 14.47)} = 53.10$$

Cuadro N° 2.18 Datos de Hoja Técnica del Reachstacker Kalmar

DATOS	REACHSTACKER
MODELO	DRD450-8054X
PESO TOTAL DEL EQUIPO (WT)	106.2 Ton
W1=WT/2	53.1 Ton
W2= WT/2	53.1 Ton
PESO DEL CONTENEDOR (WC)	48 Ton
DISTANCIA BASE(L)	7500 mm =7.5m
DIAMETRO DE LLANTA(D)	889 mm= 0.889m
CLEARANCE(d1)	425 mm=0.425m
DISTANCIA EJE DEL TERCER CONTENEDOR (d2)	6100 mm=6.1m
X1= d1 + d2 + D/2	6969.5 mm=6.97m
X2= d1 + d2 + D/2 + L	14469.5 mm=14.47m
XT=d1 + d2 + D/2 + L/2	10719.5mm=10.72m
N° DE NIVELES DE CONTENEDORES	5 Niveles
TIPO DE CONTENEDOR	40 Pies

FUENTE: Equipos Kalmar

$$B_2 = \frac{W_T.(X_T - X_1)}{X_2 - X_1} = \frac{88(10.72 - 6.97)}{(14.47 - 6.97)} = 53.10$$

Cuadro N° 2.19 Datos del Reachstacker

DATOS	REACHSTACKER
NUMERO DE LLANTAS EN EJE (M)	4 Und.
FACTORES DINAMICOS D	EL CUADRO №6
FRENADO (1)	±30%= ±0.30
VIRAJE (2)	40%= 0.40
ACELERACION (3)	0
SUPERFICIE DESIGUAL (4)	0

FUENTE: Equipos Kalmar

Entonces de los datos se obtienen los factores dinámicos para los ejes delantero y posterior:

Fd (eje delantero) =
$$(1)+(2)+(3)+(4)=0.40+0.30=0.70$$
, entonces Fd = 1.7
Fd (eje posterior) = $(1)+(2)+(3)+(4)=0.40-0.30=0.10$, entonces Fd = 1.1

Ya obtenidos los factores dinámicos se calcula las cargas en las ruedas W1 y W2 aplicando el factor dinámico:

$$W_1 = f_d \times \frac{A_1.W_C + B_1}{M} = 1.7 \times \frac{1.93 \times 48 + 53.10}{4} = 61.94 \text{ Ton}$$

$$W_2 = f_d \times \frac{A_2 \cdot W_C + B_1}{2} = 1.1 \times \frac{-0.93 \times 48 + 53.10}{2} = 2.33 \text{ Ton}$$

Se obtiene las cargas en las ruedas:

Eje delantero W_1 = 61.94 ton. = 619.4 KN

Eje trasero $W_2 = 2.33 \text{ ton.} = 23.3 \text{ KN}$

Teniendo calculadas todas las cargas en los equipos de transporte y manipuleo se compara las cargas para continuar con los cálculos de diseño del pavimento, estos cálculos se realizaran con la carga máscrítica.

COMPARANDO LAS CARGAS EN LAS RUEDAS

CARGA EN RUEDAS DEL YARD TRACTOR – TRAILER

Eje delantero W₁= 6.36 ton. = 63.6 KN

$$W_2 = 13.85 \text{ ton.} = 138.5 \text{ KN}$$

Eje trasero $W_3 = 7.31 \text{ ton.} = 73.1 \text{ KN}$

CARGA EN RUEDAS DEL FORKLIFT STACKERS

Eje delantero W_1 = 5.86 ton. = 58.6 KN

Eje trasero W_2 = 0.56 ton. = 5.6 KN

CARGA EN RUEDAS DEL REACHSTACKER

Eje delantero W_1 = 61.94 ton. = 619.4 KN

Eje trasero $W_2 = 2.33$ ton. = 23.3 KN

Después de comparar las cargas halladas, se tiene que la carga en las ruedas para el equipo Reachstacker es la más crítica, por tal razón los cálculos para el diseño del pavimento de concreto son solamente para las cargas en la rueda del Reachstacker.

Debido a la proximidad de las llantas existe un aumento de la deformación y del esfuerzo.

CALCULO DEL ESPESOR EFECTIVO

Se calcula el espesor efectivo mediante la siguiente fórmula:

$$300\sqrt[3]{\frac{35000}{CBR \times 10}} = 300\sqrt[3]{\frac{35000}{20 \times 10}} = 1678 \, mm$$

Espesor Efectivo= Profundidad Efectiva = 1678 mm ≈ 168 cm

CALCULO DE EL FACTOR DE PROXIMIDAD

A continuación de la figura N° 2.12 se observa la distancia entre ruedas del reachstacker

965.2 mm 4042.8 mm

Figura N° 2.12 Distancia entre ruedas para el Reachstacker

Las cuales son 965.2 mm, 3026.8 mm y 4042.8 mm, con estos datos(espacios entre llantas) y para una profundidad efectiva de 168 cm =1680 mm, obtenemos

los factores de proximidad del Cuadro N° 1.08, interpolando se obtiene los factores de proximidad 1.46, 1 y 1

Como el factor de proximidad resultante es la suma de los factores de proximidad encontrados para las distancias dadas.

Por lo tanto B = 1+0.46+0+0 = 1.46

Entonces la carga estática efectiva es de 1.46 x 61.94 = 90.43 ton. = 904.3 KN

CALCULO DEL DETERIORO POR CARGA DE RUEDA:

De la siguiente fórmula:

 $NR = [(W1/W2)^3.75]$

La rueda posterior es equivalente a $\left(\frac{23.3}{619.4}\right)^{3.75}$ = 0.000005 repeticiones de la rueda delantera

CALCULO DEL NÚMERO DE PASADAS POR VIDA UTIL

Teniendo 180 pasadas por un mismo punto en un día y que el pavimento se diseña para una vida de 25 años, de la siguiente formula se obtiene:

NPVUP = NPD x NDA x VUP x NR

- NPVUP = Número de pasadas por vida útil del pavimento.
- NPD = Número de pasadas por día
- NDA = Número de días por año.
- VUP= Vida útil del pavimento.
- NR= Número de repeticiones de la rueda delantera.

NUMERO DE PASADAS DE LA RUEDA DELANTERA =

NPD X NDA X VUP =180 x 365 x 25 = 1642500 pasadas de la rueda delantera

→ Se tiene 0.000005 repeticiones de la rueda posterior, entonces se tiene 1.000005 repeticiones de la carga de la rueda delantera. El número de pasadas del vehículo en la vida útil del pavimento

NPVUP = 1.000005 x 1642500 = 1642508 pasadas

Carga de diseño 90.43 ton. = 904.3 KN

CARGAS ESTATICAS

Si desarrollamos las cargas en el pavimento, para distintas distribuciones y alturas de almacenamiento de contenedores.

Se trabaja con el caso más crítico, entonces es el caso de apilamiento de contenedores llenos.

Para el apilamiento de los contenedores la carga será de:

DEAPOYOSDECADACONTENEDOR = CARGADECONTENEDOR = CARGADECONTENEDOR

$$= (48 \times 4 \times 4)/4 = 192 \text{ Ton}$$

Hallando la reducción de carga, del cuadro Nº 08 se obtiene:

Para 4 niveles se puede hacer una reducción del 30%

$$\rightarrow$$
 P = 192 x (1- 0.30) = 134.4 ton = 1344 KN

COMPARACION DE LAS CARGAS DINAMICAS Y ESTATICAS

Carga dinámica

Carga de diseño 90.43 ton. = 904.3 KN

El pavimento necesita ser diseñado para 1642508 pasadas

Carga estática

Carga de diseño 134.4 ton. = 1344 KN

Se predimensionara el espesor del pavimento de concreto con la carga máscrítica, entonces se diseñara el espesor del pavimento con la carga estática

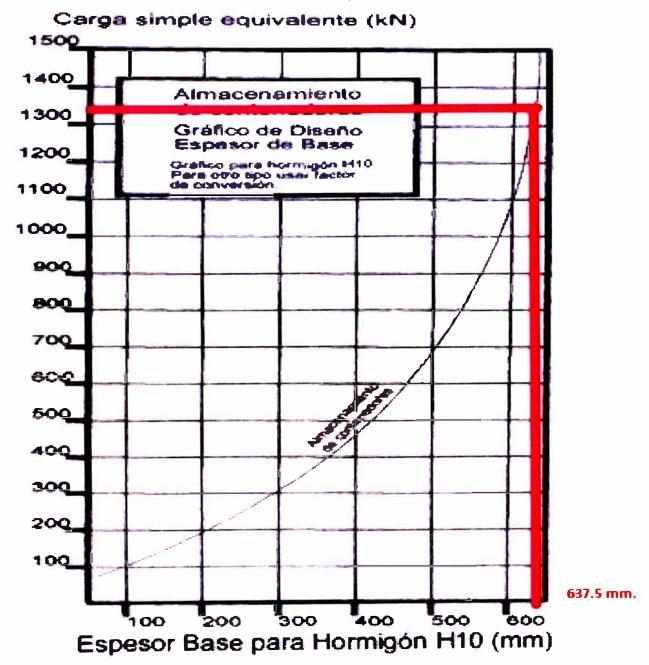
CALCULO DE BASE:

Teniendo la carga de diseño 134.4 ton. = 1344 KN

De la Figura Nº 1.08 podemos predimensionar la losa en 637.5 mm = 0.6375 m para un concreto $deC_{8/10}$. Como se muestra en la Figura Nº 2.13

Figura N°2.13 Predimensionamiento de espesor de losa de concreto

FUENTE! Manual de Diseño de Pavimentos para Puertos Chilenos



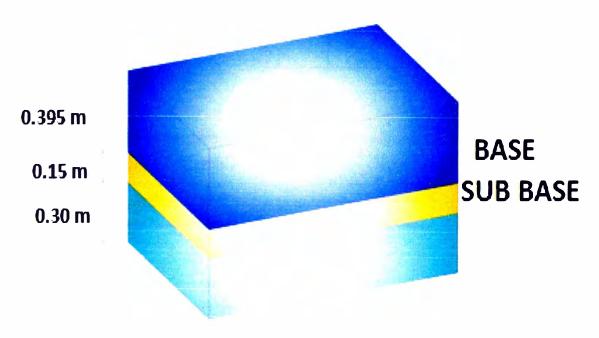
Si consideramos para un concreto $C_{28/35}$ entonces la equivalencia se obtiene del cuadro N^{o} 1.09que es igual a 0.62, entonces tenemos:

 $637.5 \times 0.62 = 395.3 \text{ mm}$ de espesor para la base de concreto de F'y = 350 kg/m³

Figura N° 2.14 Dimensión del Pavimento

FUENTE: Elaboración Propia

Dimension del Pavimento



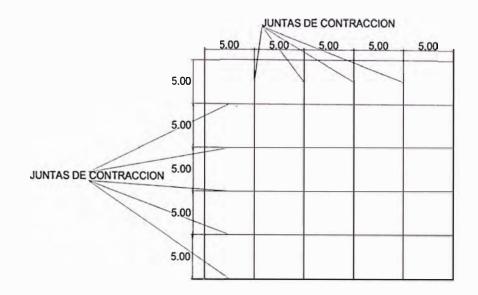
2.3DISEÑO DE JUNTAS

Juntas de contracción

Teniendo un espesor de los de 39.5 cmde losa, del Cuadro Nº 1.09 se obtiene una superficie promedio de paño de 26 m² y la distancia de juntas máxima recomendado es 6 m, entonces se construirán las juntas de contracción transversal cada 5 m, las juntas de contracción longitudinal se construirán cada 5 m, obteniendo así una superficie promedio de 25 m2.

Figura N° 2.15 Distribución de junta de contracción

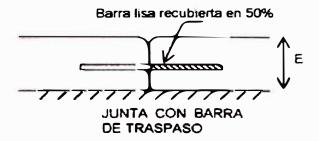
FUENTE: Elaboración Propia



y se colocaran barras de amarre de 12.7 cm de diámetro y 650mm de longitud, con un espaciamiento de 650 mm

Figura N° 2.16Junta de contracción

FUENTE: Manual de Diseño de Pavimentos para Puertos Chilenos



Dimensión de sello

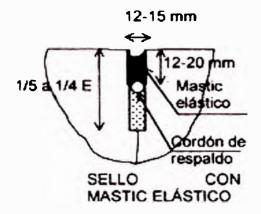
Del Cuadro Nº1.12 se tiene:

Para una distancia entre juntas de 6 m, se tiene un ancho de sello de 12mm a 15mm y una profundidad de sello de 12mm a 20mm, se utilizara mastic elástico.

Como se muestra a continuación:

Figura N° 2.16Dimensión de sello

FUENTE: Manual de Diseño de Pavimentos para Puertos Chilenos



CAPÍTULO III.- EXPEDIENTE TECNICO

3.1 MEMORIA DESCRIPTIVA.

3.1.1 Nombre del Proyecto:

"DISEÑO DEL PAVIMENTO Y EXPEDIENTE TECNICO DEL NUEVO PATIO

DE ALMACENAMIENTO DE CONTENEDORES EN EL TERMINAL

PORTUARIO DE SALAVERRY"

3.1.2 Ubicación:

El proyecto se encuentra ubicado en el Muelle Nº 1 del Terminal Portuario de

Salaverry, distrito de Salaverry, provincia de Trujillo, departamento de La

Libertad.

3.1.3 Antecedentes:

La municipalidad de Salaverry como institución sólida, transparente y promotora

tiene como finalidad de conducir el desarrollo integral de Salaverry, con la

participación activa de sus Comités de Progreso, Gremios de Trabajadores,

Empresa Privada y Pública y Ciudadana en General.

La Municipalidad asume y cumple con la responsabilidad de sus compromisos,

en función de ofrecer una mejor calidad de vida a sus habitantes y generando

condiciones para un eficiente desarrollo de las actividades productivas y

fortalecimiento económico del Distrito.

Asimismo, cabe mencionar que la participación del gobierno local juega un rol

protagónico durante las tres etapas del proyecto, formulación, implementación, y

operación y mantenimiento de la TPS.

3.1.4 Situación Actual:

El Puerto de Salaverry (Terminal Portuario Salaverry) se encuentra bajo la

administración de ENAPU (Empresa Nacional de Puertos) brindando servicio a la

ciudad de Trujillo así como a los vecinos departamentos de Ancash,

Lambayeque y Cajamarca.

CAPITULO III: EXPEDIENTE TECNICO

La escasa infraestructura y la falta de equipamiento para el embarque y

desembarque de contenedores, además la falta de áreas adecuadas - patios de

almacenamiento capaces de resistir de 4 filas de FEUs llenos y 7 filas de FEUs

vacíos, limita al Terminal portuario para atender naves PANAMAX y la cantidad

de contenedores proyectados en este proyecto.

3.1.5 Objetivo:

El Objetivo principal del proyecto consiste en contar con un patio de

almacenamiento de contenedores cercano al Muelle Nº 1 que permitirá reducir

los tiempos de operación, el mejoramiento del servicio de atraque y manipuleo

de contenedores destinados a la exportación e importación en el Puerto de

Salaverry, que contribuirá al mejoramiento de la economía local y regional.

Para lo cual se requiere diseñar los espesores de capa para base, sub base y

pavimento, un tratamiento especial para el suelo ya que es arena.

3.1.6 Descripción del Proyecto:

El proyecto consiste en la construcción de un nuevo Patio de almacenamiento de

contenedores de 57,240 m2 de área,con un reforzamiento de suelo cemento en

toda el área del Patio de almacenamiento de contenedores, con una

construcción de 15 cmde base de afirmado sobre la cual se colocara el

pavimento rígido de concreto de 39.5 cm de espesor.

3.1.7 Presupuesto Referencial:

El presupuesto referencial de la obra asciende a la suma de

S/.26,205,705.18(Veintiséis millones doscientos cinco mil setecientos cincoy

18/100), con precios referenciales al mes de Febrero del 2011.

3.1.8 Plazo de Ejecución:

El plazo de ejecución de la obra es de 12 meses calendario

CAPITULO III: EXPEDIENTE TECNICO

3.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS.

3.2.1 Consideraciones Generales:

Estas especificaciones técnicas conjuntamente con los planos son parte del

proyecto y su finalidad es ofrecer una descripción de los trabajos a ejecutar

conjuntamente con los materiales a utilizar en las diferentes etapas de

construcción.

Los materiales a emplearse en la obra deberán ser nuevos y de primera calidad.

En general todos los materiales, accesorios, aparatos y/o equipos estarán

sujetos a la aprobación del inspector y deberán ser representados con la

suficiente anticipación con respecto a su instalación de modo que cualquier

rechazo a los mismos no dilate la programación del avance de obra.

3.2.2 Generalidades:

Las especificaciones técnicas aquí indicadas complementan lo mostrado

en el plano de proyecto de planta.

El constructor respetara lo indicado en los planos y en esta especificación

pudiendo prever mayor cantidad o calidad de materiales.

Las ocurrencias técnicas en la obra se registraran en el cuaderno de

obra.

La supervisión tiene el derecho y la obligación de hacer cumplir los

planos y las especificaciones del proyecto.

El constructor deberá contar con un Ingeniero Civil Residente, con

experiencia en obras de pavimentación, con conocimientos de dirección

de obras y que sea colegiado.

3.2.3 Materiales:

Marcas de Fabrica:

El uso de las especificaciones y planos de materiales con nombres, códigos u

otros elementos que puedan identificar la marca de algún fabricante, o proveedor

del mismo, debe considerarse que tiene el único propósito de escribir mejor y de

manera referencial la característica que se busca del material; en ningún caso

CAPITULO III: EXPEDIENTE TECNICO

debe entenderse que dicho uso expresa preferencias por determinada marca,

sistema, fabricante o proveedor alguno.

3.2.4.OBRAS PROVISIONALES

A. Caseta provisional para guardianía y almacén

El Contratista proveerá un local para uso de su personal en una zona cercana a

la Obra. Este local estará dotado de servicios higiénicos y facilidades para que el

personal se cambie de ropa y pueda ingerir alimentos. No se permitirá el uso de

la vía pública.

Así mismo, el Contratista deberá proveer al Residente de obra, a los Jefes de

Grupo y a los chóferes, de teléfonos celulares y/o radios troncales usados para

mantener una comunicación continúa y confiable, entre sí y con el Inspector de

la obra.

El Contratista deberá proveer guardianía para la obra. Esta guardianía deberá

regir durante las 24 horas del día, desde el primer día de corte y eliminación

hasta la culminación de los trabajos la construcción del pavimento del Patio de

Almacenamiento de Contenedores.

Entre las tareas que debe cumplir este servicio están las de prevenir que no se

ocasione daño alguno a la obra en cualquier etapa de su ejecución, cuidar de los

materiales, equipos y herramientas de la obra, así como advertir y orientar a los

peatones y conductores de vehículos acerca de las obras en ejecución.

B. Baño químico para personal de obra

El Contratista proveerá una Unidad Sanitaria Portátil, tipo Disal. Esta unidad

estará dotada de una taza con una capacidad aproximada de 240 lts, con tacho

de papeles, urinario, porta papel higiénico, pestillo y luz incorporada.

La unidad deberá funcionar en base a un compuesto químico que degrade la

materia que se deposite, formando un residuo no contaminante, biodegradable y

aroma agradable.

La unidad deberá ser limpiada por lo menos dos veces por semana y deberá ser

ejecutada por personal debidamente calificado y capacitado.

CAPITULO III: EXPEDIENTE TECNICO

C. Cartel de obra

El cartel de obra (tipo banderola), será de una sola cara y confeccionado de

material sintético denominado lino plastificado vinyl, tendrá bastidores extremos

de madera de 3" x 2" y sujetado a puntos fijos del terreno mediante alambre

galvanizado debidamente atortolado, contendrá la información necesaria como

para indicar el tipo de trabajo que se está realizando, dicha información será

proporcionada por la Municipalidad.

La instalación se hará en un lugar visible del cartel de la obra, con dimensiones

de 3.60 x 2.40 m y con las características indicadas por la Municipalidad de

Trujillo.

D. Agua para la construcción

El aqua a emplear en la construcción deberá ser clara, limpia, exenta de

aceites, ácidos, álcalis o material orgánico. No deberá ser salobre. Al tomar las

muestras, se tendrá cuidado de que sean representativas y los envases estén

limpios.

3.2.5 **OBRAS PRELIMINALES**

A. Movilización y desmovilización de equipos, materiales y herramientas

Esta Partida deberá considerar todo el trabajo de suministrar, reunir, transportar

y administrar su infraestructura completa al lugar de la obra, incluyendo personal,

equipo mecánico, materiales y todo lo necesario para instalar e iniciar el proceso

constructivo.

La desmovilización realizada durante el proceso de ejecución y/o al final de la

obra, incluirá, el desmontaje de instalaciones, equipos y herramientas, así como,

la limpieza final de la obra.

El sistema de movilización debe ser tal, que no cause daños a las veredas ni a

las propiedades de terceros.

DISEÑO DEL PAVIMENTO Y EXPEDIENTE TECNICO DEL NUEVO PATIO DE ALMACENAMIENTO DE CONTENEDORES EN EL TERMINAL PORTUARIO DE SALAVERRY

CAPITULO III: EXPEDIENTE TECNICO

B. Trazo y replanteo

Se considera en esta Partida todos los trabajos a realizar con respecto al

replanteo preliminar, que se convertirán en metrados definitivos para la

demarcación de las áreas a remover, que son materia del presente proyecto.

También considera eventuales ajustes del mismo, aportes técnicos permanentes

y control de resultados.

3.2.6 MOVIMIENTOS DE TIERRAS

A. Corte y eliminación de arena

Esta partida consiste en la eliminación del montículo de arena existente hasta un

4.5m, con una tolerancia de 5 cm, en el largo y ancho que se indique y que

comprende el área del Patio de Almacenamiento de contenedores.

El material proveniente del montículo de arena será transportado, colocado y

dispuesto en una ubicación determinada por el Supervisor, retirándolo de

inmediato de la zona de trabajo. Antes de llevar a cabo la presente actividad El

Contratista propondrá a la Supervisión un plan de seguridad vial para su

aprobación que será incluido en su costo.

Equipo

El Contratista propondrá, para consideración del Supervisor, los equipos más

adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir

daños innecesarios ni a construcciones; y garantizarán el avance físico de

ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas

constructivas siguientes.

Los equipos de excavación deberán disponer de sistemas de silenciadores y la

omisión de éstos será con la autorización del Supervisor. Cuando se trabaje

cerca a zonas ambientalmente sensibles, tales como colegios, hospitales,

mercados y otros que considere el Supervisor los trabajos se harán

manualmente si es que los niveles de ruido sobrepasan los niveles máximos

recomendados.

DISEÑO DEL PAVIMENTO Y EXPEDIENTE TECNICO DEL NUEVO PATIO DE ALMACENAMIENTO DE CONTENEDORES EN EL TERMINAL PORTUARIO DE SALAVERRY

CAPITULO III: EXPEDIENTE TECNICO

B. Excavaciones en explanaciones sin clasificar

Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover,

cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de

desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la

explanación, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto, con

las modificaciones que ordene el Supervisor.

Excavación para la explanación

El trabajo comprende el conjunto de actividades de excavación y nivelación de

las zonas comprendidas dentro del prisma donde ha de fundarse el pavimento.

Clasificación

Excavación sin clasificar: Se refiere a los trabajos de excavación de cualquier

material sin importar su naturaleza.

Materiales

Los materiales de excavación que no sean utilizables deberán ser colocados,

donde lo indique el Supervisor, en zonas aprobadas por éste.

Los materiales recolectados deberán ser humedecidos adecuadamente.

cubiertos con una lona y protegidos contra los efectos atmosféricos, para evitar

que por efecto del material particulado causen enfermedades respiratorias,

alérgicas y oculares al personal de obra, así como a las poblaciones aledañas.

El depósito temporal de los materiales no deberá interrumpir vías o zonas de

acceso de importancia local.

Equipo

El Contratista propondrá, para consideración del Supervisor, los equipos más

adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir

daños innecesarios ni a construcciones; y garantizarán el avance físico de

ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas

constructivas siguientes.

DISEÑO DEL PAVIMENTO Y EXPEDIENTE TECNICO DEL NUEVO PATIO DE ALMACENAMIENTO DE CONTENEDORES

Requerimientos de Construcción

Antes de iniciar las excavaciones se requiere la aprobación, por parte del

Supervisor, de los trabajos de topografía, limpieza y demoliciones, así como los

de remoción delpavimento existente.

La secuencia de todas las operaciones de excavación debe ser tal, que asegure

la utilización de todos los materiales aptos y necesarios para la construcción de

las obras señaladas en los planos del proyecto o indicadas por el Supervisor.

La excavación de la explanación se debe ejecutar de acuerdo con las secciones

transversales del proyecto o las modificadas por el Supervisor. Toda sobre-

excavación que haga el Contratista, por error o por conveniencia propia para la

operación de sus equipos, correrá por su cuenta y el Supervisor podrá

suspenderla, si lo estima necesario, por razones técnicas o económicas.

Limpieza final

Al terminar los trabajos de excavación, el Contratista deberá limpiar el área

trabajada de acuerdo con las indicaciones del Supervisor.

Referencias topográficas

Durante la ejecución de la excavación para explanaciones, el Contratista deberá

mantener, sin alteración, las referencias topográficas y marcas especiales para

limitar las áreas de trabajo.

Aceptación de los Trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes

controles principales:

Verificar que el Contratista disponga de todos los permisos requeridos para la

ejecución de los trabajos.

Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.

Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el

Contratista.

Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.

Verificar el alineamiento, perfil y sección de las áreas excavadas.

• Comprobar que toda superficie para base de terraplén o subrasante mejorada

quede limpia y libre de materia orgánica

DISEÑO DEL PAVIMENTO Y EXPEDIENTE TECNICO DEL NUEVO PATIO DE ALMACENAMIENTO DE CONTENEDORES EN EL TERMINAL PORTUARIO DE SALAVERRY

CAPITULO III: EXPEDIENTE TECNICO

• Medir los volúmenes de trabajo ejecutado por el Contratista en acuerdo a la

presente especificación.

• El trabajo de excavación se dará por terminado y aceptado cuando el

alineamiento, el perfil, la sección y la compactación de la subrasante estén de

acuerdo con los planos del proyecto, estas especificaciones y las instrucciones

del Supervisor.

La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la excavación, no será menor

que la distancia señalada en los planos o modificada por el Supervisor.

La cota de cualquier punto de la subrasante conformada y terminada no deberá

variar en más de diez milímetros (10mm) con respecto a la cota proyectada.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser

corregidas por el Contratista, a su costo, a plena satisfacción del Supervisor.

Medición

La unidad de medida será el metro cúbico (m3) de material excavado en su

posición original. Todas las excavaciones para explanaciones, serán medidas

por volumen ejecutado, con base en las áreas de corte de las secciones

transversales del proyecto, original o modificado, verificadas por el Supervisor

antes y después de ejecutarse el trabajo de excavación y según se indica en la

Subsección 07.02(a)(1) de las EG-2000.

No se medirán las excavaciones que el Contratista haya efectuado por error o

por conveniencia fuera de las líneas de pago del proyecto o las autorizadas por

el Supervisor. Si dicha sobre-excavación se efectúa en la subrasante o en una

calzada existente, el Contratista deberá rellenar y compactar los respectivos

espacios, a su costo y usando materiales y procedimientos aceptados por el

Supervisor.

No se medirán ni se autorizarán pagos para los volúmenes de material colocado.

perfilado, nivelado y compactado sobre plataforma excavada en roca.

El trabajo de excavación se pagará al precio unitario del contrato por toda obra

ejecutada de acuerdo con el proyecto o las instrucciones del Supervisor, para la

respectiva clase de excavación ejecutada satisfactoriamente y aceptada por

éste.

DISEÑO DEL PAVIMENTO Y EXPEDIENTE TECNICO DEL NUEVO PATIO DE ALMACENAMIENTO DE CONTENEDORES

CAPITULO III: EXPEDIENTE TECNICO

a. Eliminación de Material excedente a 15 km

Comprende la eliminación del material producido por excavaciones

demoliciones en el área de obra. En lo posible se evitará la polvareda excesiva,

aplicando un conveniente sistema de regadío o cobertura.

El material excedente se ubicará en lugares que no perjudiquen el normal

desarrollo de la obra. Se cargará en camiones volquetes, mediante cargador

sobre llantas. Se eliminara el material excedente en el botadero autorizado

ubicado a una distancia aproximada de 15 Km. de la zona de trabajo.

3.2.7 CONSTRUCCION DEL PAVIMENTO DEL PATIO DE CONTENEDORES

A. Generalidades

Se prevé construir un nuevo pavimento en las áreas que se muestran en los

Planos. Los requerimientos del nuevo pavimento serán como se indica en éstas

Especificaciones y como se muestran en los Planos.

El subsuelo del nuevo pavimento será:

La parte superior del relleno del terreno mejorado en las áreas en donde se

coloque el mismo; o La parte superior del material existente en donde se haya

removido el pavimento actual.

B. Preparación del Subsuelo

Requerimientos de compactación de Subsuelo sobre Material de Relleno de

Ripio de Cantera

Generalidades

El tope del material de relleno es el subsuelo de la construcción del pavimento.

Para la construcción del pavimento, la capa superior del material de relleno (que

consiste de ripio de cantera) debe ser compactada.

C.Compactación

La compactación del material de relleno en ripio de cantera se logrará por medio

una compactación vibratoria. La maquinaria que

autopropulsada o un compactador vibratorio remolcado, los requerimientos de

DISEÑO DEL PAVIMENTO Y EXPEDIENTE TECNICO DEL NUEVO PATIO DE ALMACENAMIENTO DE CONTENEDORES EN EL TERMINAL PORTUARIO DE SALAVERRY

CAPITULO III: EXPEDIENTE TECNICO

una cantidad específica de pasadas que efectuará la máquina sobre cada zona

del relleno son como sigue:8 pasadas de rodillo vibratorio de más de 3,000 kg

por m de ancho derodillo;6 pasadas de rodillo vibratorio de más de 4,000 kg por

m de ancho derodillo.

Antes de iniciar el trabajo de compactación, el Contratista preparará, y someterá

a la aprobación del Ingeniero, un plan de compactación que asegure que el

afirmado se ejecuta de manera organizada y que todas las áreas recibirán el

mismo esfuerzo de rodamiento requerido.

Tolerancia

Después de la compactación del subsuelo, la tolerancia permitida en el nivel de

la capade subsuelo debe oscilar entre +50 mm y -50 mm.

Pruebas

Al término de! rodamiento de la capa superior, se realizarán pruebas CBR en un

plano de 100m x 100m de la superficie compactada, Las pruebas CBR se harán

de conformidad con los requerimientos del BS 1377: Parte 4 con discos de pre-

carga. El resultado de estas pruebas será presentado al Ingeniero.

Requerimientos de Compactación de Subsuelo en donde se haya removido el

pavimento existente.

Generalidades

El pavimento existente y el material de abajo serán retirados hasta el nivel de la

cara inferior de la capa superior del relleno. El tope del material que permanezca

en el sitio será el subsuelo para la construcción del nuevo pavimento.

Requerimientos de Compactación

El subsuelo será compactado a 95% MDD como mínimo. Esto podría requerir

que el subsuelo existente sea escarificado y humedecido antes de compactarlo.

Tolerancia

Las tolerancias permitidas se detallan en la estas especificaciones.

DISEÑO DEL PAVIMENTO Y EXPEDIENTE TECNICO DEL NUEVO PATIO DE ALMACENAMIENTO DE CONTENEDORES EN EL TERMINAL PORTUARIO DE SALAVERRY

Pruebas

Las pruebas de compactación se realizarán de acuerdo a la malla, según se detalla enesta Cláusula

D. Capa de Rodadura

Generalidades

La capa de rodadura será construida con un espesor nominal de 300 mm. Dicha capa será colocada encima del subsuelo compactado, que es la parte superior del relleno o el material que quedó en el lugar donde el pavimento haya sido retirado. El material para la capa de rodadura será roca clasificada triturada.

Es posible que las propiedades del material utilizado para el relleno de ripio de cantera sean mejores que los requerimientos mínimos para la capa de rodadura, en cuyo caso, el material de ripio de cantera podría ser usado en la capa de rodadura. Los requerimientos para la colocación de la capa de rodadura permanecen según se detallan en las siguientes Cláusulas.

Materiales

La capa de rodadura (cappinglayer) compactada tendrá un valor CBR de 15 % o más si se ensaya de conformidad con el BS 1377: Parte 4.

El material para la capa de rodadura será roca triturada que cumpla con la especificación que se indica en este documento.

Requerimientos de Clasificación

Medida de tamiz BS	% Pasadas
75 mm	100
37.5 mm	85 -100
10 mm	40-100
5 mm	25 - 85
600 micron	8 - 45
75 micron	0 - 10

La distribución del tamaño de la particular será determinada por el método de lavado y cribado del BS 812-103,1:1985.

Propiedades Físicas

Propiedad	Requerimientos	Estándar
Mínimos de Pruebas		
Gravedad especifica mínima del promedi	o de 2600	BS812
rocas, saturadas, superficie seca, kg/m3		
Gravedad específica mínima de 90 % de	2550	BS812
las rocas, saturadas, superficie seca, kg/i	m3	

El índice de plasticidad será probado en la parte del material que pasa la criba de BS 425 micrones. La prueba se llevará a cabo por cada BS 1377: Parte 2, el índice de plasticidad será inferior a 6.

Colocación de la Capa de Rodadura

La colocación de la capa de rodadura se realizará por medio de una pavimentadora. Dicha pavímentadora será provista con los medios adecuados para controlar el nivel de la capa colocada; además, deberá permitir colocar el material de rodadura sin segregación del material.

La capa de material de rodadura será colocada en una operación. Se deberá controlar el contenido de humedad, que al momento de la colocación debe ser hasta un 2% mayor que el contenido de humedad ideal según lo determine el tipo de material en particular la compactación de la capa de rodadura será realizada bajo los mismos requerimientos para la compactación de la parte superior del relleno mencionado anteriormente.

Se requiere un cuidado especial en la construcción de las juntas longitudinales entre las franjas de material colocadas. Antes de colocar la franja que será adjunta a una franja previamente instalada, el borde de la franja previamente instalada será revisado por posibles desviaciones en el nivel requerido, segregación y falta de compactación. Cualquier insuficiencia semejante será retirada y reemplazada con la colocación de la siguiente franja. Los mismos requerimientos se aplican a las juntas transversales en una franja.

Tolerancia

La tolerancia permitida al nivel compactado de la capa de rodadura oscila entre + 50 mm y - 50 mm del nivel proyectado.

En cualquier área en donde el material se encuentre fuera de éstas tolerancias luego de la compactación, se escarificará la parte superior de la capa de rodadura, se agregará o retirará material como corresponda, y, si fuese necesario, se humedecerá el área y se reafirmará.

Pruebas

Luego de culminar la operación de rodamiento y de la aceptación de los niveles de la capa de rodadura, se determinará el valor CBR de la capa compactada y las pruebas deberán realizarse en una plantilla y bajo los requerimientos especificados para las pruebas del subsuelo mencionado anteriormente.

E. Capa Sub-Base

Generalidades

La capa sub-base será construida con un espesor nominal de 200 mm.

Materiales

La sub-base compactada deberá tener un valor CBR de 20 % o más cuando se pruebe de conformidad con el BS 1377: Parte 4.

El material para la capa sub-base será roca triturada que cumpla con la especificación más adelante.

Requerimientos de Clasificación

Medida de tamiz BS	% Pasadas
75 mm	100
37.5 mm	85 -100
10 mm	40-100
5 mm	25 - 85
600 micron	8 - 45
75 micron	0-10

CAPITULO III: EXPEDIENTE TECNICO

La distribución del tamaño de la partícula será determinada por el método de lavado y cribado del BS 812-103.1:1985-

Propiedades Físicas

Propiedad Requerimientos Estándar

Mínimos de Pruebas

Gravedad especifica mínima del promedio de 2600 BS812

rocas, saturadas, superficie seca, kg/m3

Gravedad específica mínima de 90 % de 2550 BS812

las rocas, saturadas, superficie seca, kg/m3

ias rocas, saturadas, superficie seca, kg/ms

El material que pase la criba de BS 425 micrones será no plástico según se define en el BS 1377. Parte 2.

Colocación de la Capa Sub-Base

La colocación de la capa sub-base se realizará por medio de una pavimentadora que cumpla con los requerimientos según se indicaron para la colocación de la capa de rodadura mencionada anteriormente.

La compactación de a capa sub-base se realizará cumpliendo con los requerimientos que se especificaron para la compactación del tope del relleno mencionado anteriormente.

La revisión y reparación de las juntas longitudinales entre las franjas de material colocado serán realizadas de acuerdo con los requerimientos de la capa de rodadura mencionada anteriormente.

Tolerancia

La tolerancia permitida del nivel compactado de la capa sub-base oscila entre + 50 mm y - 50 mm del nivel proyectado, en cualquier área en donde el material se encontrara fuera de la tolerancia luego de la compactación, se escarificará la parte superior de la capa sub-base, se agregará o retirará material como corresponda, y, si fuese necesario, se humedecerá el área y se reafirmará.

CAPITULO III: EXPEDIENTE TECNICO

Pruebas

Luego de la culminación del afirmado y de la aceptación de los niveles de la

capa sub-base, se determinará el valor CBR de la capa compactada. Las

pruebas serán efectuadas en la plantilla y cumpliendo con los requerimientos

especificados para las pruebas del material de rodadura mencionado

anteriormente.

F. Capa C_{28/35}

Generalidades

La capa C_{28/35} (Concreto de F_c=350 kg/m³) se construirá con un espesor nominal

de 500 mm. Este espesor requiere que la ejecución de la obra se realice en dos

capas de 250 mm de espesor cada una.

Método Constructivo

Con respecto a la construcción de la capa C_{28/35}, el Contratista someterá su

Método Constructivo a la aprobación del Ingeniero. Dicho Método Constructivo

incluirá detalles completos de la mezcla propuesta, del método de mezcla,

transporte, colocación y compactación del material, del sistema de secado que

se empleará, de la preparación de los bordes en donde se unen las franjas y de

todo los otros temas pertinentes a la construcción de la capa C_{28/35} como control

del espesor de la capa, control de nivel y control de calidad.

El Método Constructivo incluirá detalles completos del tipo y cantidad de

maquinaria que se utilizará durante la producción, transporte, colocación y

compactación del material.

El Contratista mostrará al Ingeniero, como parte del proceso de aprobación del

Método Constructivo, los materiales, proporción de mezclas, maquinaria, equipo

v método de construcción que se proponen para el C_{28/35}, mediante una

construcción inicial en un área de prueba de por lo menos 400 m2. El área de

prueba será construida en 3 partes, cada una de 100 m2 como mínimo. Después

de haber colocado la primera parte, la segunda y tercera parte serán colocadas

luego de dos días como mínimo. La segunda y tercera parte se colocarán de tal

manera que incluyan lo siguiente:una unión longitudinal y una transversal entre

la parte colocada previamente y la nueva tira paralela. Antes de colocar la nueva

DISEÑO DEL PAVIMENTO Y EXPEDIENTE TECNICO DEL NUEVO PATIO DE ALMACENAMIENTO DE CONTENEDORES EN EL TERMINAL PORTUARIO DE SALAVERRY

CAPITULO III: EXPEDIENTE TECNICO

tira, se debe haber revisado el nivel, uniformidad, y compactación del borde de la tira colocada primero, y se deben haber recortado según sea necesario. El método de compactación de la nueva tira en donde empalma con la tira anterior debe haber sido detallado en el Método Constructivo y deberá ser aplicado en esta prueba. El método asegurará que el C_{28/35} tendido previamente no sufrirá daños durante el afirmado de la nueva tira paralela; una unión transversal entre el fin de una fila colocada previamente y el comienzo de la continuación de dicha fila. Antes de colocar la nueva CBM4, el final de la C_{28/35} anterior debe haber sido recortada al punto que quede provista de la densidad requerida y el nivel correcto. La prueba en esta junta será realizada según se describe en el Método Constructivo, con especial referencia adeterminar cuánto recortar la C_{28/35} anterior; el método de rodamiento para asegurar una compactación adecuada delnuevo C28/35 colocado sin dañar el C_{28/35}colocado anteriormente.

La colocación de la $C_{28/35}$ desde una junta transversal (por una segunda pavimentadora) comenzará una vez que la colocación de la $C_{28/35}$ (por otra pavimentadora en el carril paralelo descrito anteriormente) haya alcanzado casi totalmente la ubicación de la junta transversal (lo cual es la producción final del día); una junta longitudinal entre 2 nuevas capas adyacentes, cuando ambas pavimentadoras continúen colocando líneas paralelas, ésta junta tendrá lugar. El Método Constructivo habrá detallado el modo de asegurar que todo el rodamiento sobre la junta (esto además en parte sobre la última $C_{28/35}$ colocada) se culmine en 2 horas permitidas para el rodamiento luego de que la colocación de la $C_{28/35}$ en la primera línea esté lista.

Requerimientos para C_{28/35}

La $C_{28/35}$ será mezclada en una planta de procesamiento por lotes con total control de de las cantidades de material incorporado en la mezcla. La mezcla proyectada se realizará de tal manera que cuando se agregue el agua habrá 2 horas disponibles para la mezcla, transporte, colocación y compactación del material.

El material $C_{28/35}$ será colocado en una operación continua por una máquina pavimentadora. Dicha pavimentadora será provista con dispositivos apropiados

que controlen al nivel, y con un vibrador u otros medios para proveer la compactación inicial.

El contenido de humedad de la mezcla será determinada con la debida consideración de los requerimientos de resistencia, nivel de superficie, regularidad y acabado. Además, debe ser tal que luego de afirmar la compactación a por lo menos 95% del cubo, se alcance la densidad. Todo el rodamiento será completado en un período de 2 horas luego de agregar e! agua a la mezcla.

La mínima resistencia a la compresión en cubos de 150 mm a los 7 días será: no menor a un promedio de 15 N/mm2 por cada grupo de 5; no menor a 10 N/mm2 porcada cubo individual.

Materiales

C_{28/35} es una mezcla de agregado (roca triturada clasificada), cemento, agua y (si es necesario) aditivos. Por otro lado, el agregado mencionado puede reemplazarse por una mezcla de gravilla y áridos finos,

Clasificación de Agregados

El agregado deberá cumplir con cualquiera de las dos clasificaciones siguientes:

Tamiz BS	Porcentaje	Pasadas
	40 mm nominal	20 mm nominal
50 mm	100	
37.5mm	95-100	100
20 mm	45-80	95-100
5 mm	25-50	35- 55
600 micron	8-30	10-35
150 micrón	0-8	0-8
75 micrón	0-5	0-5

La distribución de tamaño de las partículas será determinada por el método de lavado y cribado del BS EN 933-1.

Por otro lado, el agregado para C_{28/35}podría ser:

CAPITULO III: EXPEDIENTE TECNICO

Gravilla en dos clasificaciones dentro de los limites de 5 - 15 mm y 15 -25 mm;

yáridos finos dentro de los limites de O - 6 mm.

Propiedades Físicas de los Agregados

Los agregados para el C_{28/35} deberán cumplir con los requerimientos de BS EN

12620, la pérdida máxima de peso en el Test de Los Ángeles no deberá exceder

el 40 %.

Transporte de C_{28/35}

El método de transporte del C_{28/35} desde la planta de procesamiento por lotes

hasta el emplazamiento, será detallado en el Método Constructivo. El transporte

por medio de volquetes solo será permitido si ello no tiene efectos adversos en la

mezcla y, si al descargar el volquete la mezcla no fluye libremente desde el

volquete a las pavimentadoras.

Colocación y Compactación

Dos o más pavimentadoras participarán en la operación de pavimentación. Antes

de colocar el material C_{28/35} en el emplazamiento, un sistema controlador de

altura será instalado a lo largo de la alineación. Las pavimentadoras nivelarán e

C_{28/35}a una profundidad controlada y uniforme.

La capacidad de la máquina mezcladora y la cantidad de camiones que se

emplearán harán que la operación de pavimentación se desarrolle de manera

continua.

Cada capa será esparcida de tal manera que luego de la compactación el

espesor total sea el indicado.

Se podría o no utilizar moldes verticales para la construcción de los bordes de

cada franja individual de pavimento. Si estos no se utilizan, el borde de la franja

colocada previamente será recortado de manera que todos los puntos donde el

control de nivel o la compactación fueran insuficientes serán removidos antes

que la franja adjunta sea colocada. Iqualmente, si los moldes verticales son

utilizados, el nivel o la compactación serán revisados. Si el nivel o la

compactación demostrarán ser insuficientes, el borde será recortado hasta

obtener los correctos, y si estuvieran dentro de los requerimientos de la

especificación no se requerirá ninguna preparación adicional del borde.

La compactación inicial del material $C_{28/35}$ se realizará mediante el vibrador en la máquina pavimenta dora. Ello deberá ser inmediatamente seguido por la compactación mediante un rodillo vibrante cuyo peso y capacidad sea suficiente para producir la compactación requerida. Se dará especial cuidado para obtener una compactación completa en las uniones longitudinales y transversales.

Uniones entre las capas superiores e inferior de $C_{28/35}$ serán alternadas por lo menos 5 m para permitir el control de nivel de la pavimentadora. Las juntas longitudinales serán alternadas por lo menos a 0.5 m.

Secado

Inmediatamente después de que el exceso de agua superficial se evaporice, se realizará el secado. Ello se hará de la siguiente manera:

Revestimiento impermeable con uniones sobrepuestas en por lo menos 300 mm tendidos para evitar el exceso de humedad; recubrimiento bituminoso, solo aplicable a la capa superior, recubrimiento con un componente aprobado para el secado; recubrimiento con una película plástica adecuado y aprobado, que será retirada antes de construir encima.

El secado con arpillera húmeda (WetHessiancuring) no será aceptado en ninguna de las áreas grandes.

En este Método Constructivo, el Contratista deberá indicar claramente el sistema de secado que procura usar proporcionando los detalles completos del sistema, de los materiales requeridos, del tiempo entre la terminación del afirmado y la aplicación del secado, así como todos los demás datos pertinentes.

G.Barras de Amarre

En las juntas que muestre el proyecto y/o en los sitios que indique el Supervisor del proyecto se colocarán barras de amarre, con el propósito de evitar el corrimiento o desplazamiento de las franjas de losas. Las barras serán corrugadas, de acero estructural con un límite de fluencia (Fy) de cuatro mil doscientos (4200) kilogramos por centímetro cuadrado, debiendo quedar ahogadas en las losas a la mitad del espesor y en la posición indicada en el proyecto. Todas las barras corrugadas deberán protegerse contra la corrosión si es que los estudios climatológicos y químicos del lugar demuestran que puede presentarse este fenómeno. Las barras de amarre se colocan en las juntas

CAPITULO III: EXPEDIENTE TECNICO

longitudinales, independientemente de si son juntas frías o de corte, el diámetro, longitud y separación serán los mostrados en el proyecto.

Pasajuntas.- En el caso de que el proyecto considere la colocación de barras pasajuntas en las juntas de contracción transversales, estás se colocarán perfectamente alineadas al sentido longitudinal del pavimento y a la mitad del espesor del mismo. La función de estas barras es la de garantizar una efectiva transferencia de fuerzas cortantes en losas adyacentes, permitiendo el libre movimiento de las franjas de losas en el sentido longitudinal. Las barras serán lisas, de acero estructural con un límite de fluencia (Fy) de cuatro mil doscientos (4200) kilogramos por centímetro cuadrado, debiendo estar engrasadas en toda su longitud para evitar que se adhieran al concreto. Las barras pasajuntas se colocan en las juntas transversales de contracción cuando así están especificadas y consideradas en el diseño, sin embargo deberán colocarse en todas las juntas transversales de construcción para garantizar la transferencia de cargas entre colados de días distintos.

Vibrado y Perfilado

Una vez colocado el concreto se deberá acomodar en las orillas cercanas a la cimbra utilizando un vibrador manual, posteriormente se pasa la regla o el rodillo vibratorio que le dan el vibrado final a la masa del concreto, si en el proyecto se especificaron barras de amarre estas deberán colocarse inmediatamente antes de que pase la regla ó el rodillo, en los lugares especificados en proyecto, con ayuda de un escantillón para colocarlas exactamente a la mitad del espesor. Después de pasado el rodillo deberá utilizarse una flotadora de aluminio o magnesio en sentido transversal para dar el perfilado definitivo al pavimento.

H. Formación de Juntas

El concreto durante su etapa de fraguado se contrae y por estar apoyado en toda sobre una superficie fija, se generan esfuerzos de tensión que a su vez producen agrietamientos. La función de realizar juntas de contracción cortadas con disco es paraindicarle al concreto la ruta que deben de seguir sus agrietamientos por contracción y evitar que las grietas se propaguen en cualquier dirección. Las juntas de contracción se realizan con equipo de corte con discos de diamante cuando el concreto tiene un cierto grado de endurecimiento y las

CAPITULO III: EXPEDIENTE TECNICO

contracciones son inferiores a aquellas que causan el agrietamiento (4 a 6 hrs. aproximadamente). Después del curado de las losas se procederá al corte de las juntas transversales y longitudinales con discos con punta de diamante. Este corte deberá realizarse cuando el concreto presente características de endurecimiento propicias para su ejecución y antes de que se produzcan agrietamientos no controlados.

Las juntas de contracción se realizan con equipo de corte con discos de diamante cuando el concreto tiene un cierto grado de endurecimiento y las contracciones son inferiores a aquellas que causan el agrietamiento (4 a 6 hrs. aproximadamente). Las cortadoras utilizadas en este tipo de proyectos deberán ser autopropulsadas y con una potencia que esté entre los 20 HP y los 40 HP. Las juntas deberán ajustarse a las dimensiones y características mostradas en el proyecto. Los cortes deben realizarse a una profundidad de un tercio del espesor. No debe cortarse toda la profundidad de la losa ó todo su espesor. Cortar la parte superior le permite que en la parte inferior se genere una grieta que le permite transmitir fuerzas cortantes por la trabazón que existe entre los agregados del concreto entre una losa y otra.

Deberá realizarse un primer corte para garantizar la inducción adecuada de las grietas de contracción, con un ancho de 3 mm (1/8 de pulgada) utilizando un solo disco de corte y cortando a una profundidad de un tercio del espesor. Posteriormente se deberá hacer el ensanche de las juntas a 6 mm (1/4 de pulgada) utilizando para esto dos discos decorte empalmados y la profundidad de este corte será menor de un tercio del espesor y estará regida por el factor de forma que se le vaya a dar al sellador de las juntas.

Limpieza v Sello de Juntas

La limpieza de juntas se hará con agua a presión y apoyados con una rastra para dejar perfectamente limpia de material la totalidad de la junta, posteriormente se realizará el secado de la junta con aire a presión, una vez seca la junta y perfectamente libre de polvo en sus paredes, se procederá a colocar una cintilla de respaldo (BackerRod) cuya función principal es la de minimizar la utilización del sellador e inmediatamente después se coloca el sellador dentro de la junta respetando las indicaciones del fabricante en cuanto a su factor de forma y modo de aplicación. Es importante que el sellador sea un

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CAPITULO III: EXPEDIENTE TECNICO

material autonivelante de un solo componente, elástico, resistente a los efectos de combustibles y aceites automotrices, con propiedades adherentes al concreto y que permita las dilataciones y contracciones que se presenten en las losas, sin agrietarse, debiéndose emplear productos que cumplan con lo anteriormente expuesto, los cuales deberán solidificarse a temperatura ambiente.

Es necesario que la superficie del sellador se aloje por debajo de la superficie de rodamiento entre 3 mm y 6 mm con el fin de evitar que entre en contacto con los neumáticos de los vehículos y se pueda deteriorar. La función del sellador es la de evitar que partículas incompresibles (piedras) penetren en la junta y puedan generar despostilladuras en los bordes de las losas debido al movimiento de las mismas. Otra función es la de impedir que el agua de la superficie pueda penetrar a la estructura de soporte y evitar problemas de expulsión de finos, pérdida de soporte y reducción de resistencia del material de sub-base.

3.3 COSTOS Y PRESUPUESTOS

En la siguiente hoja se muestra el presupuesto total:

PRESUPUESTO DE OBRA

Obra

: PAVIMENTACION DEL NUEVO PATIO DE ALMACENAMIENTO DE CONTENEDORES

Fórmula

: PAVIMENTACION

Cliente

: TERMINAL PORTUARIO DE SALAVERRY

Departamento : LA LIBERTAD

Ítem	Descripción	Und	Metrado	PRECIOS	TOTAL
		60			
01.00	OBRAS PROVISIONALES				
01.01	Caseta provisional para guardiania y almacen	und	1.00	30,000.00	30,000.00
01.02	Baño químico para personal de obra	und	5.00	6,000.00	30,000.00
01.03	Cartel de obra	glb	1.00	45,000.00	45,000.00
01.04	Agua para la construcción	mes	12.00	2,000.00	24,000.00
01.05	Suministro y puesta en marcha de energía	mes	12.00	2,000.00	24,000.00
02.00	OBRAS PRELIMINARES				
02.01	Movilización y desmovilización de equipos	glb	1.00	40,000.00	40,000.00
02.02	Trazo y replanteo	m2	57,240.00	3.00	171,720.00
03.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
03.01	Excavación en explanaciones	m3	45,792.00	8.00	366,336.00
03.02	Eliminación de materiales excedentes a 15 kms	m3	223,236.00	15.00	3,348,540.00
04.00					
04.01	PAVIMENTO	m3			
04.01	Material Granular	m3	17,172.00	82.97	1,424,760.84
04.02	Sub Base	m3	8,586.00	67.26	577,494.36
04.03	Base Juntas de contracción	m3	24,132.38 24,020.40	483.54 25.00	11,668,972.96 600,510.00
Costo Dii	recto				18,351,334.16
Gastos G					1,835,133.42
Utilidad					1,835,133.42
Sub Tota	l				22,021,600.99
IGV					4,184,104.19
TOTAL P	RESUPUESTO SI.				26,205,705.18

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Construcción del Nuevo Patio de Almacenamiento de Contenedores

1.1	1.1 MATERIAL GRANULAR (CBM 3%)									
Rendimiento	m3/dia					Und	Metrado			
MO.	240.0000	EQ.	240.0000	Costo unitario directo por :	67.26	m3	1.00			
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcia U\$			
	Mano de Obra									
CAPATAZ			hh	0.1000	0.0033	18.38	0.06			
OFICIAL			hh	1.0000	0.0330	12.40	0.41			
PEON			hh	4.0000	0.1333	11.21	1.49			
							1.96			
	Materiales									
AFIRMADO PARA BASE			m3	-	1	50.00	50.00			
							50.00			
	Equipos									
HERRAMIENTAS MANUALES			% MO		3.00%	1.96	0.06			
CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122HP 2000			hm	1.0000	0.0333	155.00	5.16			
RODILLO LISO VIBRAUTOP 101-135HP 10-12T			hm	1.0000	0.0333	145.43	4.84			
MOTONIVELADORA DE 125 HP			hm	1.0000	0.0333	157.27	5.24			
							15.30			

1.2		SUB E	BASE (CBM 39)			
Rendimiento	m3/dia					Und	Metrado
MO.	240.0000	EQ.	240.0000	Costo unitario directo por :	67.26	m3	1.00
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
	Mano de Obra						
CAPATAZ			hh	0.1000	0.0033	18.38	0.06
OFICIAL			hh	1.0000	0.0330	12.40	0.41
PEON			hh	4.0000	0.1333	11.21	1.49
							1.96
	Materiales						
AFIRMADO PARA BASE			m3		1	50.00	50.00
							50.00
	Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES			% MO		3.00%	1.96	0.06
CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122HP 2000			hm	1.0000	0.0333	155.00	5.16
RODILLO LISO VIBRAUTOP 101-135HP 10-12T			hm	1.0000	0.0333	145.43	4.84
MOTONIVELADORA DE 125 HP			hm	1.0000	0.0333	157.27	5.24
							15.30

1.3	ВА	SE (CBM 20%)				
Rendimiento n	n3/día				Und	Metrado
MO. 2	240.0000	EQ. 240.0000	Costo unitario directo por :	68.35	m3	1.00
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
	Mano de Obra					
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0033	18.38	0.06
OFICIAL		hh	1.0000	0.0330	12.40	0.41
PEON		hh	4.0000	0.1333	11.21	1.49
						1.96
	Materiales					
AFIRMADO PARA BASE		m3		1	45.00	50.00
CEMENTO PORTLAND TIPO 1 (42.5 Kg)		BOL		0.44	14.20	6.25
						51.25
	Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES		% MO		3.00%	1.96	0.06
CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122HP 2000		hm	1.0000	0.0333	150.00	5.16
RODILLO LISO VIBRAUTOP 101- 135HP 10-12T		hm	1.0000	0.0333	145.43	4.84
MOTONIVELADORA DE 125 HP		hm	1.0000	0.0333	157.27	5.24
						15.14

1.4	MATER	IAL GRANUL	LAR (CBM 20%)			
Rendimiento m3/dia MO. 240.0000	0 EQ.	240.0000	Costo unitario directo por :	82.97	Und m3	Metrado 1.00
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano Obra						
CAPATAZ	_	hh	0.1000	0.0033	18.38	0.06
OFICIAL		hh	1.0000	0.0330	12.40	0.41
PEON		hh	4.0000	0.1333	11.21	1.49
						1.96
Materia	ales					
AFIRMADO PARA BASE		m3		1	50.00	50.00
CEMENTO PORTLAND TIPO 1 (42.5 Kg)		BOL		1.106	14.20	15.71
						65.71
Equip	os					
HERRAMIENTAS MANUALES		% MO		3.00%	1.96	0.06
CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122HP 2000		hm	1.0000	0.0333	155.00	5.16
RODILLO LISO VIBRAUTOP 101- 135HP 10-12T		hm	1.0000	0.0333	145.43	4.84
MOTONIVELADORA DE 125 HP		hm	1.0000	0.0333	157.27	5.24
						15.30

3.1		CONCRET	O F'c=350 kg/cm2	F'c=350 kg/cm2							
Rendimiento	m3/dia					Und	Metrado				
MO.	10.0000	EQ.	10.0000	Costounitariodirectopor	483.54	m3	1.00				
DescripciónRecu	" 50		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$				
	Mano de Obra										
CAPATAZ			hh	0.5000	0.4000	18.38	7.35				
OPERARIO			hh	2.0000	1.6000	14.14	22.62				
OFICIAL			hh	2.0000	1.6000	12.40	19.84				
PEON			hh	3.0000	2.4000	11.21	26.90				
							76.72				
	Materiales										
ENCOFRADO CAR	RAVISTA		m2		1	20.00	20.00				
CONCRETO PREI	MEZCLADO F'c=350	kg/cm2	m3		1.02	333.90	340.58				
ADITIVO PARA CO	ONCRETO CURADO	R	GLB		1	20.00	20.00				
							380.58				
	Equipos										
HERRAMIENTAS	MANUALES		% MO		5.00%	76.72	3.84				
VIBRADOR DE 3/4	1" - 2"		hm	1.0000	0.8	8.00	6.40				
CONCRETO				,.0000							
BOMBA DE CONO	REIO		m3		0.4	40.00	16.00 26.24				

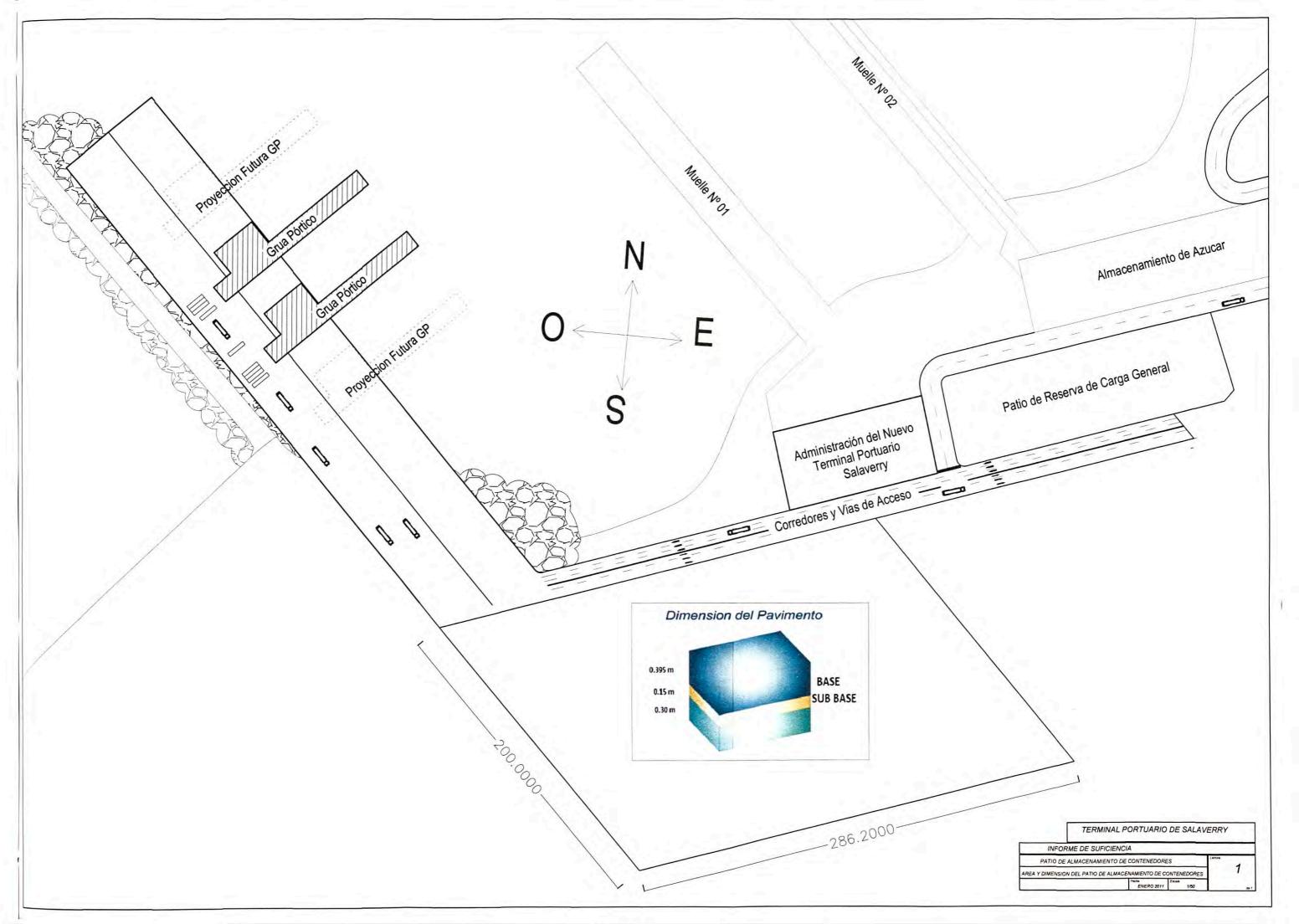
3.4 PROGRAMACION DE OBRA

A continuación se muestra la programación de obra de la construcción del nuevo Patio de almacenamiento de Contenedores en el terminal Portuario de Salaverry

Proyecto: CONSTRUCION DEL PAVIMENTO Fecha: 01-03-2011 DISEÑO DEL PAVIMENTO Y EXPEDIENTE TECNICO DEL NUEN Karty Judith García Guivin	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL 3.4 PROGRAMACION Id
Progreso Hito PATIO DE ALMACENAMIENTO DE CONTENEDORES EN EL TERMINAL PORTUARIO DE SALAVERRY	Duración Comienzo Fin Belon 12 Nation DE Visita días Jue 01/03/12 Jue 28/02/13 DE MINISTRUCCIÓN 312 días Jue 01/03/12 Jue 01/03/12 ↓ e 05/04/12 28/0 días Jue 01/03/12 ← 05/04/12 ↓ e 05/0
Resumen Tarea resumida CERCERCECCO Hilo resumido 💠	OL
Progreso resumido ———— División , Tareas exte	
ternas Resumen del proyecto Agrupar por sintesis	
Fecha limite	102 sep: 12 102 sep: 12 20 sep: 13 107 cel: 12 14 cel: 12 12 14 cel:
	27. (2) 12 (2) (2) (2) (2) (2) (2) (2) (2) (2) (2
	16 dc 12
	EXPEDIENTE TECN 17 feb '13

3.5 PLANOS

A continuación se muestran los planos del Patio de Almacenamiento de contenedores



CONCLUSIONES

- Las cargas estáticas aplicadas por los equipos al pavimento se incrementan debido al factor dinámico: por frenado, viraje y aceleración, así como las cargas aplicadas por el apilamiento de contenedores se aplica un factor de reducción de carga debido a que los contenedores no están completamente llenos.
- La carga máscrítica de diseño para las cargas dinámicas es la aplicada por el equiporichstacker, que es 904.3 KN y 1642508 pasadas
- La carga más crítica de diseño para las cargas estáticas es la aplicada por los apilamientos de contenedores llenos, que es 1344 KN
- 4. Comparando las cargas de los equipos y la carga aplicada por los contenedores, la carga critica de diseño es la aplicada por el apilamiento de los contenedores la cual es 1344 KN con esta carga se dimensiono el espesor de base que es de 67.5 cm del ábaco de C_{8/10} y para el C_{28/350} es de 39.5cm.
- 5. Se diseño las juntas de contracción, no se considero las juntas de dilatación debido a la proximidad de las otras juntas.
- La longitud y el ancho del patio de almacenamiento de contenedores son 286.2 m y 200 m respectivamente del cual se obtiene un área 57240 m².
- 7. El costo total es de S/. 26,205,705.18 nuevos soles, S/.457.82 nuevos soles por m2
- 8. El plazo de ejecución es de 12 meses calendarios
- Debido al espesor del pavimento se recomienda reforzar con varillas de acero de 3/8" cada 0.25 m en doble sentido.

RECOMENDACIONES

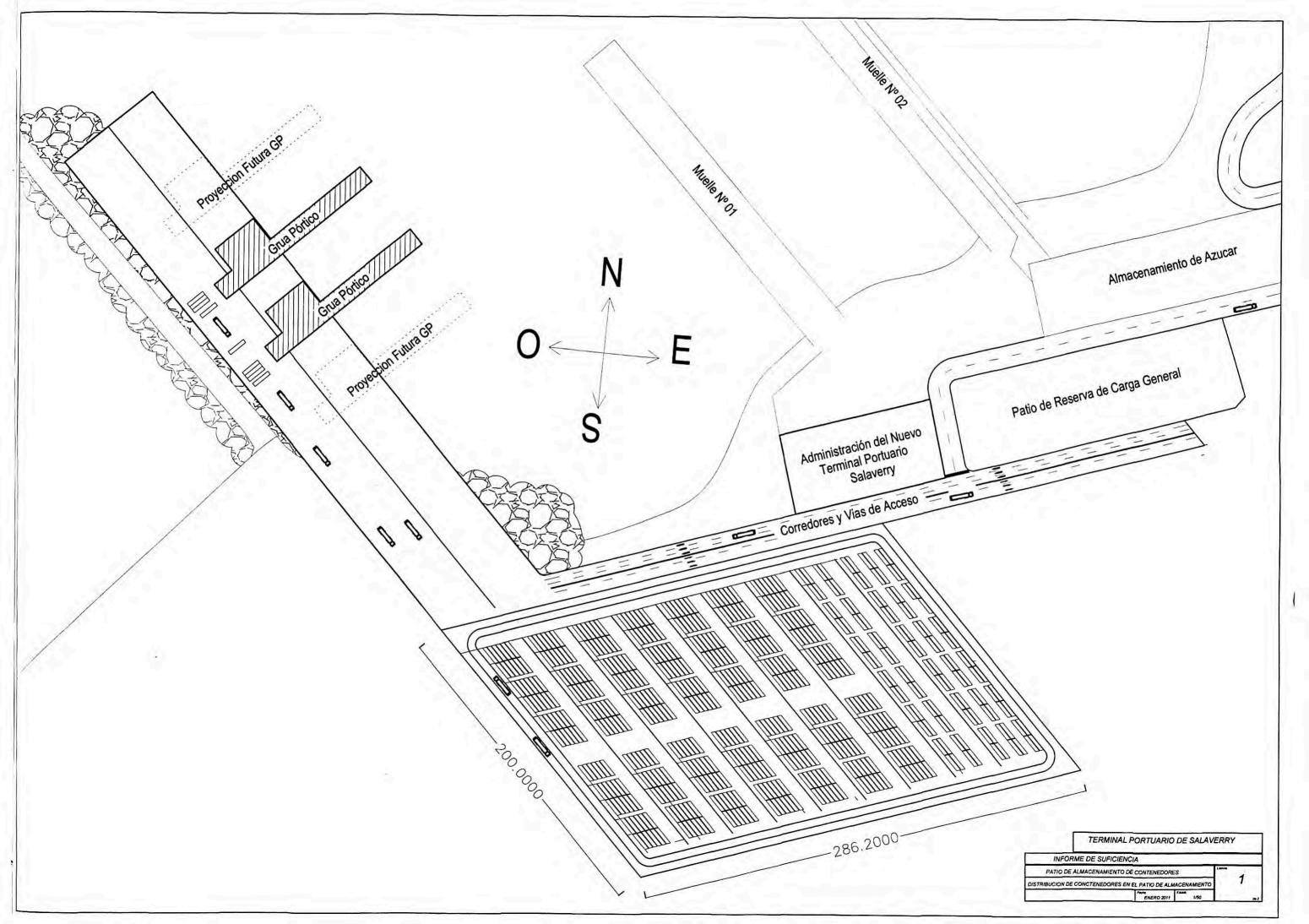
RECOMENDACIONES

- 1. Se recomienda tener en cuenta la importancia de reconocer la condición del suelo, el tipo y volumen de tránsito y las condiciones climáticas en el área para optimizar el diseño.
- Se recomienda colocar una capa de refuerzo sobre la superficie del suelo arenoso, se plantea un suelo cemento para mejorar las características del suelo, también se podrá reforzar con base negra que es un refuerzo con asfalto.
- 3. Se recomienda verificar siempre las cargas de los equipos y la de los apilamientos de los contenedores ya que se diseña con la carga critica.
- Se recomienda apilar los contenedores de acuerdo a los equipos a usarse, para un mejor diseño del pavimento.

BIBLIOGRAFÍA

- American Concrete PavementAssociation. "Pavimentos de Concreto: Diseño y Construcción, Juntas, Sobre carpetas, Apertura rápida al tráfico". IMCYC: American Concrete PavementAssociation, México, 1995.
- Canny Romero, Manuel. "Concreto reforzado con fibras metálicas. Aplicación en losas de pavimentos rígidos". Lima, 2003.
- IDIEM, Dirección de Obras Portuarias, Dirección de Obras Públicas. "Manual de Diseño de Pavimentos para Puertos Chilenos". IDIEM, Chile, Septiembre, 1999.
- Instituto para el Desarrollo de los Pavimentos en el Perú. "La Nueva Guíapara el Diseño Empírico - Mecanísticode Pavimentos: Aspectos Básicos". IDPP, Lima, 2005.
- Laguros Joakim G., Miller Gerald A., National Research Council, Transportation Research Board. "Stabilization of existing Subgrades to improve Constructibility during interstate Pavement Recontruction". National Academy Press, Washington, D.C., 1997.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Diseño geométrico de Carreteras (DG-2001).
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. "Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010, pavimentos urbanos". Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, SENCICO, Perú, Lima, 2010.
- MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones. "Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito". MTC, Perú, Abril, 2008.
- National Research Council. Transportation Research Board. "Maintenance of highway pavements and structures". National Academy Press, Washington, D.C., 1997.
- Salazar Rodríguez, Aurelio. "Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos". IMCYC, México, 1998.
- The structural design of heavy duty paviments for ports and other industries edition 4

ANEXO 1 - PLANOS DE DIMENSIONAMIENTO DE PATIO - PLANO DE DISTRIBUCION DE CONTENEDORES





ANEXO 2 HOJA TECNICA DE EQUIPOS KALMAR - FORKLIFT STACKERS - YARD TRACTOR – TRAILER - REACHSTACKER





Ottawa 6x4 DOT/EPA Certified Standard Specifications

6 X 4 YARD TRACTOR

STANDARD FEATURES

- Cummins ISB-07 200 HP @ 2300 RPM
 520 lb/ft torque @1600 RPM
 certified turbo diesel with primary fuel filter
- Allison 3000RDS Transmission (4 speed)
- Front Axle: Meritor FF-961, 12,000 lb
- Rear Axle: Meritor RT-40-145 7.17:1
 Ridewell dynalastic Suspension, 48,000 lb.
- 146" Wheelbase with "L" reinforcement
- Fifth wheel: Holland FW-3500, 70,000 lb plate rating
- Fifth wheel lift cylinders: 5" diameter, 60,000
 lb rating
- Tires 11R22.5 Steel belted radials 14PR
- Wheels 22.5" X 8.25" 285 mm hub piloted,
 10 hole steel disc
- Vertical exhaust system with heat shield
- Air cleaner, frontal inlet
- Back-up light, stop and turn signals
- Mud-flaps rear spring loaded
- Battery box with step 16" width
- Cab side vent (siveted)
- Drive shaft Spicer 1710 series
- Approximate Vehicle Weight 18,000 lbs.
- GCWR 80.000 Lbs

TRAILER EQUIPMENT

Two (2) color coded, coiled air lines with glad hand receivers, 7 wire female receptacle at rear of cab, 7 wire coiled trailer light cable

STEERING

- Gearbox type integral power steering with mechanical back up
- Constant running PTO/pump with priority steering circuit

CAB FEATURES

- Cab air ride, 3-point mount suspension
- Cab with raised roof: 50" X 65" X 68" welded steel and driver's side door which has a full length piano hinge and an aluminum sliding rear door
- Cab insulation, for thermal protection and noise abatement
- Cab tilt: Electric 45° with 90° tilt capability
- Platform, rear of cab
- Air Ride Seat with isolator
- Seat belt with 2-point mount
- Tinted glass all windows
- 40,000 BTU fresh air heater/defroster
- West coast 16" X 7" mirrors
- See through sun visor
- ICC light package

Cab gauges:

Volt meter, oil pressure, water temperature, fuel level, air pressure, speedometer and 5-digit hour-meter

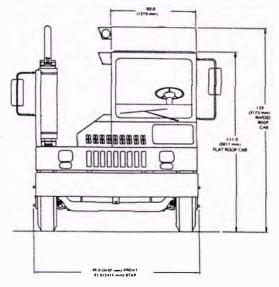
Cab controls:

Accelerator, tractor/trailer brakes, gear selector, fifth wheel elevation, steering wheel 18" soft touch, dash light controls, turn signals, electric horn, heater defroster, electric windshield washer, electric windshield wiper control, door locks, headlights, side and front clearance lights, inter axle lock, rear flood light upper right side, 5th wheel unlatch

WARNING DEVICES

- Low air pressure light and alarm
- Transmission oil high temperature warning
- Headlight hi-beam indicator
- Electric backup alarm
- Engine temperature/oil pressure
- Engine protection warning system

ttawa 6x4 DOT/EPA Certified



		воом	POSITION
WB	DIM	UP	DOWN
146" (3708.4 mm)	TS	113 (2874 mm)	118 (2989 mm)
	ĸ	6.0 (153 mm)	1.5 (38 mm)
	н	66 (1664 mm)	48.0 (1211 mm)
	OAL	(62)	244 07 mm)

HYDRAULIC SYSTEM

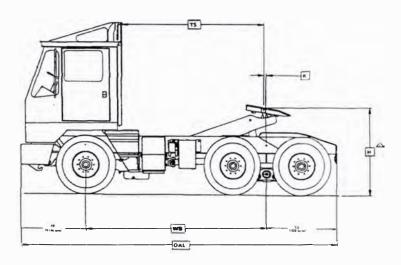
- 16 gallon tank with sight glass
- 10 GPM pump
- 5" hydraulic lift cylinders
- Hydraulic system fittings with "O" Ring
- Boom lift 17"

BRAKES

- Split Brake system
- FMVSS 121 Brake system with ABS
- Front: "S" Cam type 16.5" x 5" air actuated
- Rear: "S" Cam type 16.5" x 7" air actuated
- Automatic slack adjusters front and rear

FRAME FEATURES

- Welded 80,000 psi steel with 12" x 3 3/8"
 X 3/8" formed channel 43.25" wide frame with "L" frame reinforcement (3,878,000 in/lb RBM)
- 55° tapered deck curbside with reinforced removable bumper
- 50-gallon frame mounted round fuel tank, curbside
- Integral front and rear tow eyes



PNEUMATIC SYSTEM

- 15.2 CFM Wabco compressor with 3 tank air reservoir system total capacity 5688 cu. in
- Color-coded air lines

ELECTRICAL SYSTEM.

12 Volt neg ground with circuit-breakers, 130-amp minimum charge alternator, color coded wiring in separate removable harness, 12-volt starter with positive engagement, two (2) 12-volt low maintenance batteries, cab dome-light.

PAINT FINISH

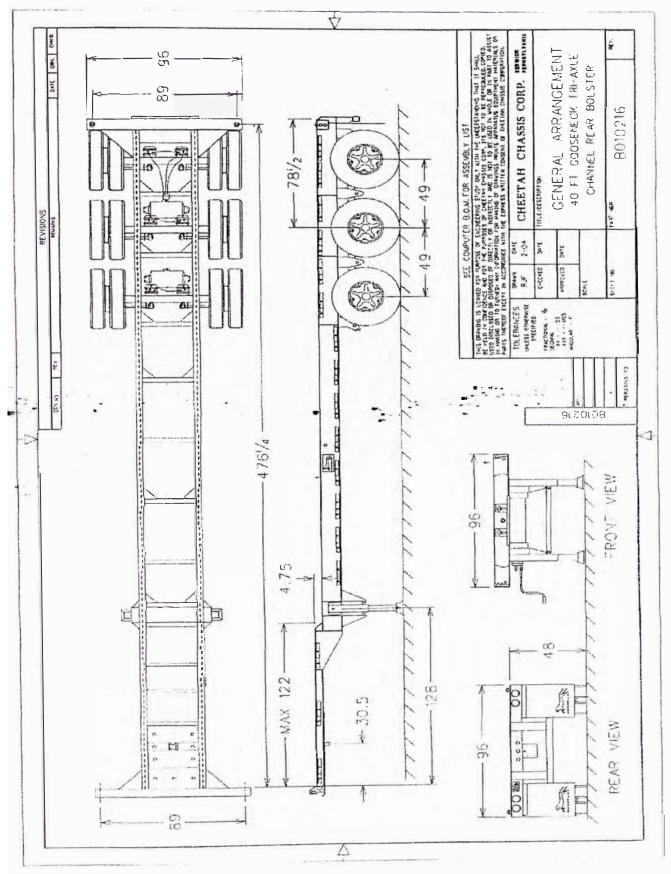
- Cab: white DuPont Imron 5000
- Chassis and components powder coated primer, top coated with polyurethane, paint black
- Wheels: Paint "E" coat white
- Rubberized undercoating under cab and deck



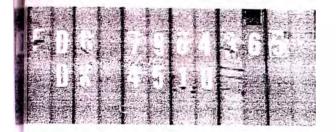
Cheetah Chassis Corporation 40 ft. Tri-Axle Gooseneck Chassis Standard Specifications

Specification No. Standard

Revised: 7-19-06



Customer Approval Initials: _



Capacity and dimensions

Maximum lifting capacity in confined spaces.

The chassis and lifting equipment have been newly developed to ensure the best possible performance, strength and user-friendliness. The nature of the working environment and capacity requirements at different load centres determine which model is the most suitable.

Lifting boom

The lifting boom carries the load. The design has been optimised using computer simulations and extensive field tests. The powerful execution in high-tensile steel has a minimal number of welds for maximum strength. The boom's fixture in the frame and the lifting cylinders are fitted

with spherical plane thrust bearings. The width of the rear fixture (boom suspension) increases the overall rigidity and the good rearward visibility.

The boom has two sections, the inner and outer boom. The sliding plates between the inner and outer boom require no lubrication. The cable-chain which leads hydraulic hoses and cabling to the attachment is made of maintenance-free plastic.

Lifting boom hydraulics

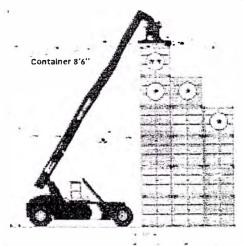
Oil is fed to the boom functions by load sensing pumps. To reduce pressure drops, wide hydraulic hoses have been used for the boom functions. A wider hose produces a lower flow rate with the same volume, thereby reducing friction and heat development.

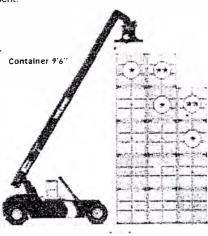
The blocking valves on the lifting and extension cylinders block the oil flow when the boom functions are not in use, which secures the boom position. The base of the lifting cylinders has a new design that produces smooth stopping and starting movements.

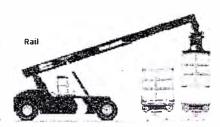
The boom's lifting and extension function is damped in the end positions for reduced wear and greater comfort.

Rotator

The rotator is fixed in the inner boom and enables the container to be retaited. The rotator consists of an upper and a lower yoke joined with a powerful bearing. Rotation is enabled by two hydraulic motors, which drive a gear-ring. Two hydraulic dampers help prevent the container from swinging lengthwise.

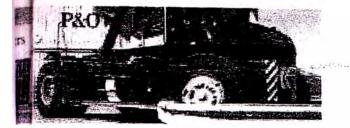






Capacity (tonnes)

		Container 8'6"			Container 9'6"		Rail	Lifting height to	plift attachment
Model	1:st row	2:nd row	3:rd row	1:st row	2:nd row	3:rd row	2:nd row	H4 (mm)	H5 (mm)
DRF420-60\$5	41*/42	25*	11*	40*/42	25*	11*	16	15100	18100
DRF450-60S5	43*/45	27*	13*	42*/45	27*	13*	18	15100	18100
DRF450-60S5X	43*/45	35*	18*	42*/45	35*	18*	24	15200	18200
DRF420-65S5	41°/42	28*	13*	40*/42	28*	13*	18	15100	13100
DRF420-65S6	39**/41*/42	28.	13*	40-/42	28**	13**	18	16200	19250
DRF450-6555	43*/45	30,	15*	42*/45	30-	15*	20	15100	18100
DRF450-65S6	1 42**/44*/45	30•	15*	43*/45	30**	15**	20	16200	19250
DRF450-65S5X	45*	36*/38	21*	43*/45	37*/38	21*	27	15200	18200
DRF450-6556X	42**/45*	35*/38	21*	43-/45	34**/36*/38	21**	27	16300	19350
DRF420-70S5	41*/42	30*	15*	40*/42	30*	15*	20	15100	18100
DRF450-70S5X	45*	39*/41	23*	45*	40*/41	23*	29	15100	18200
DRF450-70S5XS	45*	39*/41	23*/(31*)	45*	40*/41	23*/(31*)	29/(35)	15100	18200
DRF450-75S5XS	45*	43*/45	25°/(34°)	45	45*	25*/(34*)	32/(41)	15200	18400
DRD450-8054X	45*	45	35	45	45*	35	44	13500	17000
DRD450-80S4XS	45*	45	35/(45)	45	45*	35/(45)	44/(45)	13500	17000
DRD450-80S5XS				Inform	ation available on	request			



Attachment

The primary function of the attachment is to firmly attach the container during lifting. This is done with four twistlocks which rotate, thereby securely gripping the container's corner fittings.

The mechanical levelling ensures that the twistlocks reach the corners, even if the container is leaning.

The attachment can easily be adapted to different container standards. A hydraulic motor drives the function via chains. The container can also be moved sideways to facilitate loading and unloading, or to compensate for unbalanced loads. Two hydraulic cylinders perform the side-shift movement.

Attachment and rotator hydraulics

The functions are fed with a constant pressure, which means there is no pumping of hydraulic oil when the functions are not in use. One valve serves all the hydraulic functions in the attachment. The valve ensures that each hydraulic function is fed the exact amount of oil needed to optimise the speed of the functions' movements. The attachment functions are damped in the end positions.

Chassis

The frame forms the basis of the machine's lifting and manoeuvring characteristics. The frame's beam construction, along with its width, makes the reachstacker stable, torsion resistant and seace-friendly.

Firstly, a large number of computer simulations have been run in order to eliminate critical tensions under various kinds of strain. The simulations were characterised by uncompromising demands on the fundamental principles of stability, manoeuvrability and visibility. Secondly, the machine has then undergone extensive field-testing to fully ensure its dynamic strength.

The reachstacker is available with a variety of wheelbases to fulfil demands on lifting capacity in relation to manoeuvrability and operating economy in the best way.

Increased capacity

In some cases, high capacity requirements in the second and third rows of containers, or on the far rail track, call for the benefit of support legs. In other cases, it may be the restricted handling space that determines the most suitable model









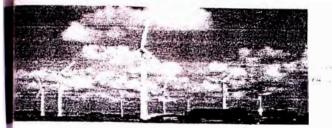




Ond parties

Dimensions

	Aisle wie	dth (mm)	Turning ra	dius (mm)			Main dime	sions (mm)			Service
Model	A1 - 20 ft	A2 - 40 ft	R1 - 20 ft	R3 - 40 ft	В	v	L	нз	Clearance	Wheels	weight (kg)
DRF420-60S5	11200	13600	8100	9400	4150	6055-12185	11200	4500	250	18.00x25/36	64500
DRF450-60S5	11200	13600	8100	9400	4150	6055-12185	11200	4500	250	18.00x25/40	66400
DRF450-60S5X	11200	13600	8100	9400	4150	5055-12185	11200	4600	300	18.00x33/36	76500
DRF420-65S5	11600	13600	8500	9400	4150	5055-12185	11700	4500	250	18.00x25/36	65000
DRF420-65S6	11700	13900	8500	9450	4150	6055-12185	12000	4500	250	18.00x25/35	66200
DRF450-65S5	11600	13600	8500	9400	4150	6055-12185	11700	4500	250	18.00×25/40	66800
DRF450-65S6	11900	13900	8500	9450	4150	6055-12185	12000	4500	250	18.00×25/40	67300
DRF450-65S5X	11600	13600	3500	9400	4150	6055-12185	11700	4600	300	18.00x33/36	76300
DRF450-65S6X	11900	13900	3500	9450	4150	5055-12185	12000	4600	300	18.00x33/36	77200
DRF420-7055	12100	13600	9000	9400	4150	5055-12185	12200	4500	250	18.00x25/36	65800
DRF450-70S5X	12100	13600	9000	9400	4150	6055-12185	12200	4700	300	18.00x33/36	77800
DRF450-70S5XS	12100	13600	9000	9400	4150	6055-12185	12200	4700	300	18.00x33/36	79300
DRF450-75S5XS	12500	13600	9400	9400	4150	6055-12185	12700	4750	300	18.00x33/36	82100
DRD450-80S4X	14900	15300	11000	11250	4500	6055-12185	14200	5150	425	21 00x35/36	102600
DRD450-80S4XS	14900	15300	11000	11250	4500	6055-12185	14200	5150	425	21.00x35/36	103100
DRD450-80S5XS					Informa	tion available on	request				



Performance

Performance is the result of how well the machine's functions work together.

The efficacy of the lifting equipment is determined by a combination of lifting speed, capacity, visibility and user-friendliness. Lifting places heavy demands on the engine and working hydraulics, but lifting is only part of the operating cycle. Before the machine is in position to load or unload, the demands are instead on precise control with tight turning radius, effective brakes and high pulling power. And of course, all the functions must still perform optimally even after heavy use.



Transmission

The transmission transfers power from the engine to the hydraulic pumps and drive line. The engine and gearbox control systems work together to find the optimum balance between power and fuel economy at any given point.

The transmission system consists of a torque converter and a gearbox. The same gearbox is used whichever engine is chosen. The gearbox is automatic, but can partly be shifted manually. The torque converter is a hydraulic coupling positioned between the engine and gearbox. The gearbox and torque converter work together via a joint hydraulic system.

Standard drive

Brakes

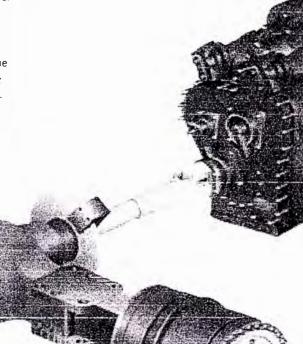
The brake circuit is separated from the hydraulic system and has its own tank, cooler and high-pressure filter. A temperature transmitter in the separate tank regulates the cooler fan.

The foot-brake valve, which controls the oil feed to the brakes, is sensitive enough so that the driver can brake optimally yet still gently. The parking brake is activated automatically when the ignition is turned off.

Drive line

The propeller shaft and drive axle transfer the power from the transmission to the driving wheels. The mountings on the propeller shaft are fitted with cross-flanges for optimum strength.

The drive axle shifts gear down in two stages, differential and hub reduction. The engine only achieves maximum torque at the drive wheels, which spares the transmission.



Drive train

	T	Standard	Optional	
0	Manuf & toer Model	Valvo TWD 1240VE with water cooled intercooler	Cummins QSM11 with air cooled intercooler	
	Power	246 kW at 2000 rpm	280 kW at 2100 rpm	0.00
	Peak torque	1751 Nm at 1200 rpm	1898 Nm at 1100-1400 rpm	N.F.
Transmission		Clark 15.7TE32418	Clark 15.7TE32418	
Driving axi	le	Meritor PRC7534W4H140512	Meritor PRC7534W4H140512	

Engine

A Volvo engine is standard. Cummins is available as optional extra. The engine provides power for driving and the working hydraulics. The engines are low-emission turbo diesels with unit injectors and intercoolers.

The design of the combustion vessels, along with the precise fuel injection control, ensures more efficient combustion. Emissions decrease, while power and torque increase. The engines fulfil the requirements of 97/68 EC stage 2, US EPA Tier 2, and sound and vibration standards PREN 13059.

The engine and transmission cooler is a single unit that uses the same fan. The engine cooler's separate expansion vessels are fitted with a level transmitter that indicates low coolant level.

When the engine temperature is too high or the coolant level or oil pressure too low, the engine's power output is actively reduced. Should the oil pressure fall below a certain level, the fuel feed to the engine is cut off automatically.

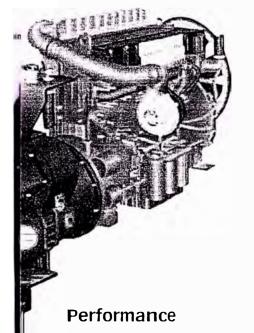


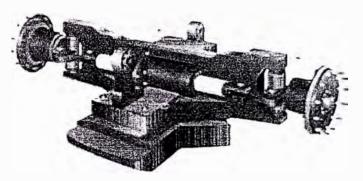
Cummins QSM11 with air cooled intercooler can be fitted as optional extra.

Steering system

The steering axle has been cut from a single piece of robust steel, which means as few maintenance-requiring parts as possible and high structural strength. In the suspension points on the steering axle, a maintenance-free plastic material has been used.

The hydraulics that feed oil to the steering cylinder is optimised for enhanced driving sensation. Orbitrol and the priority valve jointly provide gentle yet precise steering movements.





The new steering axle has few maintenance-requiring parts and high strucural strength.

	Lifting sp	eed(m/s)	Lowering	speed(m/s)	Driving sp	eed (km/h)	G	rade ability (9	6)	D raw pull(kN
Model	unloaded	at 70% of rated load	unloaded	at rated load	unloaded (F/R)	at rated load (F/R)	at 2 km/h, unloaded	at 2 km/h, at rated load	max, unloaded	max
DRF420-6055	0.42	0.25	0.36	0,36	25/25	21/21	39	21	39	355
DRF450-6055	0,42	0,25	0,36	0,36	25/25	21/21	38	20	38	355
DRF450-6055X	0,42	0.25	0.36	0.36	27/27	21/21	32	19	34	314
DRF420-6555	0,42	0.25	0,36	0,36	25/25	21/21	39	21	39	355
DRF420-6556	0,42	0,25	0,36	0,36	25/25	21/21	38	20	38	355
DRF450-65S5	0,42	0,25	0.36	0.36	25/25	21/21	38	20	38	355
DRF450-6556	0,42	0,25	0,36	0,36	25/25	21/21	38	20	38	355
DRF450-6555X	0,42	0,25	0,36	0,36	27/27	21/21	32	19	34	314
DRF450-6556X	0,42	0,25	0,36	0,36	27/27	21/21	32	19	34	314
DRF420-70S5	0,42	0,25	0,36	0,36	25/25	21/21	39	21	39	355
DRF450-70S5X	0.42	0,25	0.36	0.36	27/27	21/21	25	16	34	314
DRF450-7055XS	0,42	0,25	0.35	0.35	26/26	20/20	26	16	34	314
DRF450-7555XS	0,41	0.24	0,35	0,35	26/26	19/19	24	15	34	317
DRD450-80S4X	0,40	0,20	0,33	0,31	25/25	20/20	27	19	41	449
DRD450-8054X5	0,40	0,20	0,33	0,31	25/25	20/20	27	19	41	449
DRD450-8055XS	0,40	0,20	0,33	0.31	25/25	20/20	27	19	41	449



Dedicated for empty container handling

Kalmar has for a long time been developing machines especially adapted to the handling of empty containers. Our empty container handlers are today operating all over the globe.

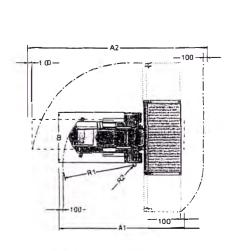
In order to get the optimum balance of economy, lifting height and performance for each client, Kalmar can offer a wide range ofr empty container handlers. Our range stretches from a capacity of 3 high up to 8+1 high.

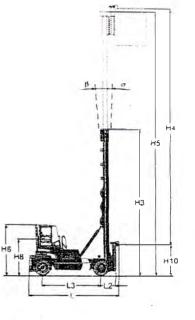
The containers must be moved and stacked fast, safely and efficiently independent of lifting height.

Beside from driving fast and safe, stacking is a time-consuming job that demands preciseness. This places heavy demands on the stability of the machine, mast and spreader together with user friendliness during handling. Another key factor is to create an unobstructed field of vision. These characteristics combined allow the operator to focus on the task instead of the management of the machine.

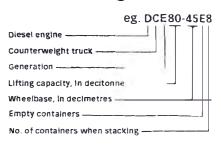
Kalmar has developed empty container handling concepts for both single- and double stacking for different lifting heights. The decision on which concept is most suitable is depending on individual operational demands.

Ca	pacity and dimen	sions				-	70-32/35, DCD	70-40		DCE	80-45		
ca	pacity and diffici	1310113				E3	E4	E5	85	€6	€7	68	
	⊔ft capacity	Rated			"kg	7000	7000	7000	300C .	8000	0006	3000	
0		Load centre		L4	mm	1220	.1220	1220	1220	1220	1220	1220	
	,2 ⊩ = .	Number of containers	8'6" container			3	4	. 5· ·	5 - •	. 6	7	3	
			9'6" container			3	4	5	-s	ت. ت	5 - *	7	
Truck		Truck I engh		L	mm	5595	5845	6355	6900	6900	5900	6900	
4		Truck width		В	mm	2540	2900	3500	1000	4000	4000	4000	
4		Truck height, basic machine	Spirit Delta	H6	mm	2920	2920	3840	3940	3940	3940	3940	
		Seat height		Н8	rnm	1790)	1790	2700	2800	2800	2800	2800	
		Distance between centre of Front axle-	front edge of attachment	L2	mm	1265	1265	1275	1150	1150	1150	1150	
		Wheelbase			mm	3250	3500	4000	4550	4550	4550	4550	
ij.		Track (c-c)	front		mm	1855	2210	2800	3270	3270	3270	3270	
1			rear		mm	1960	1960	1960	2250	2250	2250	2250	
1	34	Turning radius	outer	R1	mm	4360	1785	5400	6000	6000	6000	6000	
1			inner	R2	mm	125	420	285	200	200	200	200	
2		Ground clearance, min.	to a second seco		mm	250	250	250	250	250	250	250	
<u>.</u>		Max height when tilting cab	Spirit Delta	T1	mm	3395	3395				-		
DILEMPINIS		Max width when tilting cab	Spirit Deita	T2	mm	3380	3380						
4	Min, ais le width for 90°	200	8 6" container	A1	mm	8900	9200	9500	10000	10000	10000	10000	
	,	The state of the s	9'6" container	A1	mm	13200	13900	13950	14000	14000	14000	14000	
	Standard duplex mast	lifting helaht		H4	mm	7000	10000	13000	13000	13000	13000	13000	
		Mast height	min.	, нз	mm	5195	7075	8540	8540	8540	R540	8540	
		, wast neight	max	H5	mm	8695	12075	15040	15040	15040	15040	15040	
- 1		Mast tilting, forwards - backward		a-B		3 - 5	3 - 5	3 - 5	3 - 3	3 - 3	3 - 3	3 - 3	
1	Attachment	Width		ь	תוחו	6064	6064		-				
- 1	Attachinent	Height under twistlock		H10	mm	2120	2120	2180	2180	2180	2180	2180	
		Height under hooks		H10	mm	595							
i		Sideshift ±		V1	mm	140	140	600	600	4 00	600	600	
-	Service weight	Sidestiff (2		-	ks	22900	23900	30900	33850	34350	35500	37050	
	Axle load front	Unloaded			kg	14700	15600	21100	21300	21300	22950	24500	
50	ANC IDECTION	At rated load			kg	27100	27500	32500	33450	33950	35100	36650	
Weight	A was load buck	Unioaded			kg	8200	3300	9800	12550	12550	12550	12550	
	Axle load back	At rated load			kg	2800	3300	5400	8400	84Cn	8400	8400	
	Whools (bees						Рпецтатіс			Pri eau	matic	-	
D0	Wheels/tyres	Dimensions, front-rear	Type, front-rear				12,00 x 20/20PR			12,00 x 2.4 - 12.00 x 24			
stearing		Number of wheels, front-rear (*C	(riven)				4* - 2	-1		A	- 2		
Ste	·	Pressure	Man			0.9	0.7	0.9	1.0	1,0	1,0	1,0	
braxes,	Stangar System	Type - manoeuvring				Hydraul	ic servo - Steeri	ng wheel	Н	ydraulic ser	- Steering whee	1	
Dra	Steering system	Type - affected wheels					cooled disc hra		Oil coole d disc brakes				
Wheels,	Servicebrake system	Type - affected wheels				(Wet disc brakes - drive wheels)		(Wet disc brakes - drive wheels))		
W.	Parking brake system	Type - affected wheels	Type - affected wheels				ng activated di drive wheels	sc brake	0		vated disc brake wheels		
	Hydraul icpressure	Max			MPa	17,5	20	16.0	19.0	19,0	19.0	19.0	
ن	Hydraulic fluid volume				1	225	225	220	320	320	320	320	
Mis	Fuel volume				t	200	200	205	380	380	380	380	
_	Starting battery	Voltage - Capacity			V-Ah		2 x 12 - 140			2 x 1	2 - 140		

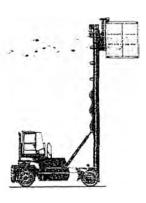




Model designation



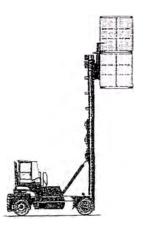
	DCE 9	0-45		DCE 1	00-45	
E5	E6	E7	E8	E7	€8	
9000	9000	9000	2000	10000	10000	
1220	1220	1220	1220	1220	1220	
	.	7	8	7	а	
5	5	6	7	6	. 7	
6900	6900	6900	-6900	6900	4900	
4000	4000	4000	4000	4500	4500	
4000	4000	4000	4000	1600	4600	
2900	2900	2900	2900	3500	3500	
1150	1150	1150	1150	1140	1200	
4550	4550	4550	4550	4550	4550	
3270	3270	3270	3270	3750	3750	
2250	2250	2250	2250	2250	2250	
6300	6300	6300	6300	6300	6300	
200	200	200	200	200	200	
300	300	300	300	300	300	
		-			- "	
	-		1000			
000	10000	10000	10000	10000	10000	
14000	14000	14000	14000	14000	14000	
13000	13000	13000	13000	16500	16500	
8600	8600	8600	8600	10350	10350	
14350	16350	16350	16350	19500	19500	
3 - 3	3 - 3	3 · 3	3-3	3 - 3	3 - 3	
	-					
2240	2240	2240	2240	2300	2300	
7		-				
600	600	600	600	600	600	
34700	35200	36700	38200	40600	41700	
21500	22000	23500	25000	21600	27400	
35200	35700	37200	38700	41400	12700	
13200	13200	13200	13200	14500	14500	
8500	8500	8500	8500	9200	9200	
	Pneu	matic		Pneu	matic	
	14,00 x 24	14,00 x 24		14,00 x 24	- 14,00 x 24	
	4*	- 2		4*	- 2	
1,0	1.0	1.0	1,0	1.0	1.0	
	Hydraulic servo		el		· Steering wheel	
	Oil cooled (Wet disc brake	disc brakes s - drive whee	ls)		disc brakes s - drive wheels)	
	Dry spring active	vated disc brail wheels	æ	Dry spring activated disc brain drive wheels		
20.0	20,0	20,0	20.0	22.5	22.5	
320	320	320	320	320	320	
380	380	380	380	380	380	
	2 x 12	2 - 140		2 x 1:	2 - 140	



Single stacking

The single handling concept starts at 3 high stacking and up to 8 high. Characteristic for the machines dedicated for single stacking. Is flexibility, stability and high lifting speeds Twistlock attachments are widely used on many Kalmar machines over the globe

High demands on selectivity and limitations in ground space are the key factors when considering on single stacking equipment.



Double stacking

Double stacking of containers is an important step in increasing the productivity in the empty container handling business. Double stacking can be a very dermanding application for the Empty Container Handler. The new DCE100 model from Kalmar fulfils these high requirements of stability and strength with margin.

Stacking two containers simultaneously is most of all a question of extreme demands of operational efficiency before demands on selectivity.

Drive trains

DCE70-32/35, E3/E4

D	rive train			Standard driveline	Cummins option drivelin		
Eigine		Manufacturer - type designation		Valvo TAD620VE	Cummins - 685,9e		
		Fuel - type of engine		Diesel - 4 stroke	Diesel - 4 stroke		
		Rating ISO 3046 - at revs	kw-rpm	145/197 - 2300	138/138 - 2200		
c		Peak torque ISO 3046 - at revs	Nm-rpm	700 - 1500	780 - 1400		
		Number of cylinders - displacement	cm³	6 - 5702	6 - 5900		
13		Fuel consumption, normal driving	I/h	8-11	8-11		
DEIVE	Transmission	Manufacturer - type designation		Dana - 7613000	Dana · TE13000		
2		Clutch, type		forque converter	Torque Converter		
		Gearbox, type		Hydrodynamic Powershift	Hydrodynamic Powershift		
		Numbers of gears, forward - reverse	e	3 - 3	3 - 3		
	Alternator	ternator Type - power W		AC - 1540	AC - 1540		
	Driving axle	Type		Differential and hub reduction	Oifferential and hub reduction		

DCD70-40, E5

Drive train		Standard driveline	Optional driveline	
Engine	Manufacturer - type designation	Volvo - TAD720VE	Volvo - ID640VE	
	Fuel - type of engine	Diesel - 4 stroke	Diesel - 4 stroke	
	Rating ISO 3046 - at revs kw-rpm	174/236 - 2300	129 - 2400	
	Peak torque ISO 3046 at revs Nm-rpin	854 - 1400	690 - 1400 1500	
110	Number of cylinders - displacement cm	6 - 7145	6 - 5480	
	Fuel consumption, normal driving I/h	9-12	8-11	
Transmission	Manufacturer - type designation	Dana - 13,7HR32000	Dana - 13,7HR32000	
	Clutch, type	Torque converter	Torque converter	
	Gearbox, type	Hydrodynamic Powershift	Hydrodynamic Powershift	
	Numbers of gears, forward - reverse	3 · 3	3 - 3	
Alternator	Type - power w	AC - 1540	AC - 1540	
Onving axle	Туре	Differential and hub reduction	Differential and hub reductio	

DCE80-45/90-45/100-45, E5/E6/E7/E8

Drive train			Standard driveline	Optional driveline	Cummins option driveline	
Engine	Manufacturer - type designation	·	Volvo - TAD720VE	Volvo - TWD731VE	Cummins Q\$85.9	
, ,	Fuel - type of engine		Diesel - 4 stroke	Diesel - 4 strake	Diese! - 4 Stroke 160 - 2 200	
	Rating ISO 3046 at revs	kW-rpm	174 - 2300	167 - 2200		
	Peak torque ISO 3046 - at revs	Nm-rpm	854 - 1400	893 - 1300-1400	938 - 1400	
	Number of cylinders - compression	cm³	6-18,4:1	6-17,7:1	6-16.3:1	
	fuel consumption, normal driving	1/h	12 - 14	12 - 14	13 · 15	
Transmission	Manufacturer - type designation Clutch, type		Dana - 13,7HR32000	Dana · 13,7HR32000	Dana - 13,7HR32000	
			forque converter	Torque converter	Torque corriverter	
	Gearbox, type		Hydrodynamic Powershift	Hydrodynamic Powershift	Hydrodynamic Powershift	
	Numbers of gears, forward - reverse		3 - 3	3 - 3	3 - 3	
Alternator	Type - power	w	AC · 2240	AC · 2240	AC - 2240	
Driving axle	Type		Differential and hub reduction	Differential and hub reduction	Differential and Hub reduction	

Performance

DCE70-32/35, E3/E4

Performance				Voivo - T	AD620VE	Cummins	- 685.9e
· crioimance				E3	E4	E3	E4
Litting speed	Unloaded		m/s	0.50	υ.60	0,50	0.50
	At rated load		m/s	0.45	0.55	0.45	0.55
Lowering speed	Unloaded		m/s	0.50	0.40	0.40	0.40
פֿ	At rated load		m/\$	0.30	0.40	0.40	0,40
Travelling speed, !/r	Unloaded		kın/h	30	30	30	30
£	At rated load		km/h	30	30	30	30
Gradeability	Max	unloaded	¥ ₁	48	46	50	47
-		at rated load		.35	33	36	34
	At 2 km/h	unloaded	₹,	35	33	36	34
		at rated load	3 6	26	25	26	25
Orawbar pull	Max		kN	103	103	105	105

DCD70-40, E5

Performance				Voivo - TAD720VE	Volvo - TD640VE
renomiance				E5 •	
Lifting speed	Unloaded		J1775	0.45	0,45
	At rated load		m/s	0,40	0.40
Lowering speed	Unloaded		m/s	0,60	0,60
	At rated load		m/s	0.60	0,60
Travelling speed, f/r	Unloaded		km/h	26	26
	At rated load		km/h	26	26
Gradeability	Max	unloaded	%,	45	36
		at rated load	%,	36	28
	At 2 km/h	unloaded	%	39	30
		at rated load	ૠ	31	23
Drawbar pull	Max		kN	134	110

DCE80-45/90-45/100-45, E5/E6/E7/E8

				Vo	Ivo - TAD72	OVE	Volvo - TWD731VE			Cummins QSB5.9		
Performance				DCE80-45	DCE90-45	DCE100-45	DCE80-45	DCE90-45	DCE100-45	DCE80-45	DCE90-45	DCE100-45
Lifting speed	Unloaded		m/s	0.50	0,60	0.60	0.60	0,50	0.60	0,60	0,50	0,60
	At rated load		m/s	0.55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0.55	0.55
Lowering speed	Unloaded		m/s	0,60	0.60	0,60	0,60	0,60	0.50	0,60	0,50	0,50 0,60 0,55 0,55 0,56 0,60 0,60 0,50 0,5
	At rated load		m/s	0,60	0.60	0.60	0.50	0.60	0.60	0,60	0.50	0.50
Travelling speed, t/r	Unloaded		km/h	27/27	28/28	28/28	27/27	27/27	27/27	27/27	28.728	28/28
	At rated load		km/h	25/25	26/26	26/25	25/25	25/25	25/25	25/25	0,60 0,60 0,55 0,55 0,50 0,60 0,60 0,60	
Gradeability	Max	unloaded	36	36	31	31	23	28	28	36	31	31
		at rated load	36	29	24	23	25	22	22	29	25	25
	At 2 km/h	unloaded	%	31	27	27	24	24	24	31	27	27
		at rated load	%	25	21	20	22	19	17	25	21	21
Drawbar pull	Мах		kN	127	114	111	105	105	105	127	115	115