

**Universidad Austral de Chile
Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Escuela de Construcción Civil**



**CONSTRUCCIÓN DE RAMPAS
PARA BARCAZAS**

**Tesis para optar al título de
Constructor Civil**

**Profesor Guía
Sr. Heriberto Vivanco Bilbao.**

**MAURICIO ALBERTO BARRIENTOS DÍAZ
2003**

**AGRADEZCO ENORMEMENTE EL ESFUERZO DE USTEDES,
EN ESTE LARGO CAMINO.**

A MIS PADRES

INDICE

CAPÍTULO I : ESTUDIOS PREVIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA RAMPA.

1.	GENERALIDADES	1
2.	UBICACIÓN DE LA RAMPA	3
3.	ESTUDIOS PREVIOS	
3.1.	GENERALIDADES	4
3.2.	BATIMETRÍA Y TOPOGRAFÍA	4
3.2.1.	Posicionamiento por instrumento topográfico	5
3.2.2.	Posicionamiento por satélite (GPS)	9
3.3.	VIENTOS	10
3.4.	MAREAS	11
3.5.	OLEAJE	12
3.6.	CORRIENTES	13
3.7.	MUESTREO DE LOS MATERIALES DEL FONDO	14
3.8.	LEVANTAMIENTO ESTRATIGRÁFICO	14
4.	PRESENTACIÓN DE RECOMENDACIONES	15
5.	COSTOS Y ASPECTOS TÉCNICOS	16
6.	ESTUDIOS ESPECIALES	16
7.	IMPACTO DE EMBARCACIONES	17
8.	PROFUNDIDAD DEL CANAL DE ACCESO	20

CAPÍTULO II : RAMPA DE HORMIGÓN EN MASA

1.	GENERALIDADES	21
2.	CONSIDERACIONES DE DISEÑO	22
3.	EJECUCIÓN	
3.1.	GENERALIDADES	24
3.2.	TRAZADO DE LA RAMPA	24
3.3.	EXCAVACIONES	25
3.4.	COMPACTACIÓN DEL SUELO DE FUNDACIÓN	26
3.5.	FUNDACIONES	
3.5.1.	Generalidades	28
3.5.2.	Moldajes	29
3.5.3.	Muros de hormigón	31
A.	Muros Laterales	31
B.	Muros Transversales	34
C.	Muros de Explanada	35
3.5.4.	Viga de coronamiento	36
3.6.	RELLENO GRANULAR	39
3.7.	BASE ESTABILIZADA	40
4.	PAVIMENTO	42
A.	JUNTAS LONGITUDINALES	46
B.	JUNTAS TRANSVERSALES DE CONTRACCIÓN EN EL	47
	HORMIGÓN FRESCO	
C.	JUNTAS TRANSVERSALES DE CONTRACCIÓN EN EL	47
	HORMIGÓN ENDURECIDO	
D.	JUNTAS TRANSVERSALES DE CONSTRUCCIÓN	48
E.	JUNTAS TRANSVERSALES DE EXPANSIÓN	49

**CAPÍTULO III: RAMPA CON SISTEMA DE PILOTES Y LOSETA
PREFABRICADA.**

1.	GENERALIDADES	51
2.	CONSIDERACIONES DE DISEÑO	52
3.	EJECUCIÓN	
3.1.	GENERALIDADES	52
3.2.	TIPOS DE PILOTES	53
3.3.	HINCA DE PILOTES	54
3.4.	ESQUEMA DE PROTECCIÓN ANTICORROSIVA	55
3.5.	PLANCHAS Y GOUSSETS	56
3.6.	INSTALACIÓN DE LOSETAS	57
3.7.	INSTALACIÓN DE GEOTEXILES	59
3.8.	INSTALACIÓN Y FABRICACIÓN DE TIRANTES Y TENSORES	60
3.8.1.	Tensión inicial del tirante	61
3.8.2.	Tensión final de los tirantes	61
3.9.	VIGA DE CORONAMIENTO	62
3.10.	RELLENO DE MATERIAL GRANULAR	62
3.11.	BASE ESTABILIZADA	63
3.12.	PAVIMENTO	63

**CAPÍTULO IV: RAMPA CON SISTEMA DE GAVIONES DE
TABLESTACA.**

1.	GENERALIDADES	65
2.	CONSTRUCCIÓN DE GAVIONES DE TABLESTACAS	
2.1.	GENERALIDADES	66
2.2.	CARACTERÍSTICAS DE LAS TABLESTACAS	67
2.3.	EJECUCIÓN	
2.3.1.	Construcción de gaviones	68
2.3.2.	Hincadura de las tablestacas	69
2.3.3.	Relleno de gaviones	71
2.3.4.	Estructura de la superficie de los gaviones	73
2.3.5.	Viga de coronamiento	73
2.3.6.	Pavimento	75

ANEXOS

Anexo A:	GLOSARIO	76
Anexo B:	HORMIGONES	81
Anexo C:	PINTURAS	104
Anexo D:	RELLENOS COMPACTADOS GENERALES	120
CONCLUSIONES		129
BIBLIOGRAFÍA		131

RESUMEN

Entregar una recopilación de los diversos tipos de rampas para barcas, para carga en general; abarcando el criterio que se adopta para su ubicación, los estudios previos para determinar su factibilidad, los sistemas constructivos que se aplican y su puesta en servicio.

SUMMARY

To give a compilation of de diverse types of inclines for hulls, load in general; including the previous criterion that are adopted for its location, studies to determine its feasibility, the constructive systems which they are applied and its putting in good condition.

INTRODUCCIÓN

Durante muchos años se tuvo como único medio de comunicación la utilización de embarcaciones, entre zonas desarrolladas y aisladas debido a la no existencia de infraestructuras viales y portuarias.

Hoy en día la situación es diferente, debido al crecimiento y al desarrollo económico del país; las localidades ahora poseen el uso de carreteras o caminos, y el uso de estructuras de atraque, específicamente rampas, capaces de dar entrada y salida, por mar, a las mercancías de carga mayor y pasajeros obteniendo así un servicio de transporte más rápido y a un menor costo en sus productos para sus habitantes.

Es por ello, que la iniciativa de dar a conocer el tema nace de la necesidad que hay, en cuanto a la escasa información precisa acerca de este tema como son las Rampas para Barcazas.

No obstante, se abordarán los estudios previos para su diseño, construcción y los diversos tipos de rampas de carga mayor según sea el criterio de selección.

Estas rampas las podemos enumerar en tres tipos de acuerdo a sus estructuras. Ellas son: Rampas de hormigón en masa, Rampas con losetas prefabricadas y Rampas con sistema de gaviones de tablestacas.

Por lo tanto, hay que tener presente que intervienen varios aspectos de la Ingeniería con estudios bastante amplios y, además, cada caso es uno diferente,

razón por la que no se ha logrado una normalización de los métodos que deben seguirse.

Para entender el concepto general del tema definiremos **rampa** como una estructura de atraque que posee una cierta pendiente capaz de permitir el embarque o desembarque de carga de una barcaza o similar, pero no así el atraque de buques y cruceros, debido a que la barcaza está diseñada para atracar en zonas próximas a orilla de la playa por tener un bajo calado.

CAPÍTULO I

ESTUDIOS PREVIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA RAMPA

1. GENERALIDADES

El diseño de una estructura marítima o rampa, sigue esencialmente los mismos conceptos aplicables a cualquier otro tipo de estructura, con especificaciones especiales en cuanto a lo que respecta al tipo de carga que debe soportar y a las condiciones de seguridad con que debe operar.

A diferencia de otras estructuras en donde el diseño se lleva a cabo con base en cargas estáticas equivalentes, en el caso de una obra para atracar embarcaciones, las estructuras se diseñan para absorber energía durante el atraque.

No obstante, los cuidados que se tengan para realizar las maniobras de las embarcaciones, debido a las condiciones del tiempo en ocasiones tan severas, las estructuras están expuestas a sufrir grandes daños si no se tienen las precauciones necesarias, por lo cual, en general, debe tomarse en cuenta que al quedar fuera de servicio una estructura de este tipo, se tiene pérdidas mucho mayores a cualquier gasto adicional para protegerla y asegurar su funcionamiento.

Un aspecto muy importante en el que debe ponerse especial cuidado es que en un gran número de casos, predominan para el diseño los esfuerzos que se presentan durante la construcción sobre los correspondientes a la estructura en operación.

Además, de lo anteriormente expuesto se debe tener en consideración que el mar tiene una serie de movimientos que son los que contribuyen a proporcionar la energía al sistema, siendo los principales el oleaje, las mareas, las corrientes, entre otras.

Uno de los fenómenos que tienen gran influencia en la conformación de la zona costera es el oleaje, ya que es la principal fuente de energía y capaz de erosionar o azolvar grandes tramos de costa. El viento al soplar sobre la superficie, dependiendo de su intensidad puede formar olas desde unos cuantos centímetros, hasta varios metros.

En términos generales, las playas están constituidas por sedimentos que pueden ser desde arenas muy finas hasta gravas o cantos rodados. Las características del material constitutivo dependen de las condiciones e intensidad del oleaje y de los materiales que constituyan las zonas aledañas.

No obstante, se puede afirmar que los limos y arcillas no existen en las playas, ya que la acción del oleaje, por muy pequeño que éste sea, mueve y pone en suspensión a éstos, depositándose en lugares tranquilos como es el caso de lagunas o esteros.

En cuanto a las características de la costa quedan definidas en términos del tamaño promedio de las partículas que la constituyen, en rango y distribución de los tamaños, la composición mineralógica de la arena y la pendiente de la playa. En general se puede decir que mientras más gruesa la arena, mayor será la pendiente, y viceversa.

La experiencia es muy valiosa, en especial cuando se puede establecer cuantitativamente, no obstante, si una estructura construida hace varios años se encuentra en buenas condiciones, eso no es razón adecuada para copiar las proporciones de diseño, puesto que pueden tenerse condiciones completamente diferentes y su funcionalidad puede estar orientada hacia otro fin, pero teniendo en consideración de que éstas deben ser económicas.

2. UBICACIÓN DE LA RAMPA

Antes de comenzar con el diseño de una cierta estructura de atraque y sus respectivos estudios de reconocimiento, lo precede la ubicación u orientación donde irá emplazada.

Para ello, la idea de ubicarla, es en un lugar tal que al atracar no quede expuesta a grandes oleajes y corrientes que afecten la maniobrabilidad de la embarcación y la estabilidad de la estructura.

Sin embargo, se puede tener como opción de refugio una bahía que vendría siendo un resguardo natural provocado por el mismo entorno. Otra, podría ser un resguardo artificial.

Esta última, se logra por medio de la construcción de obras de abrigo que impiden la acción del mar y que al mismo tiempo cumple con las condiciones necesarias en la entrada, evolución y giro; y que dejan la superficie abrigada suficientemente. Como es el caso de construcciones de diques y espigones.

3. ESTUDIOS PREVIOS

3.1. Generalidades

Un estudio de este tipo debe proporcionar básicamente, información de los siguientes aspectos:

- ◆ Batimetría y Topografía.
- ◆ Vientos.
- ◆ Mareas.
- ◆ Oleaje.
- ◆ Corrientes.
- ◆ Muestreo de materiales del fondo.
- ◆ Levantamiento estratigráfico.

3.2. Batimetría Y Topografía

Existen diversos sistemas para realizar los levantamientos batimétricos, en especial los sistemas de posicionamiento. Otro método más moderno es el de posicionamiento por medio satelital.

3.2.1. Posicionamiento por instrumentos topográficos

Como se sabe para realizar el levantamiento topográfico de una zona cubierta por agua, es necesario contar con una embarcación en la cual se coloque un equipo capaz de medir la profundidad bajo la misma y a determinados intervalos de tiempo o de distancia, haciendo coincidir la medición de la profundidad con el posicionamiento del vehículo portador del equipo de medición de la profundidad.

La forma de medición de la profundidad puede ser muy diversa, desde la sondaleza que consiste en un tramo de cuerda con nudos a cada 50 cm. o un pie, hasta las ecosondas digitales que miden la profundidad por medio del cálculo del tiempo que tardan las ondas del sonido de baja o alta frecuencia en ir desde la embarcación hasta el fondo y regresar (eco), pasando por simples estadales de madera o aluminio de 4 ó 5 m de longitud.

En lo que respecta al posicionamiento, este se puede realizar, para el caso de mediciones muy puntuales y en donde la precisión del posicionamiento no sea muy relevante, con un sextante visualizando dos puntos conocidos en la costa de los cuales se conoce la distancia entre ellos, pudiéndose obtener precisiones en los décimos de minuto los cuales significan algunos cientos de metros. Otro método es el de colocar dos tránsitos en dos puntos de posición conocida en tierra, conociendo también de antemano la distancia entre ambos, lo que permite posicionar la embarcación midiendo los dos ángulos de la base del triángulo formado por los aparatos y la embarcación en el momento de realizar la medición de la profundidad, esto es, la medición de la profundidad y de los ángulos deber ser simultánea y sincronizada.

Este método tiene el inconveniente de que la densidad de puntos de medición que se obtiene no puede ser muy alta, ya que cuando mucho la embarcación se puede posicionar cada 30 segundos y esto solamente si se cuenta con personal con mucha práctica para seguir a la embarcación, medir los ángulos rápidamente y apuntarlos. Otro inconveniente consiste en que, en cuerpos de agua muy amplios, este método sólo puede cubrir franjas de agua cuando más de 3 km. y esto sólo en casos excepcionales de muy buena visibilidad y oleaje no muy severo.

Y por último es difícil conservar la trayectoria de la embarcación recta, lo cual provoca que algunos de los transectos o secciones que recorre se traslapen y queden algunas zonas con una densidad más alta de puntos y otras con poca información. La distancia horizontal entre los dos sondeos depende de la magnitud del área que se levante y puede variar entre 20 m y 100 m dependiendo de la aproximación que se requiera.

Adicionalmente este método sólo funciona durante el día y la ventaja es que se puede utilizar cualquier tipo de embarcación inclusive no cubierta, ya que el único equipo a bordo es la ecosonda, equipo que soporta bastante bien la brisa y no es muy costosa, dependiendo de la marca y modelo, siendo la normal una del tipo Raytheon.

Una variación del método de los dos tránsitos consiste en colocar uno solo de ellos en uno de los puntos y medir el ángulo entre la embarcación y la línea base en tierra y sobre el tránsito un equipo capaz de medir la distancia entre el tránsito y la embarcación, ya sea por medio de estadía, o por un distanciómetro.

En la actualidad se han desarrollado métodos más modernos con alcances de hasta 5 km., los que son muy adecuados en zona confinadas tales como canales de navegación o en trabajos que requieren una pronta movilización.

Un método más reciente, es aquel que consiste en colocar en lugar de los tránsitos, antenas respondedoras de radar, las cuales son interrogadas a cada cierto intervalo de tiempo por un equipo que va dentro de la embarcación; el mencionado equipo que va en el vehículo en movimiento es capaz de reconocer a cada una de las antenas respondedoras colocadas en tierra y de calcular la distancia que existe entre el equipo maestro a bordo y las mismas, por lo que, conocidas las coordenadas de los puntos de colocación de dichas antenas en tierra es posible resolver el triángulo y calcular la posición de la embarcación.

El método es bastante preciso y pueden conseguirse equipos que graben las distancias en cinta magnética, discos flexibles o duros, junto con la información de la profundidad ya digitalizada o cualquier otro tipo de información susceptible de digitalizar.

Como inconvenientes del método están los siguientes:

- ◆ Necesidad de contar con una poligonal de apoyo terrestre para la colocación de las antenas, la cual puede en muchas ocasiones, resultar más costosa o del orden del levantamiento batimétrico mismo.
- ◆ El equipo requiere de energía eléctrica tanto en la lancha como en tierra para su operación, la cual es normalmente proporcionada por baterías o motogeneradores, piezas ambas que normalmente dan muchos dolores

de cabeza, no obstante que con las nuevas tecnologías los consumos de energía son cada vez menores, del orden de pocos Amperes o incluso décimas de Amper. Para varios equipos la alimentación debe tener un voltaje de 24 Voltios, lo que implica tener que usar dos baterías de automóvil pesadas y delicadas en su manejo.

- ◆ Como para la medición es necesario que exista línea de vista entre la embarcación y las dos antenas en tierra, es necesario frecuentemente cambiar la posición de las antenas o colocar varias y en muchas ocasiones, el acceso a los puntos de colocación es difícil, ya que frecuentemente éste es sólo por mar y en puntos escarpados, como sucede en muchas islas, recordando que adicionalmente a las antenas hay que llevar baterías y al menos una gente para que las cuide, instale, desinstale y oriente.
- ◆ A estos equipos se les debe alimentar con las coordenadas de las estaciones en tierra y con base en éstas, él mismo calcula las coordenadas y las graba o imprime. En el último caso, es decir, en el de optar por la impresión de los resultados, el paso de estos al plano para la configuración es bastante tardado ya que se tienen una gran cantidad de puntos, en general uno cada segundo. Por lo anterior lo más recomendable es grabar la información y utilizar algún paquete para computadora que plotee los datos y que obtenga y dibuje las líneas de nivel o batimétricas, es decir que las configure.
- ◆ Este tipo de equipos por su alto costo no resulta recomendable montarlos en las embarcaciones ya que normalmente éstas están expuestas a una

brisa severa, siendo más adecuado emplearlos en tierra. La antena maestra debe tener de 3 a 4 m de altura sobre el nivel del agua para tener una mejor cobertura.

3.2.2. Posicionamiento por satélite (GPS)

Existen también los sistemas de posicionamiento por satélite que, desde su aparición en los años sesenta, han venido mejorando mucho en simplicidad, y su costo ha venido descendiendo sensiblemente.

Los primeros equipos eran bastantes pesados y requerían algunas veces de horas para poder calcular la posición en las tres coordenadas de algún punto. Actualmente existen algunos que pesan menos de 2 kg y obtienen posición hasta con intervalos de un segundo, además de consumir poca energía.

Una de las grandes ventajas de este sistema es que pueden conectarse directamente con una microcomputadora portátil e ir almacenando información en discos flexibles, además de que el posicionamiento sirve también para guiar a la embarcación y obtener una mejor cobertura del área a levantar.

Como principal ventaja de dichos sistemas está el hecho de que solamente requiere colocar una antena de posicionamiento en tierra, en algún punto que domine toda el área y el otro viaja en la embarcación, existiendo comunicación entre equipos por ondas VHF o UHF, lo anterior implica la utilización de menor cantidad de vehículo y de gentes.

Los equipos de posicionamiento cuentan con sensores que reciben en la banda L las señales de código C/A, enviadas por los 21 satélites actuales del sistema global de posicionamiento NAVSTAR. El sistema cuenta además con tres satélites de respaldo, llevando su número total a 24.

Este sistema se denomina “sistema de posicionamiento global” o “GPS”; por el momento, tiene libre acceso para cualquier usuario. (Fig. N°3)

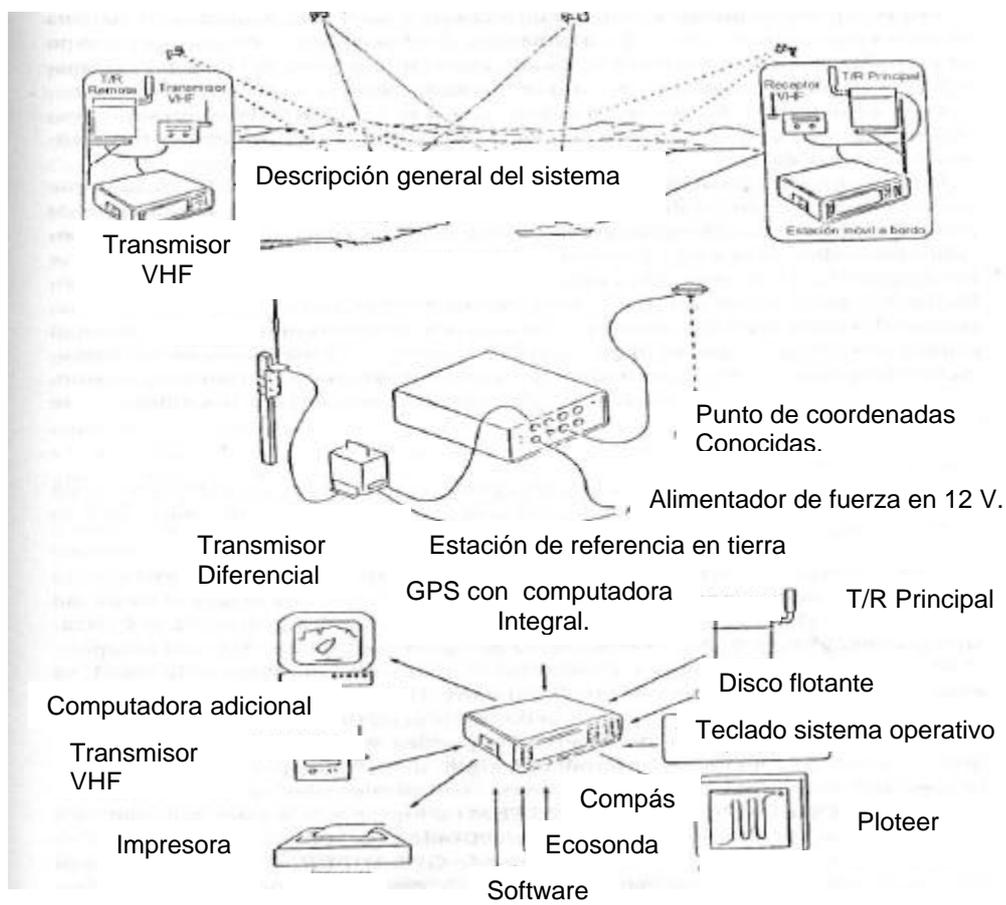


Fig. N°1

3.3. Vientos

El viento al soplar sobre el océano origina corrientes y oleajes, merced al esfuerzo tangencial que ocasiona sobre la superficie, que junto con las

variaciones de presiones, hace que el agua se mueva. Por otro lado, las rampas reciben la presión del viento siendo una carga básica de diseño. Por eso, es necesario contar con registros de viento reinante o más frecuente y de intensidad máxima o dominante, los cuales son muy importantes para la orientación de una estructura marítima. Dichos registros pueden obtenerse de datos estadísticos del lugar o bien recurriendo a las cartas internacionales.

3.4. Mareas

Las mareas son importantes no sólo por los niveles que alcanzan, sino también por las corrientes que originan.

Para definir el nivel de operación de una rampa, es costumbre referir las elevaciones al nivel de marea baja media (NMBM), siendo muy importante conocer la pleamar máxima registrada, la bajamar mínima registrada y el nivel medio del mar, al cual se refieren otras elevaciones.

Para conocer el comportamiento de las aguas se puede recurrir a las tablas de mareas proporcionadas por la ARMADA NACIONAL, las que contienen información de algunas áreas de la costa y en el caso de no tenerlas se lleva a cabo una investigación para este fin.

Ello se consigue tomando como referencia una cota previamente establecida de lugares aledaños, donde se encuentran monolitos existentes que tienen una placa con indicación de altura y posición (coordenadas), las cuales son arrastradas hasta el lugar de emplazamiento de la rampa por instrumentos topográficos.

Una vez establecida la cota de referencia, se procede a determinar la cota del agua a orilla de la playa y tomando la hora de la medición.

Previamente a lo anterior, se coloca en el mar un instrumento correspondiente a un mástil vertical conectado a tierra que proporciona mediciones de altura de las aguas en forma digital; éste quedará calibrado con la altura de marea que nos dio en la orilla y para lo cual debe haber una persona encargada del registro de las alturas proporcionadas por el instrumento y su hora de medición.

La ubicación del mástil en el mar se lleva a cabo con un reconocimiento previo de la más baja marea del lugar y colocado a unos cuantos metros más al interior para que no quede totalmente descubierto y pueda cumplir con el objetivo de establecer las mediciones de la media baja y la media alta.

3.5. Oleaje

Un efecto muy importante en las construcciones en mar abierto, es la condición de la superficie en que se requiere que opere el equipo. Por esto, se necesita realizar un análisis de oleaje para obtener su altura, longitud, dirección, periodo y probabilidad de ocurrencia, y poder definir los programas de trabajo con base en las condiciones del mar, bajo las cuales pueden trabajar los diferentes tipos de estructuras.

El procedimiento más común consiste en instalar un ológrafo, el cual mide amplitud y longitud. Esta información, junto con las olas observadas y datos

estadísticos, proporcionarán las olas de diseño que se utilizarán para determinar la forma en que las condiciones superficiales afectan las maniobras.

La información en cuanto a la dirección del frente de olas y la forma de su ocurrencia es de vital importancia para poder determinar el período en que el equipo puede trabajar.

No obstante, en cuanto a lo que respecta al efecto de las condiciones superficiales en la operación del equipo, olas con alturas de 2 m o mayores ya son significantes en dificultar el trabajo.

3.6. Corrientes

Las corrientes pueden ser producidas por la acción del viento, la variación de mareas y el oleaje. En ocasiones llegan a ser oscilatorias. Sus efectos en las rampas son determinantes para el proyecto de éstas.

Existen varias maneras de determinar las velocidades de las corrientes y en orden de conveniencia son: la colocación de corrientómetros en diferentes localizaciones y profundidades; la aplicación de expresiones teóricas y las cartas internacionales.

Con base en los principios de la hidrodinámica, se pueden obtener la fuerza de arrastre de la corriente al actuar sobre una rampa, ya sea durante su ejecución o durante su operación. La socavación en las zonas cercanas a la rampa está íntimamente ligada con las corrientes que se presentan. Todo esto determina la protección necesaria que puede ser: enterrarla en el fondo de terreno

(en el caso de las losetas) a 1 m, o colocando material grueso en la zona afectada.

3.7. Muestreo de los materiales del fondo

Para propósitos de diseño es necesario obtener muestras de los materiales del fondo. Existen varios tipos de equipos para llevar a cabo este tipo de trabajo, hasta profundidades de 400 m, obteniendo 50 muestras por día.

La longitud del sondeo depende desde luego del tipo de terreno y será del orden de 3 m para arcilla blanda, 1 m a 2 m en arena, 0.50 m en arcilla compactada y prácticamente nada en roca.

Para poder determinar la estabilidad del fondo se requiere información de las siguientes propiedades del terreno: resistencia al esfuerzo cortante; densidad natural; densidad del suelo seco; límites de Atterberg; contenido de agua; peso específico; factor de erosión del suelo; densidad líquida de la arena; relación de vacíos; etc.

3.8. Levantamiento estratigráfico

En el caso de construcciones marítimas, para que el perfil del terreno sea lo más completo posible, es conveniente, además del levantamiento batimétrico y muestreo del fondo, obtener las densidades de los estratos subyacentes. Esto puede también llevarse a cabo por medios acústicos. Todos estos datos combinados en el perfil tipo nos permite reducir al mínimo o eliminar claros que causarían esfuerzos excesivos en la rampa que los cruce.

Para el caso de construcciones de rampas en general, es necesario llevar a cabo varios sondeos distribuidos en tal forma de poder determinar las características del área en estudio y poder trazar perfiles y ejes principales, en los cuales además de describir las características de cada material de los estratos subyacentes, se indique: densidad del suelo sumergido; densidad del suelo saturado; densidad del suelo seco; ángulo de fricción; cohesión; capacidad de carga; resistencia por fricción en el caso de tablestacas; curvas de consolidación; etc. En el caso de que se opte por utilizar tablestacas, es del todo recomendable llevar a cabo pruebas de carga vertical y horizontal y presentar los resultados de varias de éstas distribuidas en tal forma de abarcar toda el área en estudio.

4. PRESENTACIÓN DE RECOMENDACIONES

En general, se presentan varias alternativas de cómo solucionar problemas en un proyecto, tales como: construir una estructura de operación o protección; evitar socavaciones, etc. Para tal caso, se presentan recomendaciones dando resultados numéricos de los siguientes aspectos:

- ◆ Tipo de zanja en el caso que se requiera.
- ◆ Profundidad a la que debe quedar enterrada.
- ◆ Protección interior y exterior.
- ◆ Espesor y densidad de recubrimiento de concreto.
- ◆ Procedimientos constructivos.
- ◆ Esfuerzos máximos durante la operación y la construcción.
- ◆ Equipo necesario.

Todo lo anterior, en caso de ser posible, acompañado de cálculos y gráficas o tablas de:

- ◆ Fuerzas hidrodinámicas.
- ◆ Esfuerzos debidos a las fuerzas hidrodinámicas y peso propio durante la operación y la construcción.
- ◆ Estabilidad del terreno.
- ◆ Fallas probables.

5. COSTOS Y ASPECTOS TÉCNICOS

Como es de saber, los costos de las diferentes alternativas y la capacidad técnica con que se cuente para llevar a cabo los trabajos, son definitivos para elegir la solución más conveniente al problema.

Por lo tanto, la elección del tipo de rampa a ejecutar, dependerá de factores como: la ubicación geográfica, en cuanto a la accesibilidad del transporte a utilizar para las obras; la pendiente de la playa, en donde no sea necesario construir largos tramos; el tipo de suelo y el resguardo.

6. ESTUDIOS ESPECIALES

En lo anterior, se ha referido a los estudios que proporcionan la información básica previa a la realización de un proyecto. Dicha información es más útil mientras mejores bases tenga, es por ello que los estudios del tipo estadístico y de investigación son muy valiosos.

Los estudios estadísticos consisten en colocar por un período largo de tiempo, mínimo un año, aparatos que nos proporcionen continuamente información en cuanto a las condiciones oceanográficas en las zonas en que se piense construir rampas, tales como: velocidad del viento; variación de mareas; corrientes; oleajes; arrastres litorales; etc.

Por lo que respecta a los trabajos de investigación, que de hecho también pueden ser del tipo estadísticos, consisten en obtener además de la información en cuanto a condiciones oceanográficas, la correspondiente al comportamiento de la estructura en condiciones reales (modelo a escala natural). La información que se presentaría en este caso sería: esfuerzos o deformaciones obtenidas con medidores especiales; elementos mecánicos; efectos corrosivos; etc.

7. IMPACTO DE EMBARCACIONES

Las cargas laterales más importantes que debe soportar una rampa son las debidas al impacto de las embarcaciones. Estas se presentan en dos formas:

- ◆ Atraque bajo condiciones normales. Las fuerzas varían de acuerdo con las condiciones de la marea, pero en todos los casos puede considerarse el viento.

- ◆ Atraque accidental en condiciones no normales o excepcionales.

Es económicamente injustificable diseñar una estructura capaz de soportar una colisión de proa, popa u otra condición más excepcional sin daño.

Un análisis de la determinación de la estabilidad de rampas puede ser por consiguiente dividido en los siguientes aspectos:

- ◆ Determinación de la magnitud y dirección del impacto.
- ◆ Estimación de la proporción de la energía cinética de la embarcación transmitida y absorbida por la rampa u otra estructura y defensas en el impacto.
- ◆ Determinación del monto de esta energía que será absorbida por las defensas junto con el diseño de éstas.
- ◆ Determinación de los esfuerzos en la rampa u otra estructura debido al impacto lateral que recibe.

Desafortunadamente los datos aprovechables son vagos e incompletos y el impacto puede ocurrir bajo un amplio rango de condiciones. Obviamente un buen tratamiento tiene que tomar en cuenta la velocidad de la embarcación atracando, el ángulo al cual el impacto es transmitido y la masa. Ha habido un cierto monto de investigación, observación y colección de datos de impactos en años recientes por observación y medición.

Es deseable examinar la manera en la cual es posible para una embarcación atracar y hacer contacto con una rampa u otra estructura. Hay normalmente tres posibilidades:

- a. Un impacto de punta.

- b. Un impacto de lado, es decir, paralelo a la banda de atraque.
- c. Por el cuarto de la barcaza a cierto ángulo con la estructura.

Excepto en el caso de accidentes, es muy raro que una embarcación llegue de punta. Con una marea considerable, una barcaza llega en la forma c) cabeceando contra la marea y sigue en b) cuando la marea balancea a la embarcación hacia la rampa. La embarcación puede rebotar en el primer impacto moviéndose hacia delante a una cierta distancia y llegar nuevamente a hacer contacto con el cuarto o puede deslizar a lo largo de la banda de atraque y finalmente hace contacto a todo lo largo. En agua quieta en general el contacto se hace en un ángulo de 45° , de tal manera que al bajar el portalón éste quede nivelado con respecto a la pendiente transversal de la rampa, como la mostrada en la Fig. N°2. Debe notarse que debido a la forma del impacto de una embarcación, usualmente la parte superior de las defensas o cubierta de la rampa recibe el primer impacto. En realidad, excepto en el caso a) y posiblemente en ciertos casos b), la energía cinética total de la embarcación no se transmite a la estructura.



Fig. N°2

8. PROFUNDIDAD DEL CANAL DE ACCESO

La profundidad en el canal de acceso es una función de los siguientes factores:

- ◆ Calado de la embarcación. Se deberá elegir siempre en plena carga y su altura variará entre 1.8 m y 2 m, dependiendo del tipo de embarcación.
- ◆ Sentado de la embarcación por efecto del oleaje (squat).

Este fenómeno se presenta cuando la embarcación entra en aguas bajas y consiste en el hundimiento que éste sufre por el incremento en la altura de la ola. Este fenómeno se ha estudiado y es posible establecer este valor de una manera empírica que para este tipo de embarcación se puede considerar una altura de 0.50 m. Además se debe considerar el movimiento de las olas y el factor de resguardo (Fig. N°3)

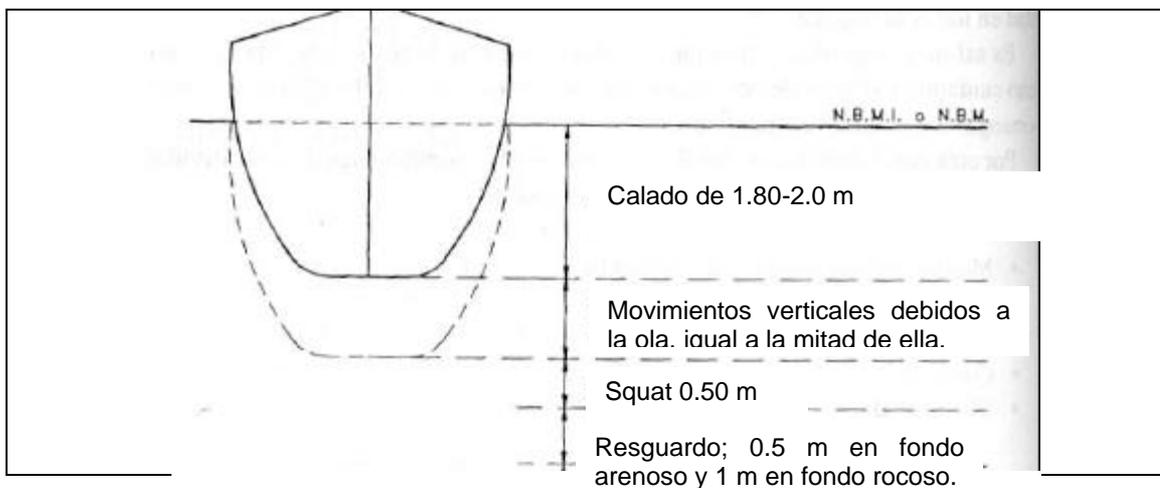


Fig. N°3

Factores que influyen en la determinación de la profundidad.

CAPÍTULO II

RAMPA DE HORMIGÓN EN MASA



Fig. N°4

1. GENERALIDADES

La construcción de este tipo de rampa considera básicamente las siguientes estructuras:

- ◆ Explanada de acceso que generalmente consiste en un relleno granular y/o carpeta de rodado de hormigón con muros de contención gravitacionales de hormigón en forma de estribos.
- ◆ Rampa con longitud, ancho y pendientes variables de acuerdo a diseños, construida en base a muros de contención laterales y frontales, con

rellenos interiores y losa de hormigón como superficie de tránsito. (Fig. N°5)

- ◆ Y en otros casos, la rampa contempla la construcción de muros de gravedad constituidos por bloques de cemento con pendiente y ancho determinados por cálculo. (Fig. N°6)

2. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Para el diseño de este tipo de rampa se considera lo siguiente:

- ◆ Pendiente de atraque de barcaza con respecto a la rampa.
- ◆ Dimensión de muro tipo de la zapata la que se desglosa de la siguiente forma:

TABLA N° 1

Tabla de Valores - Dimensión Zapata

H	a	b	c	d	e	Superficie Zapata	Superficie Total
0,40	0,25	---	0,35	0,40	---	---	---
0,60	0,25	0,40	0,40	0,71	0,15	0,29	0,48
0,80	0,25	0,40	0,45	0,85	0,18	0,38	0,65
1,00	0,25	0,50	0,55	0,91	0,18	0,50	0,87
1,20	0,25	0,60	0,60	1,00	0,20	0,60	1,08
1,40	0,25	0,70	0,60	1,07	0,20	0,64	1,22
1,60	0,30	0,80	0,70	1,22	0,22	0,85	1,64
1,80	0,30	0,90	0,80	1,35	0,25	1,08	2,02
2,00	0,30	1,00	0,80	1,40	0,25	1,12	2,22
2,30	0,35	1,15	0,90	1,60	0,28	1,44	2,91
2,80	0,40	1,40	1,05	1,94	0,35	2,04	4,14

MURO TIPO

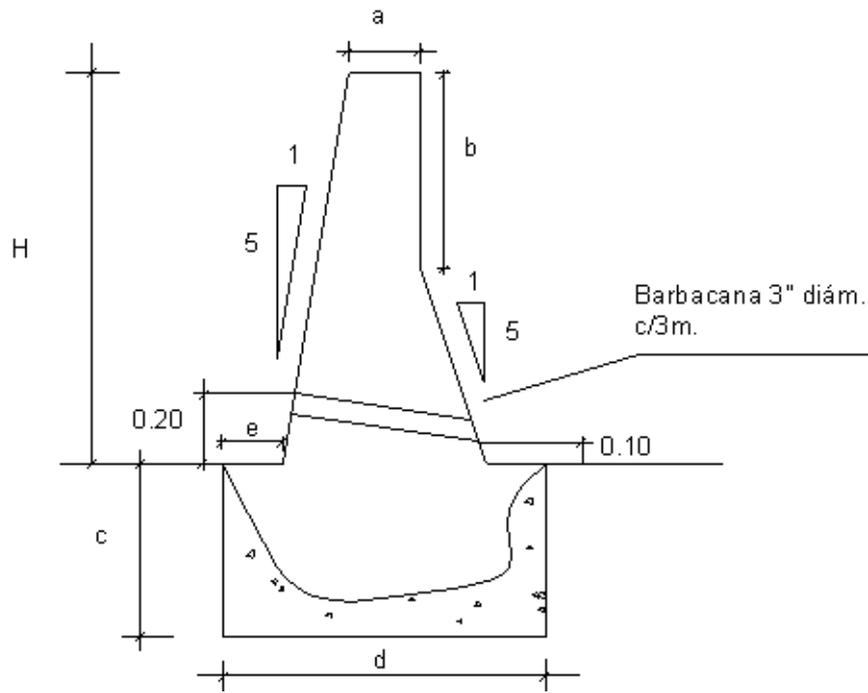


Fig. N°5

- ◆ Dimensión del muro tipo a base de bloques de cemento, como otra alternativa.

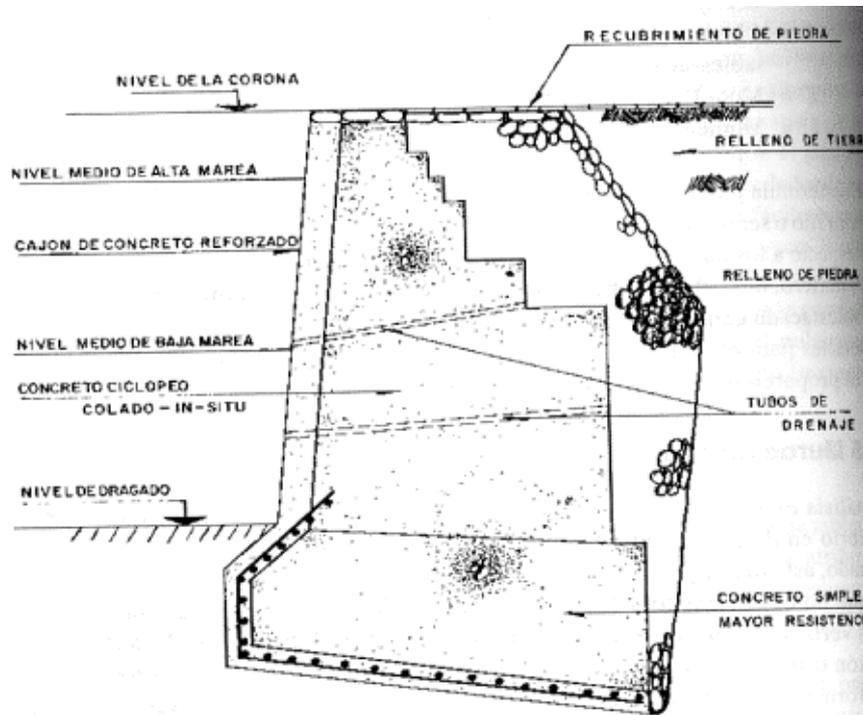


Fig. N° 6

3. EJECUCIÓN

3.1. GENERALIDADES

La realización de este ítem contempla varias etapas, en el cual se comienza con un previo trazado de la rampa, que entrega el alineamiento. Luego, se prosigue con la excavación y compactación del suelo a fundar, los que proporcionan una base sólida y pareja para las futuras fundaciones y muros de hormigón a instalar, y que irán dando la forma y pendiente a la rampa. Por consiguiente, se rellena entre muros transversales con material granular (ver Anexo D de Rellenos Compactados Generales) hasta la altura que determine el diseño, seguido de una base estabilizada de igual forma compactada. Para finalizar, se construye una losa o carpeta de rodado con los respectivos requisitos en cuanto a la elaboración, compactación y colocación del hormigón.

Todo lo antes señalado, se construye rigurosamente por el hecho de que este tipo de rampa no lleva, en sus muros, un acabado superficial a excepción del pavimento.

3.2. TRAZADO DE LA RAMPA

Una vez que se tiene el proyecto definitivo de la rampa se procede al replanteo de los ejes por medio de instrumentos topográficos, de acuerdo a un punto de referencia preestablecido (monolito), que indica las coordenadas de posición. Luego, de tener replanteado el trazado de la rampa se procede a darle cotas a las posiciones, para lo cual se coloca en terreno niveletas cada ciertos tramos, como se muestra en la Fig. N° 7.



Fig. N°7

3.3. EXCAVACIONES

Esta etapa se realiza una vez que el trazador da con exactitud el replanteo de los ejes, niveles y dimensiones. Posteriormente a lo dicho, se procede a ejecutar las excavaciones que corresponden a los materiales que se encuentran bajo la cota de terreno, en ellos se incluyen: todos los suelos orgánicos, escombros, rellenos que no sean adecuados para garantizar una buena fundación, es decir, que tengan un CBR menor al 10% o que no puedan densificarse al 95% DMCS de acuerdo a las exigencias de la especificación de compactación del suelo de fundación; o que sean necesarios retirar para permitir la construcción de la obra.

Este suelo a excavar es aquél que se encuentra dispuesto bajo las futuras fundaciones (Fig. N°8). Es decir, a lo largo y ancho de las zapatas, muros

laterales, transversales y de explanada. En el caso, que el suelo que se encuentra entre los futuros muros laterales (excavaciones realizadas hasta las cotas indicadas en el proyecto) apareciera, de igual forma, materiales inestables se procede a realizar lo mismo que lo mencionado en el párrafo anterior y a continuación se rellena con material adecuado hasta las cotas especificadas.



Fig. N° 8

Con lo anteriormente establecido, se proporciona una fundación sólida y pareja para la siguiente etapa.

3.4. COMPACTACIÓN DEL SUELO DE FUNDACIÓN

Una vez completada la etapa de las excavaciones de las futuras fundaciones y entre muros, según las cotas y dimensiones indicadas en el proyecto respectivo, se procede a ejecutar lo correspondiente a la preparación del suelo de fundación.

Éste consiste en escarificar y emparejar previamente la superficie del suelo natural, humidificándolos y compactándolos con equipos tales como rodillos de doble tambor con a lo menos 1 ton. de peso estático (Fig. N°9) entre otros (Fig. N°10 y N°11), para así obtener la densidad especificada.

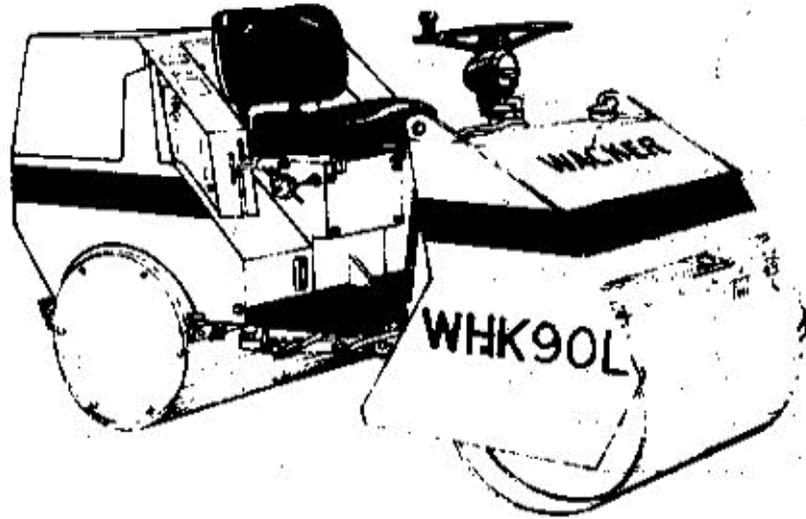


Fig. N°9
Rodillo vibratorio WACKER

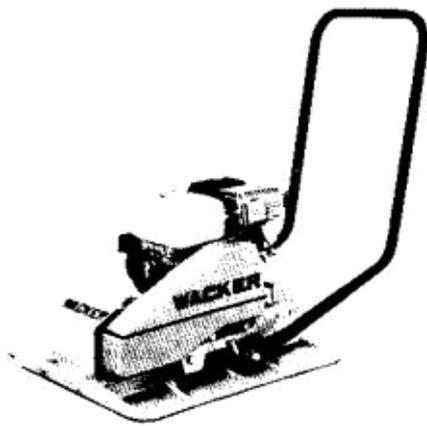


Fig. N°10
Placa vibratoria WACKER
Modelo VPA 1750



Fig. N°11
Rodillo vibratorio WACKER
Modelo W 55T

La compactación generalmente exigida para este tipo de obras, es del 95% de la D.M.C.S. del Proctor Modificado, en los últimos 20 cm. Teniendo un CBR como mínimo del 10%.

En todo caso si el suelo de fundación no cumple con el CBR exigido o si no se consigue la densidad mínima antes mencionada, se reemplaza en un mínimo de 0.30 m, hasta obtener los requisitos necesarios para las futuras fundaciones.

3.5. FUNDACIONES

3.5.1. Generalidades

Finalizada la etapa de compactación y verificada la densidad del suelo de fundación, se procede a la etapa de hormigonado de la zapata y moldajes de muros. Se usa generalmente un hormigón de calidad H-30 con los requisitos especificados en el Anexo B de hormigones y con las dimensiones mostradas en la tabla N°1, dependiendo de las necesidades del proyecto.

Durante esta ejecución, se van construyendo, como primera etapa, las fundaciones de hormigón en el suelo ya compactado y nivelado, dejando instalados anclajes cada 20 cm. constituidos por barras de acero con resaltes de 16 mm de diámetro, con forma de horquillas de 40x15x40 cm. por ejemplo, las que se instalan en forma perpendicular al eje del muro y enterradas 20 cm. en el hormigón de la fundación para que exista unión y adherencia con la ejecución posterior del muro lateral.

Una vez que se encuentre el hormigón endurecido de lo anteriormente señalado, se construyen moldajes sobre la fundación (corrida) dando la forma final del muro mostrado en la Fig. N°5.

Una vez, de ir avanzando en la construcción de las fundaciones en su desarrollo, de igual manera se avanza en la construcción de los muros de explanada, laterales y transversales de hormigón.

Hay que dejar claro, que los muros laterales y de explanada tienen las mismas características de diseño. Los muros transversales tienen forma rectangular con un cierto espesor.

3.5.2. Moldajes

Para el diseño, construcción, montaje y mantención de todos los moldajes de los muros de hormigón señalados en el punto 3.5.3, incluyendo arriostramientos y apuntalamientos, se realiza de acuerdo con la norma ACI 347. Los arriostramientos son los que evitarán todo movimiento de los moldes durante las etapas de colocación y fraguado del hormigón.

En el diseño del moldaje, se considera tanto las cargas estáticas como las dinámicas provenientes de las faenas de colocación y vibrado del hormigón.

En la etapa de construcción y montaje, los moldajes son colocados de acuerdo a los taludes o pendientes especificados según condiciones de diseño del proyecto.

En la mantención, los moldes son tratados con agentes desmoldantes para que aseguren un fácil retiro, sin deterioro y sin que incorporen coloraciones a la superficie del hormigón.

Previo a la colocación del hormigón, el moldaje es mojado en todos sus costados para evitar que éste, en el caso que fuera madera, absorba el agua del hormigón.

Ahora, los moldajes pueden ser de madera, metálicos o de una combinación de ambos materiales. La elección de ellos debe ser tal que asegure una buena terminación del hormigón una vez efectuado el descimbre.

Si se trata de un moldaje de madera, debe ser de una buena calidad, sin presentar agujeros producidos por nudos sueltos, fisuras, hendiduras, torceduras u otros defectos que puedan afectar el buen servicio del moldaje.

En caso de moldajes metálicos, las planchas usadas deben ser de un espesor tal, para que permanezcan indeformables y soportar la presión ejercida por el hormigón fresco en las paredes laterales. Ahora, al momento de usar pernos, éstos tendrán cabeza perdida para evitar marcas en la superficie del hormigón. Las grapas, pasadores y otros dispositivos de conexión son diseñadas para este efecto a modo de que puedan mantener los moldes rígidamente juntos y también permitiendo su retiro sin producir daños. Y en cuanto a su mantención, estos moldes estarán libres de óxido, grasa y otras materias extrañas que puedan afectar posteriormente las propiedades del hormigón.

En general, cualquiera que sea la elección de los moldajes se recomienda ser lo suficientemente estancos como para impedir pérdidas de lechada durante el proceso de colocación y compactación del hormigón, especialmente al hormigonar bajo el agua (véase Anexo B Hormigones, punto 12). Además, su construcción y mantención deben asegurar que al momento de ser retirados no se

requiera actos de palanqueos o golpes contra el hormigón colocado, con el fin de que los costados puedan ser retirados sin perturbar los moldes basales o sus soportes.

Sin embargo, en este tipo de rampa de hormigón en masa que no tiene una terminación final a estuco en sus muros, la superficie de moldaje en contacto con el hormigón que tiene que quedar a la vista debe presentarse perfectamente suave. De este modo, si se usan maderas, éstas estarán cubiertas con: planchas galvanizadas lisas, madera cepillada o cualquier otro sistema que diera resultados análogos.

3.5.3. Muros de Hormigón

Este ítem considera básicamente la construcción de tres tipos de muros hormigón, desde el punto de vista de su ubicación. Ellos son: muros laterales, muros transversales y muros de explanada. Los cuales son ejecutados una vez que el hormigón de las fundaciones se encuentre endurecido y esté provisto de una resistencia adecuada para la colocación de moldajes para este fin.

A. Muros laterales:

Los muros laterales se construyen en ambos frentes de ataque y su objetivo es ser estancos de los rellenos de la rampa. (Fig. N°12)



Fig. N°12

El hormigón que se utiliza normalmente para este tipo de obra es de calidad H-30, el cual no puede ser cargado ni sometido a vibraciones por sobrecargas de uso, antes de 21 días desde la fecha de su hormigonado. Y cumpliendo con las mismas exigencias que para las zapatas.

La construcción de este tipo de muros es, instalando moldajes sobre las fundaciones (Fig. N°13), los que son posteriormente hormigonados hasta las alturas que da la pendiente de la rampa y, dejando cada 15 m una junta de dilatación de 1 cm. de separación en todo el plano vertical de la sección del muro (Fig. 14), las que se forman mediante la colocación de planchas de aislapol. Estas juntas de dilatación son machihembradas con una profundidad de 2 ½" aprox. lo que se logra colocando en la etapa del moldaje, una pieza de madera vertical centrado en el ancho del coronamiento, con una sección trapezoidal de las siguientes dimensiones: 3" de base por 2 ½" de altura y 2 ½" de cara superior; forma del machihembre que facilitará la extracción del moldaje. Como sello de la junta por el muro interior se emplea un geotextil del tipo o calidad igual o superior

al BIDIM OP-30, con un ancho de 30 (cm.) cubriendo la junta en toda su extensión. Con esta situación, se establece una unión y adherencia del muro lateral de la rampa.



Fig. N° 13

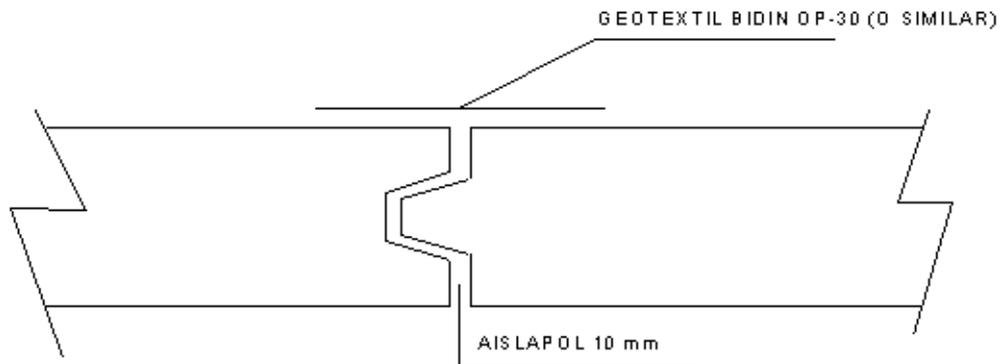


Fig.N°14

Al momento de ir colocando los moldajes de los muros laterales, se contempla la colocación de barbacanas circulares de 3" de diámetro, las que se ubican cada 3.0 m (Fig. N°12). Frente a cada barbacana se tiene que formar un filtro (bolsa), el que tiene las dimensiones de 60x60x25 (cm.) según sea el caso, y en todo su perímetro se cubre con geotextil, que es del tipo o calidad igual o superior al BIDIM OP-30.

Además, estos muros se afianzan entre ellos con tirantes de barras de acero de $\varnothing 12$ mm cada 15 m y a $h/3$ y $2 h/3$ por debajo del coronamiento del muro terminado; o un tirante de acero de $\varnothing 1 \frac{1}{4}$ " a $h/3$ dispuesto de igual forma por debajo de dicha viga. Ambos extremos de los tirantes se doblan 0.10 m en 90° . Los ganchos de los extremos de los tirantes abrazan una barra de acero de $\varnothing 12$ mm de 1 mt de longitud que se coloca en los muros de ambos costados de la rampa. Estos tirantes se encuentran envueltos dentro de un tubo de P.V.C. de 40 mm relleno con mortero para así evitar la corrosión producida por los sulfatos del agua de mar y a la vez se encuentran unidas mediante un tensor. (Fig. N°15)

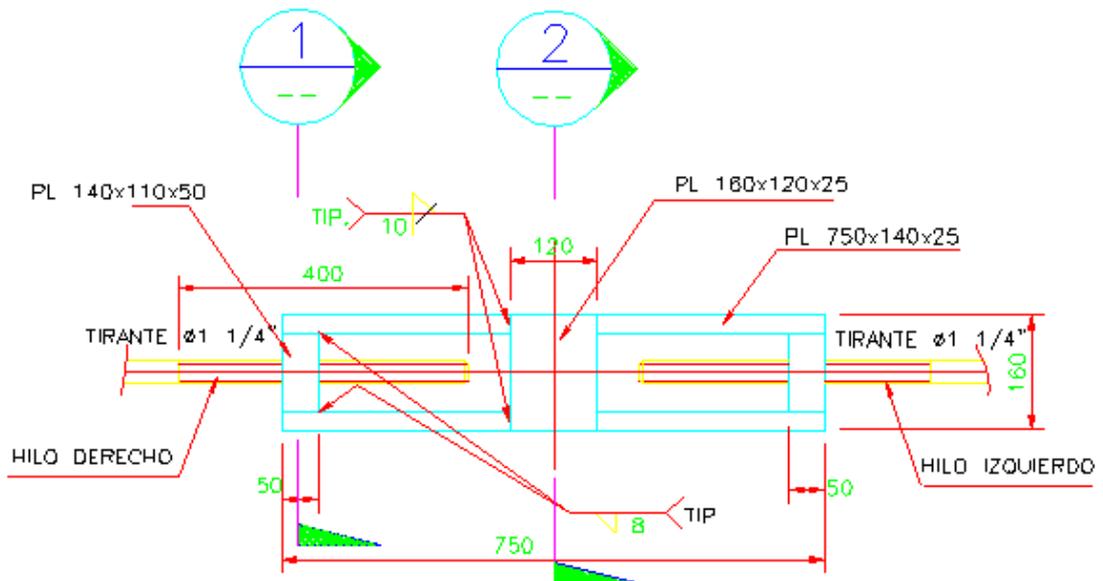


Fig. N° 15

Fig. N° 15

Detalle Tensor

B. Muros Transversales:

Estos se construyen con las formas de un rectángulo en el plano vertical con un cierto espesor y generalmente cada 15 m. justamente donde van ubicadas las juntas de dilatación de los muros laterales y según las necesidades

del respectivo proyecto. Este tipo de muros no contempla la colocación de barbacanas.

Además, durante su construcción se dejan instaladas las barras de acero de $\varnothing 12\text{mm}$ que sirven de anclaje a los muros de ambos costados, de modo que exista unión y adherencia entre muros.

C. Muros de Explanada:

Estos muros tienen la forma de un estribo, los que se ubican como medio de acceso a la rampa. No queriendo decir que necesariamente éstas deben contemplar muros de explanada ya que dependerá de las condiciones de relieve de la zona. Por lo general, cuando no existe la necesidad de este tipo de muros se emplea muros de contención con mampostería. (Fig. N°16)



Fig. N°16

El muro de explanada se construye utilizando la misma calidad de hormigón que la de los muros laterales (H-30) y por el cual, no pueden ser cargadas ni sometidas a vibraciones por compactación, antes de 21 días desde la fecha de su hormigonado.

En cuanto a la construcción, se realiza de igual forma que la de los muros laterales, excepto que no contempla barbacanas.

3.5.4. Viga de Coronamiento

Una vez de construir los muros laterales, se ejecuta “in situ” una viga de coronamiento de calidad H-30 sobre la parte superior de dicho muro y a lo largo de su desarrollo con la distribución de enfierradura mostrada en la Fig. N°17. Las siguientes fotos muestran la colocación y vibrado del hormigón en los moldes (Fig. N°18 y Fig. N°19 respectivamente) y la vista final cuando fragua (Fig. N°20) y se descimbra. Los cantos de la viga de coronamiento al exterior de los muros laterales de la rampa, como una opción, se ochavan en 2,5 cm. por lado, teniendo las precauciones del caso para que este remate resulte uniforme y agradable a la vista. Otra alternativa, es colocando un tubo de acero en la viga, como la mostrada en la Fig. N°21. Esta acción se lleva a cabo para evitar que al momento de atracar las barcazas, éstas no quiebren las aristas de la viga de coronamiento al aproximarse al muro lateral al bajar el portalón.



Fig. N°17



Fig. N°18



Fig. N°19

3.6. RELLENO GRANULAR

Antes de iniciar el relleno, se retira la capa vegetal o todo resto de materia orgánica, que se encuentre en el sector y que interfiera con esta actividad.

Después de contruidos los muros de hormigón, éstos se rellenan con una base granular (correspondiente al núcleo de la rampa) constituida de grava arenosa homogéneamente revuelto, libre de grumos o terrones de arcilla, materias vegetales u orgánicas o de cualquier sustancia que pueda resultar perjudicial. El material granular se coloca y compacta en capas no superiores a 20 cm. hasta alcanzar las cotas del proyecto. (Fig. 22)



Fig. N° 22

Éste relleno se voltea hasta alcanzar una compacidad equivalente o superior al 80% de la Densidad Relativa o una densidad mínima de un 95% de la

D.M.C.S. No se acepta en ningún caso un porcentaje de arcilla, materias orgánicas, basura y limo mayor que un 5% del total en peso del material.

3.7. BASE ESTABILIZADA

El material granular está constituido por un suelo arena gravosa, homogéneamente revuelto, libre de grumos o terrones de arcilla, materias vegetales u orgánicas o de cualquier sustancia perjudicial. (Fig. N° 23)



Fig. N° 23

El material a emplear en la confección de la base, tiene que cumplir con las siguientes características:

TABLA N°2

Granulometría (TM-503)

TAMIZ mm	ASTM	Porcentaje que pasa
50	2"	100
40	1 1/2"	70-100
25	1"	60-80
20	3/4"	50-80
10	3/8"	30-65
5	N°4	20-50
2	N°10	10-40
0,25	N°40	5-20
0,08	N°200	0-10

La fracción fina, perteneciente al material que pasa por malla N° 40, debe tener un Límite Líquido menor de 35% y un Índice de Plasticidad comprendido entre 4 y 6%. El agregado grueso, tamiz de 2" a 3/8", debe tener un desgaste máximo, según ensayo de Los Ángeles, inferior al 40%. Para cumplir con las exigencias del diseño de la rampa.

La compactación se lleva a cabo de igual forma que lo especificado en el punto 3.4. (Fig. N°24)



Fig. N° 24

La densidad de compactación seca que deben tener las capas de base, es mayor al 95% de la Densidad Máxima Seca determinada según el método LNV 95-85 o el 80% de la densidad relativa según el método LNV 96-85. La base granular se coloca y compacta en capas no superiores a 20 cm.

4. PAVIMENTO

Una vez de terminado la colocación del relleno y su compactación, se procede a la ejecución del pavimento.

Como cubierta de la rampa se construye una losa o carpeta de rodado de hormigón, sobre la base estabilizada, en un espesor de a lo menos de 20 cm. Este hormigón de calidad H-30, tiene que cumplir con los materiales y métodos de elaboración que se rigen de acuerdo a lo señalado en el Anexo B de Hormigones.

La ejecución de la carpeta de rodado se lleva a cabo, primeramente, con la colocación de moldajes metálicos los cuales van dispuestos en forma longitudinal o paralelos a los muros laterales. (Fig. N° 25)



Colocados estos moldajes, se verifica la altura o espesor de la carpeta, mediante la colocación de una barra metálica (igual a la altura de la carpeta), la cual en sus extremos se apoya y desplaza sobre los moldajes y muros de la rampa.

Una vez realizada esta operación, corregida la altura y se compactada la base y se programa la faena de hormigonado de acuerdo a las condiciones climáticas y niveles que alcanzarán las mareas para así evitar el lavado superficial del hormigón fresco y conseguir la confección de las franjas completas.

La colocación del hormigón de pavimento se lleva a cabo descargando el hormigón desde los camiones de transporte con las precauciones necesarias para evitar la segregación. Si el hormigón es elaborado en mezclador móvil, el transporte se hace en carretillas hormigoneras con ruedas de goma y evitando todo golpe por sacudida que pudiera producir segregación.

Si no se cuenta con un esparcidor mecánico del hormigón, el esparcido se hace a mano usando palas únicamente; por ningún motivo rastrillos. El hormigón una vez extendido, debe quedar con una sola altura un poco superior a la de los moldes, teniendo en cuenta el descenso que experimentará luego de la compactación.

Mediante el equipo de trabajo mecanizado, se efectúan las operaciones de regulación de espesor, vibrado y alisamiento de la superficie.

En una operación parcialmente mecanizada, la compactación se efectúa mediante cercha vibradora, y vibradores de inmersión.

La velocidad de avance se regula de modo que el vibrado se prolongue hasta el instante en que se observa aparecer sobre la superficie del pavimento una lechada superficial de cemento; no antes ni después.

El vibrado no tiene que llegar hasta el borde del frente de avance del hormigonado, sino que tiene que detenerse a una distancia de 50 cm., aproximadamente.

En caso que la operación completa no se realice por el equipo mecanizado, se procede a la terminación y alisado de la superficie del pavimento mediante una frotación; el que se efectúa mediante un cepillo o platacho de madera, provisto de un brazo con un largo no menor de 3.60m, el ancho de este cepillo es menor o igual a 15 cm.

Este cepillo se desliza sobre la superficie mediante movimientos de vaivén, mientras es mantenido en una posición de frotación normal al eje de la calzada, pasando gradualmente de un lado para otro. El borde del cepillo remueve el exceso de material desde los puntos altos hacia las depresiones, eliminando a su vez el exceso de agua o lechada del cemento. El movimiento de traslación, en el sentido del eje de la faja, se hace con desplazamientos sucesivos no mayores que la mitad del ancho del cepillo y en forma que haya una transición perfecta entre una y otra pasada.

A continuación del cepillado, se desliza sobre la superficie del pavimento una cercha de madera que corresponda al perfil transversal del mismo. Mediante esta cercha se comprueba si la superficie se ajusta a dicho perfil; en caso contrario, se rectificará, rellenando las presiones con hormigón recién mezclado que se compacta manualmente, o bien retirando el exceso de material en los puntos altos.

La terminación final se realiza mediante una cinta de goma de un ancho no menor de 20 cm., y por lo menos 1 m o más larga que el ancho de la faja pavimentada o de la media calzada, según corresponda. La cinta tiene agarraderas que permite una manipulación controlada y uniforme. Se opera mediante recorridos cortos y transversales con respecto al eje longitudinal y con un rápido avance paralelo a dicho eje. La cinta se mantiene limpia y sin adherencias de mortero.

Otra manera de terminar la superficie es con la pasada de un escobillón para obtener una superficie rugosa. El escobillón se pasa desde el centro hacia el borde de la faja recubriendo cada pasada al anterior. Las estrías que se forman en la superficie del pavimento se hacen paralelas y de un ancho no mayor de 1.5 mm. Esta operación se ejecuta luego que ha desaparecido la lechada superficial del pavimento.

La losa se construye, teniendo presente los siguientes tipos de juntas:

A. Juntas Longitudinales

La junta longitudinal se realiza a lo largo de la rampa, y se materializa por medio de los moldes laterales. Éstos deben presentar una saliente en la mitad de la altura, de forma semicircular o trapezoidal, para constituir entre ambas losas una circulación del tipo de caja y espiga; además, los moldes presentarán perforaciones circulares para la colocación de los pasadores, cuando se especifique.

Los pasadores se colocan en el hormigón fresco al hormigonar la primera faja del pavimento; los cuales serán de acero estriado no engrasándose de manera previa, y presentando una longitud de 60 cm. y un espaciamiento de 70 cm.; sus diámetros, de acuerdo al espesor del pavimento, son los siguientes:

TABLA N°3

Espesor del Pavimento	Diámetro del Pasador
15 cm.	12 mm
18 cm.	12 mm
20 cm.	16 mm
22 cm.	16 mm

Una vez retirado los moldes, se engrasa prolijamente el borde del pavimento, de modo de asegurar la separación de las losas.

Al hormigonar la segunda faja, se construye la ranura superior de la junta mediante terminación a mano con rodón metálico; esta ranura tiene una ancho de 6 a 8 mm y una profundidad de 2.5 cm. la cual se rellena con asfalto.

B. Juntas Transversales de Contracción en el Hormigón Fresco

Este tipo de juntas se construye a una distancia de 4 m entre sí, y de modo que las construidas en una faja de pavimento coincidan con las construidas en las fajas restantes.

Este sistema consiste en la construcción de juntas insertando, por vibración, una pletina formadora de juntas de altura igual a 1/4 del espesor del pavimento y de 6 a 8 mm de espesor en el hormigón fresco, debiéndose rectificar los bordes de las juntas con un rodón metálico de forma angular, para después ser rellenada con un material sellante.

C. Juntas Transversales de Contracción en el Hormigón Endurecido

Al igual que el punto B), éste tipo de juntas se construye a una distancia de 4 m entre sí, y de modo que las construidas en una faja de pavimento coincidan con las construidas en las fajas restantes. Éstas son marcadas en todo el largo del pavimento no aceptándose desviaciones laterales de más de 15 mm.

Se usa equipo de aserrado que cuenta con una hoja sierra de filo de diamante o de rueda abrasiva, ambos refrigerados por agua. El corte tiene una profundidad de $\frac{1}{4}$ del espesor de la losa y un ancho de 5 a 8 mm.

A fin de evitar la formación de grietas incontroladas de retracción de fraguado, el aserrado se inicia tan pronto como lo permita el endurecimiento del hormigón pero con las precauciones necesarias para evitar cualquier daño que pueda ocasionar la sierra, si no se llega al punto preciso de endurecimiento. El

plazo máximo para ejecutar el aserrado se considera de 24 horas luego de terminada la construcción del pavimento.

Si el aserrado se efectúa antes de retirar los moldes, se deja la parte próxima al molde sin aserrar, completándose la operación luego de retirados

D. Juntas Transversales de Construcción

Estas juntas se disponen en los términos de faena diaria debiendo coincidir con una junta transversal de contracción prevista. Para la ejecución de las juntas de construcción se usa como moldaje una tabla de álamo o pino cepillado de 1" de espesor y de acho igual a la altura del pavimento, sólidamente anclada al terreno para asegurar su inmovilidad. El que a su vez contará con las perforaciones necesarias para la colocación de pasadores de acero. Éstos tendrán una longitud mínima de 0.40 m y un espaciamiento de 0.30 m entre sí.

Su diámetro, en función del espesor del pavimento, es como se indica a continuación:

TABLA N° 4

Espesor del Pavimento	Diámetro del Pasador
15 cm.	19 mm
18 cm.	22 mm
20 cm.	25 mm
22 cm.	29 mm

Los pasadores es colocan a la mitad de la altura de la losa; están constituidos por barras de acero liso. Se engrasa la mitad del largo de la barra para permitir el libre movimiento de las losas en uno de sus extremos.

Al continuar el hormigonado y retirada la tabla que sirvió de moldaje, se tiene especial cuidado en la parte superior de la junta que quede libre de hormigón, para su posterior sellado. Esta junta tiene un ancho de 5 a 8 mm, y una profundidad de 2.5 cm.

En el caso que al término diario no coincidiera con una junta transversal prevista, se coloca como moldaje un molde metálico o de madera con chaflán con perforaciones a media altura para colocar pasadores de acero estriado de longitud 60 cm., espaciados a 70 cm. Su diámetro es de 12 mm si la losa es menor o igual a 18 cm. de espesor y 16 mm para espesores mayores a 18 cm.

Al continuar el hormigonado, el primer paño tiene como longitud de diferencia con el anterior para completar 4 m. de todas formas la longitud mínima para un paño de un corte imprevisto es de 1 m.

Esto significa que la longitud de un paño con corte imprevisto varía de 1 a 3 m.

E. Juntas de Transversales de Expansión

Estas juntas se construyen sólo en los siguientes casos:

- ◆ Unión de un pavimento nuevo con uno antiguo.
- ◆ Puntos de cambio del espesor o del ancho del pavimento.
- ◆ Empalme de un pavimento con otras estructuras, tales como puentes, losas vías férreas, etc. En este caso, la junta no se construye directamente en el empalme, sino separada de él por una longitud de pavimento equivalente a la separación entre dos juntas de contracción.

Las juntas de expansión están provistas de pasadores de acero liso de una longitud mínima de 40 cm. y con un espaciamiento de 30 cm. entre sí, colocados a la mitad de la altura de la losa. Su diámetro estará en función del espesor del pavimento, como se indica a continuación:

TABLA N° 5

Espesor del Pavimento	Diámetro del Pasador
15 cm.	19 mm
18 cm.	22 mm
20 cm.	25 mm
22 cm.	29 mm

La mitad del pasador queda anclada en una de las losas, la otra mitad se engrasa y queda inserta en su extremo dentro de una vaina o casquete metálico, de modo que pueda deslizarse en su interior libremente.

La ranura superior de la junta tiene un ancho de 2 cm. y una profundidad de 2,5 cm., siendo producida en el hormigón fresco mediante un cuchillo que penetra por vibración. Se rellena la ranura con una tira rígida de material adecuado, la que se elimina luego del fraguado del hormigón mediante fresado, limpiándose acuciosamente esta ranura antes del sellado.

CAPÍTULO III

RAMPA CON SISTEMA DE PILOTES Y LOSETA PREFABRICADA

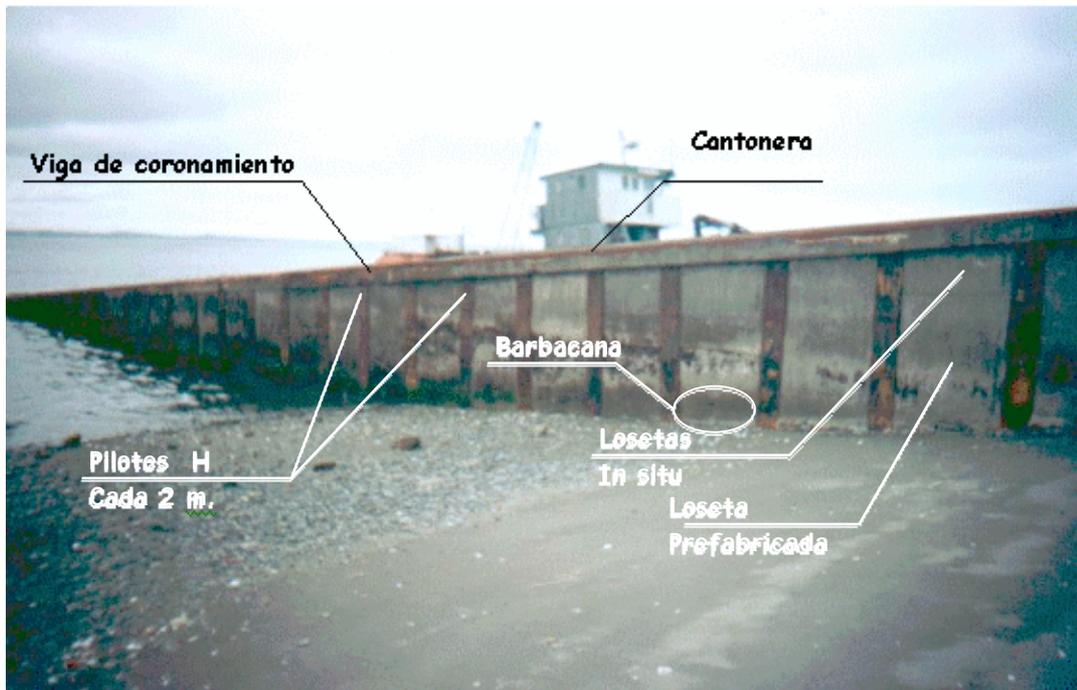


Fig. N° 26

1. GENERALIDADES

Este tipo de rampa prefabricada contempla las siguientes estructuras:

- ◆ Explanada de acceso que consiste en un relleno granular y/o carpeta de rodado de hormigón.
- ◆ Rampa con largo, ancho y pendiente variable construida a base de pilotes HN, separados entre 1-2 mt, y carpeta de rodado de hormigón.

2. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Al igual que la rampa de hormigón en masa, se considera:

- ◆ Pendiente de atraque.

- ◆ Dimensiones del pilotes H y losetas.

3. EJECUCIÓN

3.1. Generalidades

La ejecución de este tipo de rampa contempla: trazado, excavación y compactación del suelo, llevándose a cabo de igual forma que la mencionada en el capítulo II.

Una vez establecido lo anterior, se procede a la hincada de los pilotes mediante un martinete Delmag D-12 (Fig. N°27), los cuales presentan su respectiva protección anticorrosiva.

Con posterior a ello se procede a la instalación de las losetas prefabricadas, relleno granular y construcción de la carpeta de rodado de hormigón.



Fig. N°27

3.2. TIPO DE PILOTES

En la confección del muro de la rampa, el tipo de pilote utilizado para la confección de ésta es del tipo HN de calidad A37-24 ES, los que se hincan en un largo variable, generalmente cada 2 m en toda la extensión de la rampa (Fig. 28).



Fig. N°28

Los pilotes suministrados deben venir con la protección anticorrosiva correspondiente. Luego para la ejecución de soldaduras al unir los pilotes para que alcancen las alturas especificadas en terreno, se tiene que remover la pintura anticorrosiva y limpiar la zona a soldar para que exista una buena unión y adherencia . Una vez terminada la faena de soldadura, se limpia y remueve la pintura calcinada y/o deteriorada, y se procede nuevamente a reestablecer el esquema de pintura anticorrosiva.

3.3. HINCA DE PILOTES

Para efectuar la faena de hincado de pilotes se debe previamente, limpiar el fondo marino de clastos, rocas y cualquier material que pueda perjudicar esta faena, y a continuación se hincan en la posición y disposición indicada en los planos siendo su longitud de a lo menos 6 mts cada pilote.

La ficha de los pilotes es variable según el tramo. Debiéndose usar un martinete Delmag (Fig. N° 27) o uno de aire comprimido, teniendo presente que se tiene que alcanzar las fichas previstas, en faena continua. El sistema de hincado a usar debe asegurar la integridad del pilote durante el proceso, para lo cual se protege adecuadamente la cabeza de éste. La ficha de los pilotajes se mide a partir del suelo submarino que presente capacidad de soporte. Es decir, no se considera lo que penetre por peso propio del pilote más el peso del martinete.

Luego, utilizando un sistema de guías metálicas para la hincadura de los pilotes se garantiza que los pilotes no pierden su verticalidad y posición de proyecto. Aceptándose para este caso hasta una desviación de 30 mm., de la cabeza del pilote respecto de su posición teórica en el nudo (medida en la cota

superior teórica de término de hinca. Además, se puede tolerar en su inclinación, en los sentidos longitudinal y transversal, hasta el 1% que le corresponde a su posición teórica. Y por consiguiente, una vez instalados, los pilotes que resulten dañados y/o sobrepasen las tolerancias establecidas son inmediatamente extraídos y reemplazados.

Luego de la hinca, el extremo superior de los pilotes se rebaja, para eliminar la parte dañada por el martinete. Y a raíz del correspondiente corte, las cabezas superiores de los pilotes quedan perfectamente horizontales.

Se contempla para esta actividad un registro completo de la hincadura de cada pilote, inclinación, martinete empleado, cota del fondo marino, cota del lecho de roca, penetración de peso propio; por peso de martinete y por golpes por cada 10 cm., incluyéndose la fecha, hora de inicio y de término de la hinca, incluso los tiempos de detención de ésta.

3.4. ESQUEMA DE PROTECCION ANTICORROSIVA

El sistema de protección de los pilotes y planchas contra la corrosión, se efectúa mediante un previo arenado, a metal casi blanco de acuerdo con las normas, para recibir una mano de pintura anticorrosiva Epoxy Zinc As 331 – 250 o similar de 2,5 mils mínimo seco y después una terminación con Epoxy Brea As 388 – 400 o similar de 8 mils de espesor seco, como mínimo. Cada mano es de color diferente al de la anterior, para evitar de esta manera, que algunas zonas no reciban las manos de pintura establecidas.

La aplicación de estas pinturas se lleva a cabo sólo cuando se presentan las condiciones ambientales favorables que recomiende el fabricante de las pinturas, en cuanto a temperatura y humedad relativa y siempre que se haya realizado una correcta limpieza de las piezas.

El tratamiento anticorrosivo se aplica en taller. La pintura que sufra deterioro a raíz del montaje o manipulación, significará aplicar a las superficies afectadas ya sea por golpes, soldaduras raspaduras o cualquier causa, el mismo tratamiento completo detallado anteriormente.

En el caso que sea necesario complementar la protección de los elementos o reparar pinturas bajo el nivel del mar, se puede aplicar en el área afectada una masilla epóxica As 345 – 15 o similar de 5 mm. de espesor mínimo, sobre una superficie arenada a metal blanco.

Lo anterior, se ve con más detalle en el Anexo C de Pinturas.

3.5. PLANCHAS GOUSSETS

Las planchas de unión entre pilotes son de calidad A 37 – 24 ES, con las dimensiones indicadas en los respectivos proyectos. Las planchas tienen el mismo sistema duplex de protección de pinturas indicadas en el párrafo correspondiente a la protección anticorrosiva.

Como soldadura típica se entiende la aplicada con electrodos del tipo E6011 cuyo filete típico es de 10 mm y que cumplan las normas AWS_ASTM y INN.

3.6. INSTALACIÓN DE LOSETAS

La instalación de las losetas prefabricadas se dispone en la ubicación a lo estipulado en el proyecto respectivo.

El hormigón a utilizar es de calidad H-30, con un 90% de nivel de confianza y una razón de agua- cemento de 0,45, y un acero de refuerzo de calidad A44-28H.

Las losetas utilizadas en la construcción de los muros laterales, son de hormigón armado generalmente de 20 cm. de espesor, de 1 metro de alto y con un largo que oscila de entre 1,0 a 2,0 m. (Fig. N°29 y Fig. N°30)



Fig. N° 29



Fig. N°30

En su instalación se deja al menos 1,0 m de loseta enterrada, tanto en el lado interior como en el lado exterior del rompeolas (Fig. N° 26). Además, se considera la preparación del fondo marino para la instalación de las primeras losetas entre los pilotes ya hincados, es decir, la excavación necesaria para este efecto y el posterior relleno, con el mismo material.

Durante las operaciones de curado, almacenamiento, transporte y montaje, no se someten a las losetas a tensiones excesivas, pandeos u otros daños que pudieran afectarla desfavorablemente, y teniendo especial cuidado que la posición del lado del mar sea la correcta, por este motivo, las losetas se pueden izar en forma vertical, utilizando medios de accionamiento hidráulicos, con el fin de evitar aceleraciones bruscas, golpes y tener el control de instalar suavemente la loseta para evitar daños en ésta.

También, cada elemento o componente prefabricado debe marcarse indicando su lugar de ubicación en la estructura, su parte externa (lado mar) y la

fecha de fabricación. Las marcas de identificación deben corresponder a los planos del proyecto.

Para el caso de aquellas placas que deben ser hormigonadas en sitio, mantienen la enfierradura de la loseta inferior, sus dimensiones y exigencias. Con el fin de separarla la loseta interior de los pilotes, se intercala una plancha de cholgúan, de un espesor no superior a 4 mm y sus moldajes no pueden ser retirados antes de 5 días de efectuado el hormigonado ni podrán ser sometidas a cargas antes de 21 días desde dicha faena.

Posteriormente, se colocan barbacanas de tubo de P.V.C. de 3" de diámetro, según lo indicado en los planos respectivos, como sistema de drenaje del material.

3.7. INSTALACION GEOTEXTIL

El geotextil utilizado para este tipo de muro de rampa es del tipo 215 gr/m² y de ancho no inferior a 3,8 m. El geotextil se coloca de manera tal que su extremo superior alcance el nivel superior del muro cubriendo toda la pantalla y disponiendo la longitud restante apoyada sobre el relleno. El geotextil utilizado es del tipo no tejido, constituido por fibras de polipropileno, poliéster o poliamida, o combinaciones de ellas. En el procedimiento de fabricación no puede ser calandrado, agujado o ligado químicamente, debiendo cumplir los siguientes requisitos:

Peso	ASTM D3776	215 gr./m ²
Resistencia tracción	ASTM D4632	780N
Permeabilidad vertical (KY)	ASTM D4491	0,5 cm./seg.
Resistencia al estallido (ruptura)	ASTM D3786	1.620Kpa
Espesor	ASTM D1777	2,0 mm
Abertura aparente de poros AOS	ASTM D4751	0,15-0,21 mm
Resistencia a la perforación	ASTM D4833	360 N

Los rellenos en contacto con el geotextil no se dejan caer de una altura mayor de 30 cm., ni pueden arrastrarse sobre la superficie del geotextil.

En las eventuales uniones que se producen entre geotextiles, se realiza un traslapado de 0.5 m cuando quedan sobre el nivel máximo de las aguas y en enmendaduras o parches.

3.8. INSTALACION Y FABRICACION DE TIRANTES Y TENSORES

Los tirantes y tensores se confeccionan e instalan de tal manera para afianzar las paredes del muro cuyo diámetro del tirante debiera ser de al menos 1 ¼" y unidos a los pilotes en sus extremos mediante la utilización de pletinas de amarre en acero A37-24ES. Los tirantes se protegen mediante la aplicación de una capa de brea en caliente, luego se embarrilan con restos de sacos de yute, y posteriormente, se coloca otra mano de brea en caliente. El tensor utilizado para la tensión del tirante es embebido en creosota y arpillera, una vez que el tirante haya sido tensado. Se debe tener cuidado en mantener un trazado rectilíneo entre ambos puntos de sujeción.

La tensión del tirante mediante la utilización del tensor se divide en dos etapas:

3.8.1. Tensión inicial del tirante:

Con el fin de garantizar un adecuado trabajo de los tirantes, ellos son inicialmente tensionados mediante la aplicación de una fuerza de tracción de aproximadamente 2 ton. Esta fuerza de tracción de los anclajes se mantiene aplicada durante el proceso de colocación y compactación de los rellenos restantes. La magnitud de las fuerzas de pretensión es corregida en terreno, dentro de los rangos razonables, con el fin de mantener la linealidad de la pantalla. Las deformaciones resultantes de la aplicación de estas fuerzas no deben exceder a las toleradas por la estructura y que no comprometan la verticalidad y alineación.

3.8.2. Tensión final de los tirantes:

Una vez colocados y compactados los rellenos, se procede a la aplicación de la tensión final de puesta de servicio de los tirantes. Se realiza la tensión en forma gradual, hasta un límite que tienda a la fuerza de tracción de cálculo aproximada a 10 ton. En todo caso la tensión no debe producir alteraciones discontinuas de las pantallas. Al finalizar estas faenas se retoca con brea caliente los sectores que han perdido esta protección.

3.9. VIGA DE CORONAMIENTO

Se construye una viga de coronamiento la que puede tener las dimensiones de 0,45 x 0,50 m, a lo largo de toda la pantalla de losetas, en hormigón armado.

Se considera en esta partida el hormigón, los moldajes, insertos, anclajes, fierro de refuerzo, juntas. El hormigón es de calidad H-30 con un 90% nivel de confianza y una razón agua-cemento de 0,45. El acero de refuerzo es de calidad A44-28H.

3.10. RELLENO MATERIAL GRANULAR

En este punto se considera el suministro y colocación del material granular por volteo, necesario para materializar el relleno del núcleo de la rampa.

Antes de iniciar el relleno, se considera el corte de la capa vegetal o todo resto de materia orgánica, que se encuentre en el sector y que interfiera en el inicio de las obras.

Luego, el relleno constituido por material granular (grava arenosa) u otro material de condiciones similares, se voltea hasta alcanzar una compacidad equivalente o superior al 80% de la Densidad Relativa o una densidad mínima de un 95% de la D.M.C.S. No aceptándose en ningún caso un porcentaje de arcilla, materias orgánicas, basura, cieno y limo mayor que un 5% del total en peso del material.

3.11. BASE ESTABILIZADA

La densidad de compactación seca que deben tener las capas de base, es mayor al 95% de la Densidad Máxima Seca determinada según el método LNV 95-85 o el 80% de la densidad relativa según el método LNV 96-85. La base granular se coloca y compacta en capas no superiores a 30 cm.

El material granular a usar está constituido por un suelo arena gravosa, homogéneamente revuelto, libre de grumos o terrones de arcilla, materias vegetales u orgánicas o de cualquier sustancia perjudicial.

El material a emplear en la confección de la base, cumplirá con las mismas características de granulometría especificado en el punto 3.7 del capítulo II.

3.12. PAVIMENTO

Este ítem considera un pavimento H-30, con un espesor de 20 cm.

La faena del hormigonado se realiza en franjas perpendiculares a la pantalla de losetas lo que permite obtener las pendientes del proyecto. Cada franja tiene un ancho de acuerdo al respectivo proyecto al igual que las juntas transversales.

La superficie de rodado donde atracca la barcaza contempla la incrustación de rieles de acero de ferrocarril de calidad A37-24ES, para evitar el desgaste de dicha superficie al bajar el portalón. (Fig. N°31)



Fig. N°31

En cuanto a sus juntas, se lleva a cabo con las mismas características señaladas en el capítulo II.

CAPÍTULO IV

**RAMPA CON SISTEMA DE GAVIONES DE
TABLESTACA****1. GENERALIDADES**

Este proyecto básicamente comprende:

- ◆ Muelle acceso a rampa:
Compuesto por un sistema de pilotes circulares y plataforma de hormigón
- ◆ Rampa de Gaviones de Tablestacas:

Compuesto por la construcción de gaviones a base de tablestacas planas de acero y de intergaviones de enlace (de iguales características)

2. CONSTRUCCIÓN DE GAVIONES DE TABLESTACAS

2.1. GENERALIDADES

Este tipo de construcción como anteriormente se describió, está compuesto por gaviones (Fig. 32) y de arcos de enlace (intergaviones) (Fig. N°33), los cuales se forman mediante el hincado de tablestacas planas de acero, las que posteriormente son rellenas con material granular. Con su posterior ejecución de la carpeta de rodado.



Fig. N°32



Fig.N° 33
Gavión e intergavión

2.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS TABLESTACAS

Generalmente las tablestacas utilizadas para este tipo de construcción tienen las siguientes características:

a)	Espesor mínimo	9.5mm
b)	Ancho efectivo	400mm
c)	Tensión de desabroche	350 ton/m
d)	Punto de Fluencia	36 Kg f/mm ²
e)	Fatiga de ruptura	50 kg f/mm ²
f)	Elongación	22 %
g)	Tipo de Acero	Marino
h)	Peso	54.20 kg/ml

La longitud de las tablestacas, su ficha y cota de coronamiento son las indicadas en el proyecto respectivo y de acuerdo a las necesidades del mismo.

2.3. EJECUCIÓN

2.3.1. Construcción de Gaviones:

La construcción de los gaviones se hace utilizando una plantilla circular, para así formar cilindros de diferentes diámetros de acuerdo al proyecto, la cual se afianza en su posición correcta mediante pilotes y arriostramientos provisionarios. (Fig. N°34).



Fig. N°34

Plantillas guías

Posteriormente y una vez verificado el correcto emplazamiento de las plantillas guías, se procede al hincado de las tablestacas.

2.3.2. Hincadura de las Tablestacas

Previo a la hincadura, en caso de poseer un suelo no sustentable se realiza un dragado de la zona antes de iniciar la actividad.

Concluida la etapa anterior (punto 2.3.1), se prosigue a la hinca de las tablestacas hasta la cota exigida en el proyecto, utilizando para ello un martinete Delmag D-12 o similar; de preferencia hincando de a pares.

En caso que en niveles superiores a dichas profundidades no se alcance la penetración mayor de 10 cm., por cada 50 golpes de martinete, se procede al empleo de dos lanzas de agua, siempre que las dos se coloquen simultáneamente una en la superficie interior y otra en la superficie exterior de las tablestacas que se están hincando.

No obstante, la hinca que se efectúa primeramente, es el de las tablestacas de los gaviones con su respectivo llenado y con la ayuda de las plantillas guías mencionadas en el punto 2.3.1 (Fig. N°35). Luego, se procede a la hincadura de las tablestacas de los arcos de enlace (intergaviones) y el correspondiente llenado de la zona entre gaviones (a lo menos 2 gaviones completos antes de hacer arcos).



Fig. N°35

A medida que se realiza la hinca, las cabezas de las tablestacas se protegen del impacto directo del martinete, mediante “cabezales” amortiguadores del golpe y así mantenerlos siempre en buenas condiciones.

Se tolera como desviaciones máximas de la línea teórica (circunferencia del gavión) aquellas que no excedan los 150mm en toda la altura del gavión. Si las desviaciones son mayores de dicho valor o las tablestacas resultan dañadas durante el proceso de instalación, son extraídas y reemplazadas por otras en buenas condiciones. Lo anterior, es para evitar una posible torsión y pérdida de la verticalidad de ellas.

Hay que tener en cuenta que la o las plantillas guías que se utilizan, para enganche e hincado de las tablestacas de los gaviones, deben tener una adecuada altura y la suficiente resistencia estructural para poder ejecutar el trabajo en la mejor forma posible. El número de anillos guías será aquel que

asegure un trabajo de hincada dentro de la tolerancia estipulada, arrojada por los cálculos respectivos para este efecto.

Es importante resaltar el disponer de una cancha de almacenamiento para estos elementos; el cual tiene que contar con un piso lo suficientemente firme para que no sufra deformaciones con las cargas de éstas y, los caballetes de apoyo estar perfectamente nivelados y con una separación no mayor de 3m.

Una vez completada la hincadura de todas las tablestacas se corta el extremo superior de éstas a las cotas definidas en los planos y se retiran las guías, pilotes y estructuras provisionarias utilizadas para este objeto; solamente se dejan instalados aquellos elementos que no sobresalen del nivel superior de los gaviones ni interfieren con su relleno.

2.3.3. Relleno de gaviones

Después de haber concluido el hincado de los gaviones se procede al llenado, partiendo desde el centro del gavión. Su transporte es por medio de balzas. (Fig. N° 36)



Fig. N° 36

Los gaviones y los intergaviones se rellenan con grava arenosa (Fig.N°37) , siendo aceptable solamente el material con menos del 50% de arena que pase la malla N° 4 y menos del 10% de finos que pasen la malla N° 200, y que esté exento de sustancias orgánicas, escombros o basuras que puedan alterar las propiedades del material.



Fig. N°37

El material a colocar se realiza sobre el nivel +1m, en capas no mayor a 20cm, de espesor, compactándolo con una placa o rodillo vibratorio de 0.5 toneladas de peso estático y con un mínimo de 5 pasadas sobre cada punto. El relleno en los arcos entre gaviones se observa igual sistema de compactación.

2.3.4. Estructura Superficie de los gaviones

Para poder lograr un confinamiento total de la estructura de las tablestacas, se instala en el interior de los gaviones, rieles de acero (Fig. N° 38) cada 1 mts, dispuestos en un ángulo de 45° con respecto al eje central de la rampa. Realizándose sólo en el lado de atraque de la barcaza.



Fig. N°38

2.3.5. Viga de coronamiento

El hormigón a usar es de calidad H-30 con un 90% nivel de confianza y una razón agua-cemento de 0,45. El acero de refuerzo utilizado es A44-28H.

Las vigas de coronamiento son de sección rectangular, al igual que las dos rampas mencionadas en los capítulos anteriores las que pueden tener dimensiones de 0.2x0.3m. por ejemplo , y van dispuestas al borde superior de las

tablestacas de los gaviones. Esta viga es de hormigón armado y va incrustada en el centro en la tablestaca del gavión. En la Fig. N°39 se observa la armadura de la viga de coronamiento y; la disposición del moldaje para su posterior hormigonado en la Fig.N°40.



Fig. N°39



Fig. N°40

2.3.6. Pavimento

Las características del pavimento presenta de manera análoga a lo expuesto en capítulos anteriores, con respecto al hormigón, ya sea, en confección, colocación y compactación; y al tratamiento de las juntas de hormigonado.

Excepto en las zonas de los intergaviones los cuales están provisto de la confección de mampostería.

ANEXO A

GLOSARIO

1. **Agregados (Grueso o fino):** Roca quebrada, arena o grava que han sido graduadas y pueden usarse como material de relleno.
2. **Arcilla:** Suelo cohesivo que se compone de partículas cuyo diámetro es de menos de 0.006 mm.
3. **Base Estabilizada:** Capa de material sobre la cual se pone el pavimento. Esta capa puede consistir en diversos tipos de materiales que varían desde suelos seleccionados hasta grava o piedra quebrada.
4. **Batimetría:** Estudio del relieve del suelo submarino.
5. **Cohesión:** La características de algunas partículas del suelo de atraer y adherirse a partículas semejantes. Se mantienen pegadas.
6. **Compresibilidad:** La propiedad del suelo de permanecer comprimido después de la compactación.
7. **Corrientes:** Son desplazamientos de masas de mar provocadas por la presencia de mareas distintas en dos sitios (diferencia en niveles) por diferencia de densidades o temperaturas.
8. **Densidad:** La relación del peso de la sustancia a su volumen.

9. **Descimbre:** Es la acción de retirar los moldajes.
10. **Dragado:** Es la extracción de materiales (fango, arena, grava, etc.) del fondo del mar en puertos, así como en ríos y canales navegables, con el fin de aumentar la profundidad descargando estos azolves en las zonas de depósito, que pueden ser en agua, o utilizarlos en el relleno de áreas bajas, para asiento de instalaciones industriales y de urbanización o simplemente para sanear terrenos pantanosos que originan condiciones insalubres en algunas localidades.
11. **Especificaciones del resultado final:** Las especificaciones de la Compactación que permiten que los resultados, en lugar de las especificaciones del método, sean el factor determinante en la selección del equipo.
12. **Estabilizar:** Afirmer el suelo para impedir su movimiento.
13. **Excitador:** El componente de un compactador vibratorio que produce fuerza centrífuga mediante una pesa excéntrica de accionamiento mecánico.
14. **Fango:** Barro con abundancia de humus o vegetación descompuesta.
15. **Finos:** las partículas más pequeñas del suelo en una mezcla de suelo graduada.
16. **Frecuencia:** La velocidad a la cual funciona un compactador vibratorio, generalmente indicada en VPM-vibraciones por minuto.

17. **Grava:** Suelo de partículas gruesas de tamaños que varían de 10 a 76 mm.
18. **Impermeable:** Resistente al movimiento del agua.
19. **Índice de Plasticidad:** La diferencia numérica entre el límite líquido del suelo y el límite plástico.
20. **Límite Líquido:** El contenido de agua al cual el suelo cambia de estado plástico a estado líquido.
21. **Límite Plástico:** El contenido mínimo de agua con el cual el suelo permanece en estado plástico.
22. **Limo:** Suelo compuesto de partículas de tamaño que varía entre 0.09 y 0.006 mm de diámetro.
23. **Mareas:** Llamadas mareas astronómicas, que es el cambio periódico del nivel del mar producido por la atracción gravitacional de la Luna, Sol y otros cuerpos astronómicos.
24. **Material Cohesivo:** Suelo que tiene propiedades de cohesión.
25. **Material Granular:** Tipo de suelo cuyas partículas son más gruesas que el material cohesivo y que no se pegan entre sí.

- 26. Pendiente:** Generalmente descrita como la elevación de la superficie del suelo en los puntos donde toca la estructura. Asimismo, talud de la superficie.
- 27. Prueba Proctor Modificada:** Prueba de la humedad-densidad de especificaciones más rígidas que la Prueba Standard de Proctor. La diferencia básica consiste en el empleo de una pieza más pesada que se deja caer de una distancia mayor en el laboratorio.
- 28. Prueba Proctor Standard:** Un método de prueba desarrollado por R.R. Proctor para determinar la relación de densidad-humedad en los suelos. Se emplea casi universalmente para determinar la densidad máxima de cualquier suelo a fin de que las especificaciones puedan prepararse correctamente para satisfacer los requisitos de construcción en el sitio.
- 29. Relleno:** Materiales empleados para rellenar un corte u otra excavación, o la acción de efectuar el relleno.
- 30. Subbase:** Capa de material seleccionado que se coloca para dar resistencia a la base del camino. En lugares donde la construcción pasa por terreno pantanoso e inestable, a menudo es necesario excavar y extraer el material natural y reemplazarlo por materiales más estables. El material que se emplea para reemplazar los suelos naturales inestables generalmente se llama material de subbase y, cuando es apisonado, se llama la subbase.

31. **Subrasante:** La superficie producida nivelando la tierra nativa, o materiales baratos traídos de otra parte que sirven de base para un pavimento más costoso.
32. **Suelo:** La superficie de material suelto de la corteza terrestre.
33. **Tablestaca:** Son piezas largas y planas de madera, hormigón armado o metal, que se hunden en el suelo por hinca, unas al lado de las otras y en contacto, de forma que constituyan cortinas planas o curvas que a veces se completan mediante pilotes.
34. **Transbordador:** Son barcos que permiten el transbordo de la carga por rodadura, por medio de rampas con que cuentan las naves en proa, popa o en los costados, apoyadas en rampas y que permiten la circulación simple o doble, de camiones del barco al atracadero o viceversa. De este tipo los hay mixtos; en cuanto a que prestan servicio de carga y pasaje.
35. **VPM:** Vibraciones por minuto calculadas según el número de revoluciones que el excitador hace por minuto.

ANEXO B

HORMIGONES

1. GENERALIDADES

Los materiales y los procedimientos utilizados para la confección de los hormigones, se han regido por las siguientes referencias y normas.

REFERENCIAS Y NORMAS

Cemento

NCh 148 Of. 68	Cemento. Terminología, clasificación y especificaciones generales.
NCh 162 Of. 77	Cemento. Extracción de muestras.

Áridos

NCh 163 Of.79	Áridos para morteros y hormigones. Requisitos generales.
NCh 164 EOf.76	Áridos. Extracción y preparación de muestras.
NCh 165 Of.77	Áridos. Tamizado y determinación del a granulometría.
NCh 166 Of.62	Áridos. Determinación colorimétrica de la presencia de impurezas orgánicas en las arenas.
NCh 1116 Of.77	Áridos. Determinación de la densidad aparente.
NCh 1117 EOf.77	Áridos. Determinación de las densidades, real y neta, y la absorción de agua de las gravas.

NCh 1223 Of.77	Áridos. Determinación del material fino, menor que 0.080 mm.
NCh 1239 Of.77	Áridos. Determinación de las densidades, real y neta, y la absorción de agua de las arenas.
NCh 1325 Of.78	Áridos. Determinación del equivalente de arena.
NCh 1326 Of.77	Áridos. Determinación de huecos.
NCh 1327 Of.77	Áridos. Determinación de partículas desmenuzables.
NCh 1328 Of.77	Áridos. Determinación del a desintegración. Método de los Sulfatos.
NCh 1369 Of.78	Áridos. Determinación del desgaste de las gravas. Método de la máquina de Los Ángeles.
NCh 1444/1 Of.80	Áridos para morteros y hormigones. Determinación de sales. Parte 1: Determinación de cloruros y sulfatos.
NCh 1511 Of.80	Áridos para morteros y hormigones. Determinación del Coeficiente volumétrico medio de las gravas.

Hormigón

NCh 170 Of.85	Hormigón. Requisitos generales.
NCh 171 Of.75	Hormigón. Extracción de muestras del hormigón fresco.
NCh 430 aR.86	Hormigón Armado. Requisitos de diseño y cálculo.
NCh 1017 EOf.75	Hormigón. Confección y curado en obra de probetas para ensayos de compresión y tracción.
NCh 1018 EOf.77	Hormigón. Preparación de mezclas de pruebas en Laboratorio.
NCh 1019 EOf.74	Hormigón. Determinación de la docilidad. Método del Cono de Abrahams.

NCh 1037 Of.77	Hormigón. Ensayo de compresión de probetas cúbicas y cilíndricas.
NCh 1038 Of.77	Hormigón. Ensayo de tracción por flexión.
NCh 1443 Of.78	Hormigón. Agua de amasado. Muestreo.
NCh 1498 Of.82	Hormigón. Agua de amasado. Requisitos.
NCh 1564 Of.79	Hormigón. Determinación del a densidad aparente, del rendimiento, del contenido de cemento y del contenido de aire del hormigón fresco.
NCh 1998 of.89	Hormigón. Evaluación estadística del a resistencia mecánica.

2. MATERIALES

2.1. Cemento

El cemento a usar en las obras debe cumplir con lo especificado en NCh 148, en cuanto a clases, grados, requisitos químicos, propiedades físicas y mecánicas. El cemento usado es del tipo Pórtland puzolánico poseedor de menos del 30% de puzolanas, prefiriéndose aquellos cementos con un contenido máximo de aluminato tricálcico (C_3A) inferior al 9%. Esto se debe, a que el óxido anteriormente señalado tiene mucho calor de fraguado y es de reacción rápida. De él depende la resistencia del hormigón a un día. Además, como es atacable por los sulfatos, se hace vulnerable por el agua de mar cuando sobrepasa este porcentaje.

En el momento de usar, el cemento no tiene que presentar terrones que no se rompan al simple contacto de los dedos, y no se utiliza aquel que haya

sufrido envejecimiento o que haya sido almacenado por un período mayor de 30 días, a menos que se demuestre mediante ensayos en mortero normal que no presenta deterioro en sus propiedades: tiempo de fraguado y resistencia.

El cemento se sugiere almacenar en un recinto cerrado, adecuadamente ventilado que lo proteja de la humedad y de las condiciones climáticas, que son bastantes desfavorables en las zonas centro y sur. De acuerdo con el procedimiento de entrega el cemento se guarda en silos (cemento a granel) o bodegas (cemento en bolsa). En este último caso, las bodegas se construyen con un piso sobre envigado, que permite la circulación de aire, y muros que impiden el paso de humedad dando así un adecuado aislamiento para mantenerlo dentro del rango de temperaturas normales. Las pilas de sacos de cemento tienen una altura máxima de 10 sacos, estando separados por lo menos 15 cm., permitiendo así su fácil inspección.

El cemento defectuoso, se retira de la faena, puesto a que no cumplirá con los requerimientos para su uso.

2.2. Áridos

Están compuestos de material pétreo, de forma y tamaño estables, limpios y libres de terrones, partículas blandas o laminadas, arcillas, impurezas orgánicas, sales u otras sustancias que, por su naturaleza o cantidad, afectan la resistencia o durabilidad de los hormigones; de acuerdo con los valores que se especifican en la norma NCh 163, no debiendo superar los siguientes límites:

TABLA N°6

Requisitos Generales (NCh 163)

Requisitos	Valores Límites		Norma de Ensayo NCh
	Grava	Arena	
1) Material fino menor que 0,08 mm			
a) para hormigón sometido a desgaste % máximo.	0,5	3,0	1223
b) para todo otro hormigón % máximo	1,0	5,0	
2) Impurezas orgánicas referidas a color límite según patrón	---	amarillo claro	166
3) Partículas desmenuzables % máximo	5,0	3,0	1327
4) Partículas blandas % máximo.	5,0	---	
5) Cloruros (Kg/m ³ de hormigón):			
a) para hormigón armado máximo	1,20	---	1444
b) para hormigón pretensado máximo	0,25		
6) Sulfatos y sulfuros (kg/m ³ de hormigón):			
a) sulfatos solubles en agua máximo		0,60	1444
b) sulfuros oxidables máximo		1,80	
7) Carbón y lignito:			
a) para hormigón a la vista % máximo	0,5	0,5	---
b) para todo otro hormigón % máximo	1,0	1,0	
8) Resistencia a la desintegración:			
a) con sulfato de sodio % máximo	12	10	1328
b) con sulfato de magnesio % máximo	18	15	
9) Resistencia al desgaste. Máquina de Los Angeles:			
a) para hormigón sometido a desgaste % máximo.	40	---	1369
b) para todo otro hormigón % máximo.	50	---	
10) Absorción de agua (porosidad) % máximo.	2	3	1117
			1239
11) Coeficiente volumétrico medio:			
a) árido de tamaño máximo absoluto mayor que 25 mm:			---
- para hormigón simple mínimo	0,15	---	
- para hormigón armado mínimo	0,20	---	
b) árido de tamaño máximo absoluto menor que 25 mm			---
- para hormigón simple mínimo	0,12	---	
- para hormigón armado mínimo	0,15	---	

La procedencia de los áridos puede ser de material chancado o bien arenas o gravas naturales, siempre que cumplan con las características que aseguren condiciones de amasado, resistencia y estabilidad adecuadas para su uso en hormigones.

El tamaño máximo nominal de árido grueso será igual o inferior a $1/5$ de la menor distancia entre las paredes del moldaje; $3/4$ de la distancia libre mínima entre barras de refuerzo o estribos de barras y $1/3$ del espesor de las losas. La grava tendrá una granulometría que se ajuste dentro de los límites establecidos en la norma NCh 163 para el tamaño máximo requerido. La arena tendrá una granulometría que se ajuste dentro de los límites establecidos en la norma NCh 163.

Sin embargo, al momento de pesar los áridos, éstos tienen que presentar una humedad estable, de modo tal que no se produzca separación visible del agua. La humedad de la arena es inferior al 8% al momento de dosificarla.

Si hubiere acopios de una misma fracción de áridos con diferentes contenidos de humedad, densidad real o características superficiales que afecten la trabajabilidad, se consume completamente un acopio de características uniformes antes de comenzar con el otro.

Conjuntamente, el almacenaje y acopio se lleva a cabo de manera tal, que no exista la posibilidad de entremezclar las distintas fracciones de áridos entre sí, asegurándose una rápida evacuación del agua y el manejo de los áridos dentro de los acopios para que no se produzca segregación ni contaminación con materiales extraños.

En las operaciones de carguío de las tolvas de pesaje, se utiliza métodos que no produzcan segregaciones, ni el entremezclado de fracciones distintas o que se produzca una degradación tal, que el árido al dosificarlo no cumpla con las especificaciones.

2.3. Agua

El agua empleada en el lavado de áridos, de amasado y la empleada durante el proceso de curado del hormigón tiene que ser agua potable, o la que exista en el lugar siempre que cumpla con la norma NCh 1498, libre de aceites, ácidos, álcalis y otras sustancias que pudieran afectar la resistencia o durabilidad del hormigón.

Esta recomendación básica se debe, porque su pH es neutro y el contenido de sales e impurezas es mínimo. En ningún caso se emplea agua de mar por las razones mencionadas en el punto 2.1 de este anexo.

Sin embargo, en muchas ocasiones debe recurrirse a aguas provenientes de otras fuentes debido a la ubicación de las obras. Por ende, se debe investigar: su origen, contenidos en suspensión y contenidos disueltos.

TABLA N°7*Agua de Amasado - Requisitos Químicos**(NCh 1498)*

Requisitos Químicos Básicos	Unidad	Valores Límites
a) pH	mg/l	6 a 9,2
b) Sólidos en suspensión	mg/l	=2000
c) Sólidos disueltos	mg/l	=15000
d) Materias orgánicas	mg/l	=5
Requisitos Químicos Complementarios	Unidad	Valores Límites
a) Cloruros		
– en hormigón armado	KgCl/m3 hormig.	1200
– en hormigón tensado	KgCl/m3 hormig.	0,25
b) Sulfatos solubles en agua		
– en todo hormigón	KgSO/m3 hormig.	0,6

2.4. Aditivos

No se emplean aditivos que contengan cloruro de calcio. Con las debidas precauciones, se usa plastificantes, retardadores e incorporadores de aire, con una previa comprobación durante ensayos que el aditivo no produce cambios en las otras cualidades exigidas al hormigón, y que no ataca a las armaduras.

El almacenamiento de los aditivos se lleva a cabo de modo de impedir su contaminación, así como su exposición a temperaturas que puedan afectar desfavorablemente sus características.

3. DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN

La dosificación del hormigón debe establecer las proporciones de los ingredientes de modo de cumplir con los requisitos de resistencia y durabilidad del hormigón especificados para la obra en particular. Además, debe cumplir con una trabajabilidad adecuada para que el hormigón pueda ser mezclado, transportado, colocado y compactado con facilidad, llenando completamente los moldajes y envolviendo totalmente las armaduras, en las condiciones reales de obra y con el mínimo de segregación y en conformidad con los requisitos de resistencia y durabilidad del hormigón.

4. ENSAYOS PREVIOS

Las proporciones entre los distintos componentes, se establece sobre las bases de mezclas de pruebas de laboratorio con los mismos materiales que se emplean en la obra. Las mezclas de prueba de laboratorio se hacen en conformidad con la NCh 1018.

Las dosificaciones de los hormigones son revisadas si se produce algún cambio en la granulometría de los áridos que haga variar el módulo de finura de la mezcla de áridos en más de 0.08 mm.

Los ensayos de aptitud del cemento deberían efectuarse sólo para hormigones de pavimentos, junto con el estudio de dosificación. Una vez aprobado el tipo de cemento correspondería la segunda fase, es decir, verificar la homogeneidad de acuerdo a las recomendaciones del LNV, ensayando cada partida. Se controla el almacenamiento, especialmente si se emplea en sacos, el

que debe ser hecho de modo que cada saco pueda ser fácilmente acomodado por una persona (1.50 m de alto por 1.50 m de ancho), y se adecua un consumo tipo FIFO (primero en entrar primero en salir).

En todo caso, si el cemento contempla un almacenamiento superior a cuatro semanas, se le efectuar por lo menos el ensayo de principio y fin de fraguado.

En cuanto al agua, los ensayos de aptitud se efectúan sobre todo las características que sanciona la norma NCh 1498, para lo cual se envía una muestra de agua de tamaño de unos dos litros a un laboratorio competente con la debida anticipación antes de iniciar la obra, o por lo menos junto con la dosificación. Una vez aprobada, no es necesario realizar nuevos ensayos si se tiene seguridad que no han variado las características del agua. Si el suministro proviene de pozos con niveles freáticos fluctuantes o de ríos con aporte variable se efectúan nuevos análisis cuando se estime oportuno.

La dosificación del agua de amasado se corrige adecuadamente considerando la humedad de los áridos, las que se verifican en forma frecuente a lo largo del proceso de elaboración de hormigones, y a lo menos dos veces al día en un mismo acopio de áridos.

Los ensayos preliminares de los áridos son los destinados a determinar su aptitud para el uso en la elaboración de hormigones. Se aplican fundamentalmente a la explotación de yacimientos y, en general enfocado a cumplir con todos los requisitos de la norma NCh 163. En estos ensayos se recomienda dar especial importancia a las mezclas de prueba.

5. CONSISTENCIA

La consistencia del hormigón fresco es determinada mediante los ensayos de asentamiento de cono (NCh 1019 EOF. 74) (ver Fig. N° 41) y de mesa de fluidez (ISO. DP9812) según se trate de hormigón de consistencia normal o fluida.



Fig. N° 41

Para regular la uniformidad en el contenido de agua que interviene en el proceso de elaboración de hormigón, se controla la consistencia inicial del hormigón, antes de la incorporación de cualquier aditivo superplastificante. Además, se considerarán sin embargo, como componentes permanentes, para estos efectos, los demás aditivos autorizados que hayan sido incluidos en las dosificaciones de prueba. El aditivo superplastificante es considerado como un mero modificador de la trabajabilidad del hormigón que no altera otras

propiedades, y cuya dosis debe ser ajustada para conseguir el grado de fluidez que se requiere en el punto 10 de este anexo (colocación del hormigón).

6. RESISTENCIA DE DOSIFICACIÓN

Para cumplir con los requisitos de resistencia establecidos para los distintos hormigones de la obra, se determina la resistencia de dosificación según lo prescrito en la norma NCh 430 Ar86, que establece el requisito de diseño y cálculo del hormigón armado.

7. EQUIPO

Los equipos de dosificación deben contar con elementos para el control en peso de los materiales. Todos los dispositivos de pesaje deberán tener una precisión de 0.5% de su capacidad total.

8. FABRICACIÓN DEL HORMIGÓN

La maquinaria de mezclado debe asegurar que todo el hormigón sea de calidad uniforme, homogénea y exenta de aglomeraciones de material o de señales de mala distribución del cemento.

La medición de los materiales y la mezcla deben cumplir con las prescripciones de la norma NCh 170.

La revoltura se hace a la velocidad recomendada por el fabricante de la máquina y el tiempo de mezclado no puede ser inferior a 1 ½ minutos, contados a

partir del momento en que todos los materiales están dentro del tambor revoledor y hasta el instante en que se inicia la descarga (Fig. N° 42). Sólo se puede reducir este tiempo, si se demuestra que la revoltura es satisfactoria por el método y criterio especificado por ASTM C-94.



Fig. N° 42

Para controlar la uniformidad del hormigón, dos veces al día se determina su asentamiento, mediante el cono de Abrahams, y una vez al día la densidad aparente del hormigón, efectuada según norma NCh 1564 Of. 79.

El orden de carguío de los materiales se establece de acuerdo con los equipos disponibles. En todo caso, parte del agua de amasado y los aditivos solubles, se deben cargar en primer lugar.

9. TRANSPORTE

El hormigón es transportado desde la hormigonera hasta el lugar de colocación final por medios tales que, en estos trayectos se mantenga la calidad

uniforme que se obtuvo en el mezclado, y que no se produzca separación o pérdida de los materiales componentes, es decir, sedimentación de gravas gruesas, pérdida de lechada, evaporación de agua, etc.

El hormigón debe ser transportado desde el lugar de fabricación a su lugar de colocación definitiva, en un plazo menor de 30 min. Sin embargo, se puede aceptar un plazo mayor, siempre que, el hormigón mantenga la docilidad especificadas sin agregar más agua, ya sea mediante empleo de aditivos u otros métodos eficientes previamente comprobados y que además las condiciones ambientales sean favorables.

Por su parte, el transporte se puede ejecutar mediante: carretillas (para distancias cortas, (Fig. N°43); camiones agitadores (para largas distancias, hasta 90 minutos, Fig. N°44) y camiones tolvas (distancias medias, hasta 45 minutos, Fig.N°45).



Fig. N° 43



Fig. N° 44



Fig. N° 45

10. COLOCACIÓN

Antes de iniciar la colocación del hormigón se verifica que todo el equipo para dosificar, mezclar, transportar y colocar el hormigón sea el adecuado tanto en cantidad como en operabilidad.

El hormigón se coloca en capas de una altura no mayor de 0.40 m de modo que cada capa puede ser compactada en toda su altura con el equipo en uso. Durante el vaciado que es continuo con interrupciones no mayores de 20 minutos entre vaciados sucesivos en un mismo elemento, se evitan las segregaciones por escurrimiento. En el momento de iniciar la colocación de una capa, el hormigón subyacente o contiguo debe encontrarse fresco, no permitiéndose hacer correr el hormigón con los vibradores.

La colocación del hormigón se efectúa con equipos adecuados y mediante procedimientos necesarios para obtener una buena calidad del producto final.

El hormigón se deposita tan cerca como sea posible de su posición final evitando operaciones que puedan producir segregación. No aceptándose aquella colocación de hormigones que haya perdido trabajabilidad o consistencia que impida de algún modo su colocación con los medios disponibles, o que se hayan contaminados por materiales extraños.

El hormigonado se hace a una velocidad tal, que el hormigón se encuentre siempre plástico, que fluya fácilmente en los espacios entre barras de refuerzo y que la altura de la caída del hormigón en su colocación esté limitada por la resistencia del moldaje a la presión que sobre él se ejerce y por la norma pertinente que lo restringe.

El vaciado de carretillas, volquetes u otros equipos similares se efectúa en el sentido contrario al avance del hormigonado.

En el momento de la colocación del hormigón deben cumplirse las siguientes condiciones de temperatura:

- ◆ La temperatura del hormigón para su aplicación, debe ser, menor de 35°C en elementos corrientes y menor que 16°C en elementos masivos cuya dimensión menor exceda de 0.80 m.
- ◆ La temperatura ambiente al momento de colocar el hormigón debe ser mayor de 5°C, a menos que se adopten las mediadas indicadas en las normas.

11. COMPACTACION

Para este ítem se aplica las prescripciones de la norma NCh 170.

Todos los hormigones son compactados con equipos adecuados, ya sean vibradores de inmersión, de superficie u otros, de modo de obtener un hormigón de la máxima densidad prevista, que rellene completamente el moldaje sin producir nidos de piedras, que envuelva en forma continua las armaduras y dé la textura superficial especificada.

Las dimensiones de las agujas de los vibradores de inmersión y, en general, los tiempos de vibrado son cuidadosamente controlados, con el fin de obtener las densidades máximas sin sobrevibrar.

Para la consolidación queda excluido el empleo de pisones y prohibido en forma absoluta el procedimiento de golpear los moldes con mazos de madera u otro material.

12. COLOCACION DE HORMIGON BAJO AGUA

Para el hormigonado bajo agua se aplican las prescripciones contenidas en el anexo F de la norma NCh 170.

La dosificación del hormigón cumplirá con los requisitos indicados en el punto F.2 de la norma citada y su colocación se hace según uno de los métodos

alternativos propuestos en esta norma, dependiendo de las condiciones exigidas por el proyecto, de las condiciones locales y del equipamiento disponible.

13. PROTECCION Y CURADO

La protección y el curado del hormigón se efectúan durante el periodo de endurecimiento, de manera de mantener al hormigón en un ambiente saturado, impedir la generación de gradientes térmicos y preservarlos de acciones externas como viento, lluvia, nieve, cargas, etc.

La protección y el curado de las superficies expuestas se inician inmediatamente después de efectuada la operación de desmolde o, también, después de un periodo adecuado a la terminación de las superficies.

Para los efectos de protección y curado se pueden usar compuestos de curado en base a resinas que cumplan con las exigencias de la norma ASTM-C-309.

En caso de la utilización de compuestos de curado líquidos, tales como: ANTISOL de SIKA o similares, se colocan inmediatamente después que el hormigón haya expulsado el exceso de agua de curado. La aplicación se realiza mediante pulverizador de modo que se forme una película fina y continua sobre la superficie del hormigón.

14. JUNTAS DE HORMIGONADO

Las juntas de hormigonado se ubican de manera de no afectar la capacidad soportante de la estructura. En general se ejecutan teniendo en consideración entre otros:

- ◆ Recomendaciones establecidas en anexo H de la norma NCh 170.
- ◆ Espaciamiento máximo entre juntas de construcción en losas y muros: 15m.

En general no se hace la limpieza y tratamiento de la superficie de la junta con ácidos o productos corrosivos para el hormigón o para el acero de las armaduras. Tampoco se acepta el uso de lechadas de cemento como capa de base o sobre la junta.

También hay que destacar que, en las juntas de hormigón joven no se pueden emplear hormigones fabricados con cemento provenientes de Clinker diferentes.

15. FRECUENCIA Y PROCEDIMIENTO DE ENSAYOS PARA EVALUAR LA RESISTENCIA

Esta frecuencia se intensifica durante los primeros días de colocación de una clase de hormigón, adoptando como mínimo dos muestras diarias para ensayos a la compresión y/o flexotracción, las que son tomadas de acuerdo al método establecido en la norma NCh 171 EOf. 75 para ensayos de resistencia.

Las probetas para ensayo de resistencia son moldeadas según los procedimientos establecidos en la norma NCh 1037.

16. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DEL HORMIGÓN

El nivel de resistencia de una determinada clase de hormigón es considerado satisfactorio y conforme a la calidad especificada en el diseño, si los resultados de ensayo cumplen simultáneamente con los criterios de aceptación que establece la norma NCh 1998.

Para las recepciones de las obras interesa verificar si los lotes de hormigón de la obra cumplen con los criterios de aceptación establecidos en las especificaciones, para lo cual se efectúan los ensayos y cálculos necesarios para la comparación correspondiente. Debemos recordar que generalmente se establecen especificaciones adicionales para caracterizar completamente el hormigón, tales como: docilidad, tamaño máximo, porcentaje de aire incorporado, etc., que se deben haber cumplido con anterioridad.

El no cumplimiento de cualquiera de los requerimientos indicados en la norma, obliga a adoptar medidas que tiendan a elevar la resistencia medida del hormigón. Además se investigan posibles deficiencias en los procedimientos involucrados en el control de calidad ejercido en la obra.

17. RECHAZO DE MUESTRAS

Se rechazan y demuelen las estructuras en que se haya usado hormigones cuyos ensayos de probetas resultaren inferiores al 90% de resistencia exigida.

18. TERMINACION SUPERFICIAL DEL HORMIGON

El tipo de terminación de las superficies de hormigón se realiza de manera de limitar las irregularidades progresivas y bruscas que represente la superficie.

Las irregularidades progresivas corresponden a irregularidades suaves presentes en el plano de la superficie. La tolerancia se establece midiendo la irregularidad en un tramo de 1,5 m en cualquier dirección.

Las irregularidades bruscas corresponden a resaltos y escalones existentes en la superficie. La tolerancia se establece midiendo directamente la irregularidad.

Las tolerancias máximas para ambas irregularidades se indican a continuación:

TABLA N°8*Tolerancias máximas*

Campo de Aplicación	Tipo de Irregularidad Superficial	
	Progresiva (mm/1,50 m)	Brusca (mm)
Parámetros ocultos por relleno o que no queden a la vista.	25	20
Otros parámetros	6	---

19. REPARACION DE HORMIGON DEFECTUOSO

Desde el punto de vista estructural, un hormigón defectuoso puede ser de grado I o grado II.

Llamaremos hormigón defectuoso de grado I a aquél cuyo defecto no afecta la estabilidad estructural del elemento que conforma. Y, llamaremos hormigón defectuoso de grado II a aquél cuyo defecto afecta, a juicio de los proyectistas, la estabilidad estructural del elemento o parte de él.

Todo hormigón defectuoso de grado I se repara con mortero lanzado, siempre que al eliminar el hormigón defectuoso la profundidad alcanzada no sobrepase los 10 cm.

En el caso de profundidades mayores la reparación se efectúa con hormigón de las mismas características que el especificado para el elemento en

particular, excepto en su consistencia, que es la mínima necesaria para poder compactar la mezcla en la zona de reparación.

Además, con el objeto de compensar la retracción de fraguado y de obtener el máximo de adherencia se agrega a la mezcla un aditivo expansor y se pintan las superficies del hormigón más viejo con resina epóxica.

Todo hormigón defectuoso de grado II sólo se puede reparar mediante especificaciones especiales elaboradas por los proyectistas para cada caso en particular.

ANEXO C

PINTURAS

1. GENERALIDADES

Este ítem cubre los requerimientos generales aplicables a la preparación, limpieza y pinturas, incluido el suministro de materiales, de los trabajos de pinturas a ser ejecutados en la obra.

Todos los productos que se usan en las faenas, inclusive imprimantes, pinturas, solventes, diluyentes, limpiadores, etc., son de primera calidad. Puesto a que el proyecto en sí, de alguna manera exprese referencia a una marca o a alguna fábrica en particular, lo que se hace entender que sea la mejor.

El personal empleado en las faenas de preparación de superficies y pintado, es una persona experimentada y que cuenta con la capacitación en el tipo de trabajo que desarrolle.

2. ALMACENAJE DE MATERIALES DE SEGURIDAD

Las pinturas y solventes se almacenan en lugares o bodegas expresamente acondicionados para el efecto, dotados de equipos de extinción de incendios adecuados al tipo de productos. En dichos, obviamente, no se permite fumar, ni hacer fuego con llama abierta y por tal motivo se colocan letreros de advertencia de tales prohibiciones en lugares apropiados. Se mantiene el o los lugares de almacenamiento con abundante ventilación natural, y no obstante, el

personal del área debe poseer mascarillas de protección adecuadas contra emanaciones tóxicas.

En las áreas de mezclado y preparación de pinturas, se debe contar con a lo menos un extintor de incendio, del tipo portátil. Por otro lado, se tiene precaución de que el fabricante seleccionado para el suministro de los productos cuente con un personal técnico, en el caso de cualquier eventualidad que surgiera. En este plano, se puede entregar una correcta información acerca de la aplicación de los métodos y secuencias de trabajo para la obtención de resultados acordes con las exigencias de un proyecto en particular.

3. EJECUCION

3.1. LIMPIEZA DE SUPERFICIES

La limpieza de estructuras se ejecuta una vez que se ha completado los procesos de fabricación o soldadura, ya sea en terreno o en talleres de fabricación, según sea apropiado.

Para las limpiezas ejecutadas en taller, antes de pintar, se prefiere la limpieza mecánica sobre la limpieza química especialmente tratándose de aceros inoxidable austeníticos, aleaciones de cobre y aluminio, hierro fundido, entre otros, salvo que se pida lo contrario en algún proyecto y que esté justificado. Ahora, en el caso de áreas pequeñas se acepta la limpieza manual con escobillas de acero.

3.2. LIMPIEZA MECÁNICA EN TALLERES DE FABRICACION

La limpieza mecánica se ejecuta de preferencia, por medio de métodos abrasivos. Éstos abrasivos si contienen sílice, silicatos o residuos de escoria, no son usados para superficies de acero del lado de aguas o vapores, excepto para limpieza por arenado donde se emplee hidro-arenado.

Esta condición superficial es: superficie limpia, libre de lámina de oxidación, óxido, polvo, grasa o cualquier otra sustancia deletérea.

Después de la limpieza, se remueve todo resto o vestigio de abrasivo, mediante aire de presión filtrado.

Ahora, un método alternativo de limpieza química comprende: Pre-tratamiento, tratamiento ácido, neutralización, enjuague y secado, que proporciona una limpieza equivalente a la especificada para métodos mecánicos.

3.3. PROTECCION EN TALLERES DE FABRICACION

Tan pronto como los elementos han sido limpiados y dentro de las cuatro horas del secado subsiguiente, son adecuadamente protegidos con productos anticorrosivos.

Todas las superficies de los lados de aire, agua y vapor se protegen con la aplicación de inhibidores de la corrosión solubles en agua o inhibidores en fase vapor para que puedan ser removidos posteriormente por lavado local con agua o sopladados con vapor.

La tasa de aplicación de inhibidores volátiles es de al menos de 10 gramos por metro cuadrado o 35 gramos por metro cúbico, excepto para cañerías hasta 300 mm de diámetro, para las cuales la mínima aplicación es de 5 gramos por metro cuadrado.

3.4. PREPARACION DE SUPERFICIES

Como se mencionó anteriormente, toda superficie a ser pintada, se prepara, removiéndose todo resto de pintura suelta, polvo, grasa, óxido, laminilla, escoria o salpicadura de soldaduras y todo otro material extraño, de manera de obtener una superficie limpia, seca y pareja para recibir las capas de imprimación o terminación, según sea lo que indiquen los esquemas de pintado. Los bordes y aristas afilados se redondean.

Todas las caras mecanizadas, son cubiertas y protegidas apropiadamente para prevenir daños durante la preparación de superficies. Y en lo posible, todas las superficies son arenadas.

3.4.1. Métodos de Preparación Superficial

Las superficies de acero desnudo se preparan por alguno de los métodos que se describen a continuación en orden de preferencia y en concordancia con la Norma Sueca SIS 055900 o DIN 55928 sección 4 o SSPC VIS 1.

a) Arenado a metal blanco.

Sa 3 o SSPC-SP5.

La laminilla, aceite, grasa, óxido y material extraño son removidos totalmente. Posteriormente la superficie es limpiada con un limpiador al vacío, aire comprimido limpio o escobilla limpia. Con esto se alcanzará un color gris metálico blanquecino, uniforme, y corresponder en apariencia a las muestras impresas identificadas Sa 3. La superficie del acero tiene que presentarse lo suficientemente áspera para permitir una buena adherencia de la pintura al metal.

b) Arenado casi a metal blanco

Sa 2 ½ o SSPC-SP 10

La laminilla, óxido, aceite, grasas y materias extrañas son removidas en una extensión tal que las únicas trazas que quedan son imperfecciones ligeras en la forma de puntos o bandas. Al menos un 95% del área debe estar libre de toda contaminación y tener un color gris claro uniforme. Posteriormente la superficie se limpia con limpiador al vacío, aire comprimido limpio o escobilla limpia. Lo anterior, debe corresponder a las muestras impresas identificadas Sa 2½.

La limpieza mecánica sólo se usa cuando los procedimientos (a), (b) y (c) son impracticables.

c) Raspado mecánico y escobillado muy completo.

St 3.

La preparación superficial es como St2 pero mucho más completa. Después de la remoción del polvo, la superficie debe presentar un brillo metálico pronunciado y corresponder a las muestras impresas designadas como St 3. La superficie de acero tiene que ser lo suficientemente áspera para permitir una buena adherencia de la pintura al metal.

d) Raspado completo y escobillado

St 2.

El tratamiento remueve laminilla suelta, óxido y sustancias extrañas. La pintura muy adherida se mantiene. Posteriormente, la superficie es limpiada con un limpiador al vacío, aire comprimido limpia o escobilla limpia. Lo que hace presentar un débil brillo metálico. La apariencia corresponde a las muestras impresas designadas St 2. Este sistema de limpieza sólo se emplea en áreas pequeñas o donde no es posible ningún otro tipo de preparación.

TABLA N°9

Grados de limpieza de superficies. Correlación de normas.

SIS 055900	DIN 55928 Parte 4	MÉTODO DE PREPARACIÓN SUPERFICIAL	BS 4232 SÓLO PARA ARENADO	SSPC-VIS
Sa 2 1/2	Sa 2 1/2	Arenado de acuerdo a ítems (a), (b), (c)	Segunda Calidad	Casi Blanco
Sa 3	Sa 3	Arenado de acuerdo a ítems (a), (b), (c)	Primera Calidad	Metal Blanco
St 2	St 2	Arenado de acuerdo a ítems (a), (b), (c)	---	Limpieza con herramienta manual SP2
St 3	St 3	Arenado de acuerdo a ítems d y e	---	Limpieza con herramienta motorizada SP3

Además, las estructuras de acero a ser arenadas tienen que estar libres de picaduras y de puntos severamente corroídos, de acuerdo a las normas BS-4232 y SIS 055900.

Los abrasivos usados para el arenado son arenas silícicas, con alto contenido de sílice y con un tamaño de grano entre 0,35 y 1,4 mm. Siendo tal, que produce un perfil promedio en la superficie arenada de no más de 50 micrones de altura de relieve.

En el caso que después de completada la preparación de la superficie, aparezca óxido en ella, ésta nuevamente se limpia y prepara de la manera anteriormente señalada.

En el caso de existencia de aceites, grasas, tierra, cemento, sales, ácidos u otros compuestos químicos corrosivos, son removidos de la superficie con uso de solventes, efusiones o compuestos limpiadores. El lavado se lleva a cabo con solvente limpio y escobillas y trapos limpios, no dejándose residuos ni restos en la superficie. Ahora, en el caso de áreas ya imprimadas que por algún motivo sufrió daño, son puntualmente arenadas en terreno, a un grado comercial.

De este modo, las estructuras protegidas con imprimación en taller, son limpiadas una vez en sitio, para remover sales, arenas, aceites, etc., antes de la aplicación de la primera mano de pintura en terreno. Ahora, si la imprimación de taller es dañada durante el transporte y manejo, se repara con arenado local y se repinta, antes de la aplicación de las manos en terreno.

La superficie de los pilotes que no se protejan con pinturas, se limpia cuidadosamente con el uso de solventes y escobillas hasta remover totalmente el producto de protección aplicado por el fabricante de los tubos.

Posteriormente se aplica un recubrimiento protector que se lleva a cabo tan pronto como sea posible, después de completado el trabajo de preparación superficial, sin importar el método de limpieza que haya sido usado. No permitiéndose sí, que una cara arenada permanezca sin recubrir de un día para otro.

4. PINTURA

4.1. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Se controlan antes, durante y después del pintado, las condiciones climatológicas que puedan afectar una aplicación adecuada de la pintura. El trabajo se suspende durante días de lluvia o con cielos nublados.

De esta manera, para mantener controlados los efectos del clima en el sitio del pintado se mantienen en buen estado de funcionamiento, instrumentos para medir temperaturas del aire, del metal y humedad relativa, los que son observados regularmente.

El pintado sólo se realiza cuando la temperatura del aire supera los 5°C. La temperatura de la superficie del acero debe ser a lo menos 3°C más alta que el punto de rocío que se determine; de esta manera se asegura que no ocurra

condensación en la superficie lista para pintar. La humedad relativa tiene que ser inferior al 80%.

Cuando se pinta en exteriores, se toman providencias razonables a fin de evitar los efectos de la lluvia y salpicaduras de agua de mar o niebla. Y, también precauciones contra el exceso de radiación solar, a fin de asegurar que se obtengan los espesores de película seca especificados.

Ahora, si por circunstancias ajenas la imprimación queda expuesta al exceso de humedad, lluvia, polvo, etc., antes de secar, se deja secar y el área dañada se remueve y la superficie se prepara e imprima nuevamente.

Cuando existan superficies horizontales cubiertas o no ventiladas, en las cuales pudiera juntarse rocío; éstas requerirán mayor protección y para lograr esto se aplica una mano adicional de pintura.

4.2. PREPARACION DE MATERIALES DE RECUBRIMIENTO

Todos los ingredientes de un envase son completamente mezclados antes de su uso, siendo agitados con frecuencia durante su aplicación, para mantener en suspensión sus elementos.

Los imprimantes o pinturas que son mezclados en el envase original, no se trasvasijan hasta que todo el pigmento depositado sea incorporado en el cuerpo del líquido. Así, se asegura que se deshagan los grumos, que los pigmentos se dispersen completamente y que se obtenga una composición

uniforme. Ahora, el imprimante de dos o más componentes se mezcla de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

Es importante señalar que no se añaden diluyentes a los imprimantes o pinturas a menos que sea necesario para una aplicación apropiada y en ningún caso más allá de los porcentajes señalados por los fabricantes. En caso contrario, cuando se permita su uso, éste tendrá que ser apropiado al imprimante o pintura durante el mezclado.

4.3. APLICACIÓN

a) Seguridad en las faenas

En obra se revisan todas las faenas de pintura para que se ejecuten de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes especialmente en todas las prescripciones y regulaciones concernientes a la calidad y a la seguridad de los trabajos.

El vendedor de pintura o el fabricante, proporciona especificaciones escritas que contienen a lo menos, el punto de inflamación de las pinturas, requerimientos de ventilación, precauciones en la manipulación, tales como: inhalación, protección para ojos y piel y procedimientos de primeros auxilios; requerimientos de almacenamientos, procedimiento en caso de salpicadura o fugas, protección contra el fuego y disposición de deshechos.

b) Métodos

Se ensaya la calidad de las superficies a ser pintadas, para verificar si se ha cumplido con las especificaciones.

Las protecciones temporales contra la corrosión se remueven completamente antes de aplicar las pinturas definitivas.

Todos los nuevos requerimientos se aplican con brochas o equipos airless o una combinación de ellos, como sea aprobado por el fabricante.

No se usan pistolas pulverizadoras en exteriores en tiempo ventoso o cerca de superficies de color contrastante a menos que estas sean apropiadamente protegidas.

Todas las pinturas pulverizadas en frío se ejecutan empleando equipo estándar, de acuerdo a métodos y normas aceptados.

Se tiene especial cuidado de no conectar sistemas de pulverización para pintura nitro y baquelita, simultáneamente con pinturas al óleo.

En la aplicación de cada mano de pintura, se cuida de cumplir con los requerimientos de espesor de película, tiempo de curado y secado, y tono de color.

A los bordes, aristas, pernos, soldaduras, etc., se aplica una mano adicional de pintura en orden a proteger mejor estas áreas críticas, antes de la aplicación del recubrimiento final.

Cuando el recubrimiento se aplica con brochas, capas más gruesas de pintura pueden requerirse. Estas se aplican de tal modo que todas las imperfecciones y aristas sean completamente cubiertas.

c) Endurecimiento

Cada capa de pintura debe se dejará secar antes de que se aplique la siguiente. Para pinturas epóxicas, el periodo de endurecimiento es normalmente de 12 a 14 horas. Se seguirá las instrucciones que entregue el fabricante.

d) Inspección y pruebas

La aceptación de superficies pintadas se basa en el espesor de película seca.

La inspección usa las siguientes guías para revisar superficies pintadas:

- ◆ Planchas y vigas: Se revisan áreas de 0.09 metros cuadrados espaciadas cada tres metros. En cada una de estas áreas se toman diez mediciones y el promedio de ellas debe ser mayor o igual que el espesor de película requerido para la aceptación de la superficie.

Cualquier lectura inusualmente alta no se aceptará y se tomará una nueva lectura.

- ◆ Toda otra superficie: Se toman diez mediciones en bandas de 300 mm espaciados dos metros. El promedio de estas diez mediciones deberá ser

más alto que el espesor de película requerido para aceptación de la pintura en ese miembro.

Todas las superficies rechazadas se limpian, preparan y repintan hasta alcanzar los resultados requeridos.

4.4. COMPATIBILIDAD Y COLORES

Para asegurar compatibilidad entre las pinturas, todas aplicadas al mismo elemento, serán suministradas por el mismo fabricante.

Los colores finales de las estructuras y elementos pintados deberán ser aquellos que figuran en planos.

4.5. ESQUEMAS DE PINTURA

El tipo y número de capas de protección para cualquier ítem que requiera pintura, estará de acuerdo con los esquemas de pintura que a continuación se describen.

Generalmente, todas las piezas reciben las manos de imprimación especificadas, en el taller de fabricación para prevenir corrosión durante el transporte al sitio de almacenamiento en obras.

Las partes que no puedan ser dañadas durante el transporte y montaje, reciben el número completo de capas del esquema en taller.

4.5.1. Esquema N°1

Campo de aplicación:

Pilotes: excepto zona de salpicaduras (splash zone), y otras estructuras en contacto permanente con agua de mar. No es necesario proteger aquella zona que quede a más de un metro bajo la cota del fondo de mar.

a) Imprimación

Una mano de silicato inorgánico de zinc aplicada en taller en un espesor de película seca mínimo de 65 a 75 micrones. Tipo Dimetcote 9 ó 9 Ft, de AMERON o 100 equivalentes.

b) Capa intermedia

Una mano de sello tipo AMERCOAT N°71 de AMERON o 100% equivalente aplicada en taller en un espesor de película seca mínimo de 50 micrones.

c) Capa de terminación

Una mano de brea epóxica de curado amínico, con un espesor de película seca mínimo de 400 micrones. Tipo Amercoat N°78 HB, de AMERON o 100% equivalente.

4.5.2. Esquema N°2

Campo de aplicación

Pilotes y otras estructuras metálicas: ubicadas en la zona de salpicaduras (splash zone), entre niveles -1.0 y $+4.0$, referidos al nivel de marea baja mínima (NRS).

En la zona intermareas y de salpicaduras (splash zone), los pilotes y estructuras afectados se protegen con un sistema tipo AMERON Tide Guard o 100% equivalente, preparado y aplicado en estricto acuerdo con las instrucciones y especificaciones del fabricante.

4.5.3. Esquema N°3

Campo de aplicación

Estructuras de acero en general.

a) Imprimación

Una mano de silicato inorgánico de zinc, aplicada en taller en un espesor de película sec mínimo de 65 a 75 micrones. Tipo Dimetcote 9 ó 9Ft, de AMERON o 100% equivalente.

b) Capa intermedia

Una mano de pintura epóxica de alto contenido de sólidos, dada en terreno, en un espesor de película seca mínimo de 125 micrones. Tipo Amerlock 400, de AMERON o 100% equivalente.

c) Capa de terminación

Una mano de pintura en base a poliuretano alifático, aplicado en terreno, después del montaje, en un espesor de película seca mínimo de 50 micrones. Tipo Amercoat N°450 GL, de AMERON o 100% equivalente.

ANEXO D

RELLENOS COMPACTADOS GENERALES

1. GENERALIDADES

El material que se emplea para los rellenos de la rampa, cumplen con las condiciones básicas de ser un material granular, no aceptándose materiales arcillosos o limosos. Este material esta comprendido en una banda granulométrica entre ½" a 3".

La faena de colocación se efectúa distribuyendo el material hasta formar una capa de no más de 30 cm. de espesor; no obstante, esto puede modificarse de acuerdo con las características del método de compactación que se emplee. La compactación se realiza con al menos tres pasadas de placa vibradora.

La colocación del relleno se realiza sólo cuando el hormigón ha alcanzado una edad mínima de 21 días y los rellenos exteriores de la zapata están colocados.

2. DEFINICIONES

2.1. CAPA DE MEJORAMIENTO DE EXPLANADAS

Esta es una capa estructural de dimensiones definidas en los planos y que se funda sobre la subrasante. En esta capa se apoyan los pavimentos.

2.2. RELLENOS COMPACTADOS

Comprende la construcción de rellenos compactados necesarios para completar la plataforma hasta la cota de subrasante.

2.3. RELLENOS DE REEMPLAZO DE MATERIAL INADECUADO

Si al término de las excavaciones, demoliciones o remoción de material, se encuentran suelos orgánicos, escombros, rellenos artificiales o restos de rellenos anteriores, que no son adecuados para garantizar una buena fundación de la plataforma u otra estructura, éstos se reemplazan por un material que cumpla con las características de un buen suelo de fundación.

2.4. RELLENOS ESTRUCTURALES

Esta partida comprende todos los rellenos de las excavaciones de estructuras rígidas como, fundaciones, alcantarillas, cámaras, muros de sostenimiento, etc.; con el objeto de alcanzar las cotas establecidas en los planos, o de la subrasante.

2.5. RELLENOS COMUNES

Comprende los rellenos de excavaciones con material común y no definidos como rellenos estructurales.

3. REFERENCIAS Y NORMAS

3.1. NORMAS

- ◆ Se aplican las especificaciones y métodos de muestreo y ensaye de la Dirección de Vialidad del M.O.P. y LNV.

- ◆ AASHTO (En lo referente al ensaye T-88.)

4. ALMACENAJE Y MANEJO DE MATERIALES

Los acopios se dejan en recintos preparados o áreas específicas para estos materiales o en los pozos de empréstitos autorizados.

En todo caso las plataformas de acopio del material son tratadas de manera de evitar contaminaciones con otros materiales.

Para que los materiales puedan ser utilizados, se verifica previamente si éstos cumplen con las exigencias necesarias.

5. MATERIALES

Todos los materiales que se utilizan en la construcción de los rellenos compactados, son aprobados antes de su utilización.

5.1. CAPA DE MEJORAMIENTO DE EXPLANADAS

Los materiales no pueden tener un tamaño mayor a 3", deben ser homogéneos y estar libres de materias orgánicas, basuras, etc., debiendo provenir de empréstitos autorizados. Poseer un CBR mínimo de 10% medido al 95% de la D.M.C.S. del Proctor Modificado.

La granulometría es la siguiente:

TABLA N°10

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA
3"	100
N°4	35 - 80
N°200	0 - 15

5.2. RELLENOS COMPACTADOS DE REEMPLAZO DE MATERIAL INADECUADO, BAJO FUNDACIÓN

Estos materiales poseen las mismas características que las mencionadas en el punto anterior.

5.3. RELLENOS ESTRUCTURALES

Los rellenos pueden ser del tipo siguiente:

Sólo cuando se autorice materiales para rellenos pueden consistir en suelos provenientes de las excavaciones. Éstos tienen que estar libres de piedras

o terrones que excedan un tamaño de 3" en su mayor dimensión, de materia vegetal u otros materiales objetables.

TABLA N°11

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA
3"	100
N°4	35 - 100
N°200	0 - 20

5.4. RELLENOS COMUNES

Los materiales para los rellenos comunes pueden ser suelos provenientes de las excavaciones, o de empréstitos autorizados. Estos estarán libres de piedras o terrones que excedan un tamaño de 3" en su mayor dimensión, de materia vegetal u otros materiales objetables. En los últimos 0.30 m. tienen que presentar un tamaño no mayor de 3" y un CBR mínimo de 10% medido al 95% de la D.M.C.S. del Proctor Modificado.

6. EJECUCION

6.1. CAPA DE MEJORAMIENTO DE EXPLANADAS

La capa de mejoramiento de la explanada, se funda sobre la subrasante, siempre que el suelo tenga un CBR mínimo de 10% medido al 95% del Proctor Modificado.

La construcción de la capa de mejoramiento, exige escarificar previamente los suelos de los rellenos anteriores, de forma de garantizar una buena trabazón entre ésta y los rellenos mencionados.

La perfiladura de ésta se realiza de tal forma que no queden lomos o materiales sueltos. Se ejecuta siempre con pendientes que permitan el drenaje superficial durante la construcción y la superficie no presente irregularidades de más de 2 cm., siendo ésta su tolerancia máxima. No se permiten zonas que produzcan apozamientos de agua. Esta situación se mantiene durante toda la construcción de la obra.

La compactación exigida es del 95% de la D.M.C.S. del Proctor Modificado y los materiales no pueden tener un CBR menor al 10%. Los materiales empleados estarán exentos de aceites, basuras, etc.

6.2. RELLENOS COMPACTADOS

Una vez ejecutadas las excavaciones y/o demoliciones necesarias hasta las cotas indicadas en los planos, y una vez aprobada la compactación del suelo de fundación, se da comienzo a la ejecución de esta actividad.

El proceso de compactación es tal, que las estructuras cercanas no sufren solicitaciones excesivas para las que no hayan sido diseñadas.

Los rellenos están contruidos de manera que, después de compactados cumplan con los perfiles y pendientes indicados en los planos.

El espesor de cualquier capa a compactar, incluyendo los materiales escarificados subyacentes, no excederán en ningún caso a los 0.30 m. como máximo, definiéndose el espesor según el tipo de material y equipo de compactación.

6.3. RELLENO DE REEMPLAZO DE MATERIAL INADECUADO

Si aparecen materiales inestables como fango, arcilla blanda, suelo orgánico o escombros de antiguos rellenos, éstos son removidos y desechados; y, automáticamente reemplazado por material adecuado.

Una vez retirado el material rechazado se precede a rellenar hasta la cota de fundación a la cota de subrasante.

Los rellenos son construidos de tal manera que posteriormente de compactados, cumplen con los perfiles y pendientes indicados en los planos.

El espesor de cualquier capa a compactar presenta las mismas características que las señaladas en el punto anterior.

6.4. RELLENOS ESTRUCTURALES

El relleno estructural no se comienza hasta que las estructuras u obras hayan sido previamente revisadas y aprobadas para recibir el relleno. Ningún material de relleno se coloca contra estructuras de hormigón, hasta que éstas no

hayan desarrollado una resistencia de 175 kg/cm² a la compresión ensayada de acuerdo a las normas I.N.N. NCh 1017 EOf.77, como mínimo.

No se usan equipos de compactación que produzcan presiones excesivas, que puedan causar desplazamientos que dañen las estructuras.

Los espesores de cualquier capa no puede exceder en ningún caso los 0.20 m., debiendo además definirse el espesor según el tipo de material y equipo de compactación.

6.5. RELLENOS COMUNES

El relleno de zanjas se comienza hasta que las estructuras u obras han sido revisadas y aprobadas para recibir el relleno.

Luego, los equipos y espesores de capas se llevan a cabo de igual modo que los rellenos estructurales.

7. CONTROL DE CALIDAD

En las actividades de relleno no se incluyen un control de compactación por métodos de número de pesadas de rodillo. Todos los controles de calidad se ejecutan tal como se especifica en las Especificaciones y Métodos de Muestreo y Ensayo de la Dirección de Vialidad normas I.N.N.

8. LABORATORIO

Para todos los materiales se exigen los ensayos siguientes: CBR, Granulometría, Clasificación de Suelos, Densidad, Límite líquido, Índice de Plasticidad, Proctor del material de relleno.

La cantidad de ensayo está condicionada a los cambios de los tipos de suelos; o sea, a los suelos distintos o de empréstitos distintos. Se exigen otros ensayos de clasificación: CBR, Proctor, Densidad, según sea el caso.

9. TOPOGRAFIA

Independiente de las labores propias de replanteo y ubicación de los rellenos, se realiza, para todas las áreas, las actividades siguientes: Control de cotas de superficie antes y después de los trabajos, Control de espesores de capas, Medición de volúmenes. Siendo el área de control ejecutada en un 100%.

CONCLUSIONES

En el desarrollo de esta tesis se puede concluir que los tres tipos de rampas descritas son de multipropósito. Esto quiere decir, que ellas no sólo son capaces de recibir el atraque de embarcaciones mayores como son las barcazas, sino que además, tienen el propósito del atraque de embarcaciones menores y de pasajeros.

Por ello las estructuras de las rampas para barcazas se diseñan de tal forma que sean capaces de soportar en su superficie el tránsito de vehículos de gran tonelaje y además de poseer las dimensiones y pendientes apropiadas para el buen funcionamiento.

Es de suma importancia, la ubicación de la rampa, pues una buena selección de ella, conlleva a que su construcción sea lo menos costosa posible permitiendo así cumplir con los objetivos para los cuales se va a construir.

Para ello posteriormente se debe realizar cada uno de los estudios previos mencionados en la presente tesis de tal manera que nos entreguen los datos necesarios para la elección del tipo de rampa y su factibilidad, por la omisión de alguno de ellos puede significar grandes costos en su construcción y llevar a las estructuras a situaciones devastadoras, con escasa vida útil.

En cuanto a su ejecución no se construirán rampas en zonas de playas con poca pendiente, pues ello afecta al atraque de las barcazas y construcción de rampas demasiado extensas será antieconómica.

Se necesita además una buena coordinación y planificación en su ejecución, por ue a diferencia de otro tipo de obras no marítimas estas sufren los rigores a que son afectados por los cambios en los niveles de las mareas.

La rampa de hormigón en masa se concluye que deben ser construidas en zonas de playas con pendientes acorde hasta con las máximas permitidas y terreno sustentables para evitar el socavamiento de sus fundaciones. Pues terreno con demasiada pendiente traería como consecuencia la construcción de muros demasiado altos y, por ende, costos elevados lo que no sería factible.

En casos de terrenos poco sustentables y pendiente de playas mayores a la de diseño permitidas se deben optar por la construcción de rampas con sistema de pilotes y losetas prefabricadas. Aunque también se opta por este tipo de construcción en el caso de pendientes menores que las permitidas pero con terreno no sustentable.

Las rampas con sistema de gaviones de tablestacas, en la actualidad no están siendo construidas debido a que presentan un alto costo y de requerir mano de obra especializada para su montaje. La que se dio a conocer para tener un conocimiento total de los tipos de rampas para barcazas existentes.

Por último, se puede decir que al no existir la construcción de este tipo de rampas, muchas son aisladas, no contarían con el desarrollo económico y físico que presentan en la actualidad.

BIBLIOGRAFÍA

CURSO LABORATORISTA VIAL / HORMIGÓN

Autor: Jorge Salgado Aravena y Mario Fernández Rodríguez.

Volumen III.

M.O.P.

Dirección de Obras Portuarias.