

DEDICATORIA

*En memoria de mi madre **Emilia** que me enseñó a no claudicar y a esforzarme cada día para alcanzar las metas que la vida nos pone y a mi padre **Ramón** por todo el apoyo que me brinda y que es un ejemplo de superación constante*

AGRADECIMIENTO

A mi padre por todo su apoyo incondicional que siempre ha estado brindando sus consejos y es mi ejemplo en la vida de comprensión, esfuerzo constante de superación personal y profesional.

INTRODUCCIÓN

Mi persona es egresado de la facultad de Ingeniería Civil de la universidad Ricardo Palma, desde que egrese me he desarrollado en diferentes áreas de la ingeniería. Ya desde que era estudiante tuve la oportunidad de trabajar en el campo de la topografía con la Empresa **CONSTRUCTORA UPACA S.A.** que me brindó la oportunidad en la obra rehabilitación de la panamericana sur desvió Mollendo el fiscal y la carretera Pisco Ayacucho en donde me desarrolle en la área de topografía así en los trabajos de trazado nivelación y seccionamiento en los veranos del 1994, 1995, 1997 donde tuve esa oportunidad.

Más adelante al egresar me desarrolle en las áreas de costos y presupuestos, construcción y dirección de Obra De Edificación de esta manera supervise un modulo multifamiliar en el año 2001 de forma particular en la Molina después tuve la oportunidad de regresar a la construcción de carreteras en el campo del movimientos de tierras en el año 2003 en la obra rehabilitación y mejoramiento de la carretera INGENIO CHACHAPOYAS DIV. Leymebamba Chachapoyas para la empresa **CONSTRUCTORA UPACA S.A.** ,en el año 2004 con la construcción y dirección de obra se ejecutó un módulo multifamiliar en la cual se desarrollaron trabajos de demolición y de construcción hasta acabados finales a través de la empresa **CONSTRUCTORA PROMISORA S.A.** más adelante en la prestación de servicios para la ejecución de obras civiles para el desarrollo minero a través de la empresa **CONSTRUCCIONES Y SERVICIOS MINEROS EL PILAR S.A.C.** desarrollé trabajos en el área de costos y presupuestos , construcción y dirección de obras civiles en minas como la construcción , implementación y puesta en marcha en el año 2006 de una Planta De Tratamiento De Agua Potable Para La Mina ATACOCHA en Huánuco – Pasco y para el año 2007 la construcción de gaviones, veredas y el desarrollo, dirección y ejecución de una vía carro sable nueva en donde se emplearon equipos pesados y explosivos en un trazo accidentado en roca dura de una longitud de 8 km. y más de 85,00.00 m³ de roca removida entre la localidad de MALLAY y el proyecto minero Mallay en la provincia de OYON adicionalmente al ensanchamiento de la trocha a la vía

principal con la empresa Construcciones y Servicios Mineros El Pilar S.A. Obra para la compañía de minas BUENAVENTURA, así como también en la empresa OCA LOGISTIG S.A. en la construcción ejecución y dirección de obras de edificación en la cual se construyeron dos obras en el A.A.H.H. julio C. Tello Denominadas Casa De La Cultura y Taller De Capacitación Técnica ambas obras culminadas y entregadas a la municipalidad de Lurín. Partípe con la empresa SAN MARTIN SOCIEDAD DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.R.L. en el acondicionamiento de oficinas y sede central para el grupo COLSANITAS PERU EPS en Miraflores, es de este modo en el año 2009 regresé a la construcción de unas de las ramas más interesantes de la construcción como lo es la construcción de carreteras en donde la empresa CONSTRUCCIÓN Y ADMINISTRACIÓN S.A. me dio la oportunidad de regresar y desarrollar el área de Obras de Arte y Seguridad Vial .

El informe que se desarrolla a continuación es una descripción del proceso constructivo de los diferentes trabajos ejecutados el tramo V de la Interoceánica, en el campo de las Obras de Arte y Seguridad Vial, así como una descripción de las obras ejecutadas y la importancia de éstas para la durabilidad de la plataforma vial y la seguridad en la vía, también una descripción de cómo optimizar las labores para los trabajos realizados en altura mayores a los 4500 m.s.n.m.

Este proyecto se desarrolla en la región sur del Perú denominada Concesión Para La Construcción, Conservación y Explotación del Tramo N° 5 Del Proyecto Corredor Vial Interoceánico Sur Perú – Brasil Zona Puno – Moquegua. El Esquema Vial del Tramo N° 5 al cual pertenece el Sector del presente informe, está integrado por las Carreteras: Ilo – Moquegua – Puno – Juliaca – Azángaro y Matarani – Arequipa – Santa Lucía – Juliaca.

En el contrato de concesión del Tramo 5 del Corredor Vial Interoceánico del Sur Perú – Brasil, se desarrolló a través del Proyecto de Ingeniería de Detalle (PID); para las obras de la Concesión Vial.

Como parte integrante del PID, se desarrollo los trabajos entre “Puente Gallatini – Humajalso”, perteneciente a la Carretera Puno – Moquegua, el mismo que tiene un alcance a nivel de ejecución de obra nueva.

Esta obra no solo beneficia las localidades involucradas sino también toda la macro región sur la cual vera un crecimiento económico en los próximos años debido a un mejoramiento en el traslado de personas y mercancías de forma más eficiente en tiempo y costos

Así como también llevará un desarrollo sostenible entre Perú y Brasil interconectando el Océano Pacifico y el Océano Atlántico integrando y desarrollando el sur del país

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Generalidades

La construcción de la Carretera Interoceánica Sur unirá la costa del Pacífico con la selva Amazónica a través de cinco (5) tramos.

La totalidad de este eje vial tiene como objetivo facilitar la transferencia de bienes entre la Costa Atlántica, la costa del Pacífico y los mercados Asiáticos. Así mismo forma parte de los proyectos principales de la Iniciativa de Integración de la Infraestructura de la Región Sudamericana (IIRSA) con respecto al eje que une Perú, Brasil y Bolivia. Para los gobiernos de estos países, su construcción significará la ampliación del acceso de los productos a Norte América, Asia y Europa.

Por otro lado para el Estado peruano la construcción de este eje vial significa la oportunidad de integración económica de la Macro Región Sur con el resto del país.

Ubicación

El corredor Interoceánica Sur, atraviesa prácticamente toda la Macro-Región Sur del Perú, conformada por las regiones de Arequipa, Apurímac, Cusco, Madre de Dios, Moquegua, Puno y Tacna. Además se suman las regiones de Ica y Ayacucho. Su zona de influencia abarca un área de 400,000.00 Km². Y ha sido dividida en 5 tramos para su ejecución de la siguiente manera

Tramo 1.- Que se inicia en San Juan de Marcona - Ica hasta Urcos en Cuzco con una longitud total de 763 km. Por el Consorcio Sur vial S.A. integrado por Graña y Montero, JJ Camet Ingenieros Civiles y Contratistas Generales (Perú).

Tramo 2.- Que se inicia en Urcos en Cuzco – Puente Inambari en Madre de Dios con una longitud de 300 km Consorcio Concesionario Interoceánica Sur Tramo 2 y 3 (CONIRSA),

integrado por las empresas Odebrecht (Brasil), Graña y Montero, J. J. Camet e Ingenieros Civiles y Contratistas Generales (Perú).

Tramo 3.- Que inicia en Puente Inambari en Madre de Dios - Iñapari en Madre de Dios y tienen una longitud de vía de 306 km. Consorcio Concesionario Interoceánica Sur Tramo 2 y 3 (CONIRSA), integrado por las empresas Odebrecht (Brasil), Graña y Montero, J. J. Camet e Ingenieros Civiles y Contratistas Generales (Perú).

Tramo 4.- Que se inicia en Puente Inambari en Madre de Dios y la localidad de Azángaro PUNO, integrado por las empresas Andrade Gutiérrez, Construccoes e Comercio Camargo Correa S.A., Constructora Queiroz Galvao S.A.

Tramo 5.- Que se inicia en Ilo-Juliaca; Matarani-Azángaro; Puente Gallatini-Humajalso en los departamentos de Arequipa, Puno y Moquegua con una longitud de 812 km. por el consorcio Concesionaria Vial del Sur S.A. integrada por las empresas Hidalgo e Hidalgo SA, Construcción Administración SAC y Conorte SA.

Políticamente el Sector “Puente Gallatini – Humajalso” se ubica en las Provincias General Sánchez Cerro y Mariscal Nieto de la Región Moquegua.

La ubicación de este Sector en el Esquema Vial del Tramo 5, está en la Carretera Puno – Moquegua, entre el Puente “Gallatini” ubicado en el Km 97+ 500 (con Cero en Puno) y la Carretera Binacional Ilo – Moquegua- Desaguadero, a la cual empalma a la altura del Km. 115+500 (Cero en Moquegua).y adicionalmente el tramo otorgado en concesión denominado Sector: Torata – Humajalso, referido específicamente a las progresivas Km. 99+342 al Km. 115+900, que corresponde a parte de la Carretera Binacional que une el Puerto de Ilo en Moquegua, con la localidad de Desaguadero en Puno, límite con el país de Bolivia.

Topografía Del Terreno

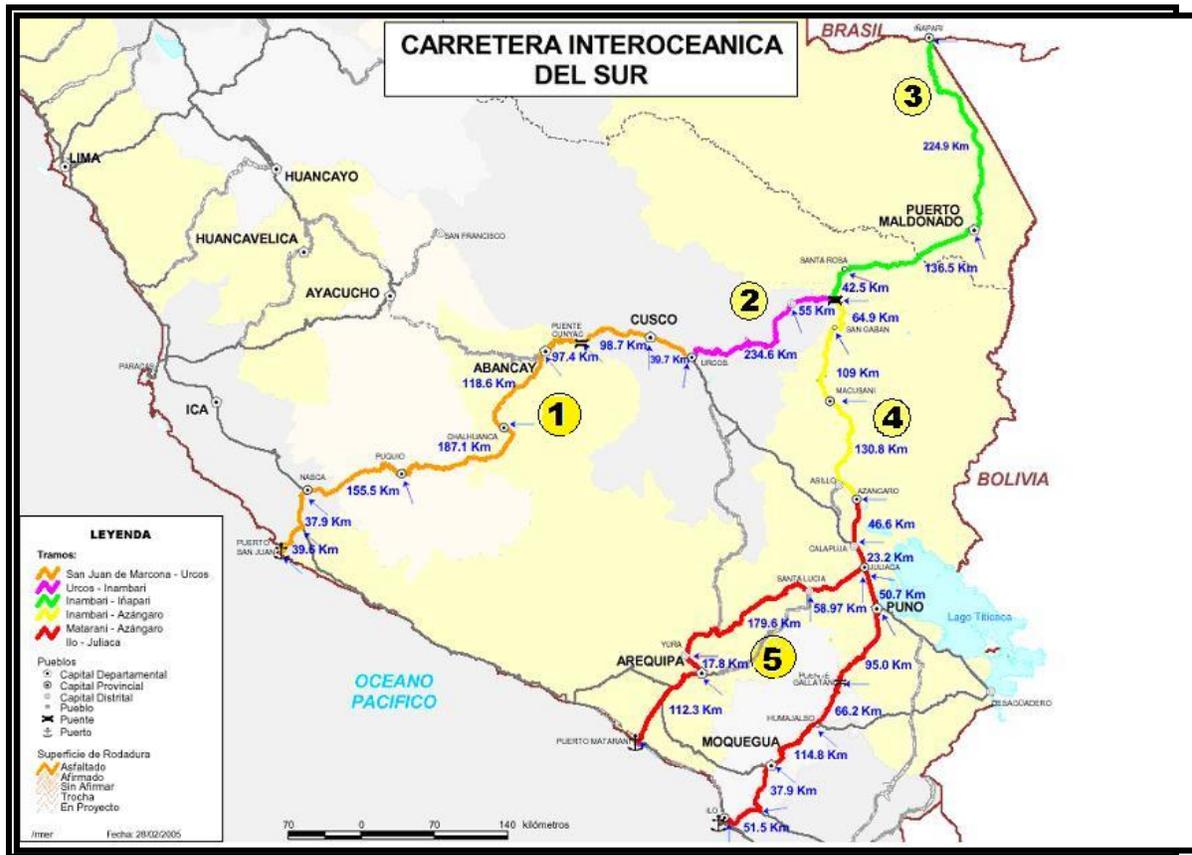
La vía actual en el Sector Humajalso - Puente Gallatini se desplaza por zonas alto andinas del altiplano, cuya topografía en general es típica de las planicies que se encuentran en las

cumbres de las cordilleras con pequeños ascensos y descensos que varían desde los 4,280 y 4,690 m.s.n.m.

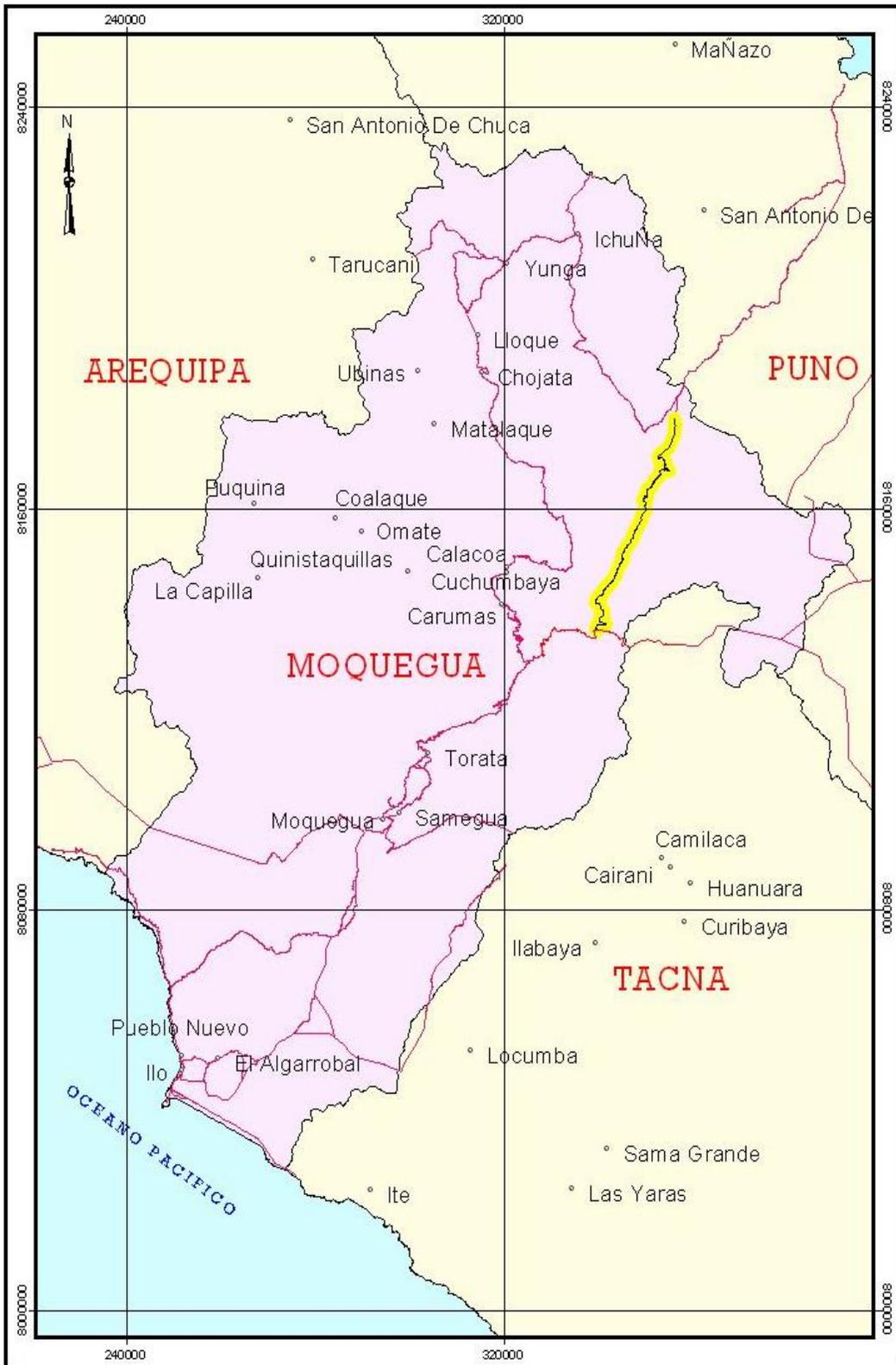
La mayor parte de esta vía se desplaza sobre terreno plano y plano ondulado, teniendo algunos sectores con topografía semi accidentada pero de laderas con inclinaciones suaves, se presentan zonas de corte que no poseen gran altura.

El tipo de terreno donde se ubica esta vía es material suelto compuesto principalmente de Limos, arcillas y material suelto del tipo Pluviónico como arenas y areniscas, en mayor porcentaje, con cierta cantidad de rocas dispersas. Existen zonas puntuales de roca suelta, sobre todo en los sectores de topografía semi accidentada; esta se puede apreciar desde la progresiva 107+000 hasta la progresiva al km 123+400 “Puente Vizcachas” así como también en la carretera binacional desde la progresiva 99+342 al km 114+800 materia de adicional a la Concesión del Corredor Vial Interoceánico Sur Perú – Brasil – Tramo V.

Ubicación de los tramos 1 – 2 – 3 – 4 – 5



Tramo 5 Sector Puente Gallatini - Humajalso



ACTIVIDADES REALIZADAS

Funciones desarrolladas :

Desde un inicio me he desarrollado en el área de costos y presupuestos, para los cuales se ha realizado las verificaciones de los metrados y de los rendimientos de trabajos realizados en campo, así como realizar las valorizaciones de los contratistas y de la empresa ante el ente coordinador, la SUPERVISIÓN.

También realice trabajos en el área de Obras de Arte, para lo cual se debió de planificar las labores diarias así como también las metas mensuales a las que teníamos que alcanzar, el trazado, encofrado y ubicación en campo de las estructuras a construir.

Se construyó un total de 46, 434.37 m. de cunetas revestidas en este tramo y 300.00 m. de zanjas de coronación revestidas en el tramo adicional.

Se realizó la construcción de muros gaviones de acuerdo a las especificaciones técnicas con un volumen de 40.00 m³.y de 948.00 m³ de gaviones de protección para puentes.

Se ejecutaron sud drenes en zonas críticas para la mejor estabilidad de la plataforma debido a las filtraciones predominantes en la zona

Se realizó la construcción de alcantarillas longitudinales para la evacuación de las aguas provenientes de la plataforma como del terreno adyacente según las especificaciones descritas.

El orden y limpieza del área de trabajo fue primordial para evitar los accidentes, para ello se coordinó con las distintas aéreas para el carguío y el recojo del material excedente de las zonas de trabajos y su eliminación a los **Deposito de Material Excedente** (D.M.E).

Estuve encargado de la producción y abastecimiento del concreto para las diversas áreas y frentes de trabajo, se coordino y planifico el envío, así también se coordino el llenado de las diferentes estructuras según sus especificaciones técnicas aquí descritas, teniendo en consideración los factores atmosféricos y los requerimientos de los diferentes frentes.

En las partidas de seguridad se han ejecutado la colocación de postes Delineadores por un total de 4,334 Unidades. jibás por una longitud de 36.00 m. postes kilométricos con un total de 60 Unidades, guardavías metálicos con una longitud de 1,483.00 ml, sembrado y colocación de señalización vertical y horizontal en la vía.

Labores de campo

Entre las principales labores de campo tenemos que destacar las siguientes:

Dirigir las reuniones de seguridad de capacitación al personal antes de la jornada diaria con el personal de la planta de concreto, cunetas, mantenimiento y seguridad así como de las diversas áreas comprometidas con la obra.

Verificación en campo de la correcta utilización de las señales Preventivas para minimizar accidentes durante el tiempo que dure la ejecución de los trabajos.

Reconocimiento, verificación y eliminación de posibles zonas de riesgo para minimizar accidentes durante el tiempo que dure la ejecución de los trabajos.

Verificación en campo de la correcta utilización de los **Equipos de Seguridad Personal** (E.P.P.) del personal de la empresa y personal de las empresas sub contratistas.

Ubicación de las áreas de trabajo en el campo así como los chequeos de los trabajos topográficos correspondientes, verificación de cotas de cimentación, esviajamiento, excavado y la construcción de estructuras.

Verificación de las estructuras a construir de acuerdo a los expedientes técnicos

Verificación de señalización permanente a instalar tanto vertical como horizontal.

Supervisión diaria del personal para que se cumplan las disposiciones dadas, el respeto a los planos y especificaciones técnicas.

Coordinación con el personal para la absolución de consultas relacionadas a los trabajos por desarrollar.

Coordinación diaria con el personal de supervisión para la ejecución de trabajos y verificación de los mismos, así como su puesta en marcha.

Verificación de los rendimientos por áreas para una mejor optimización de los costos de las obras a desarrollar.

Verificación de la calidad de la mezcla según diseño presentado con la obtención de testigos en campo al momento del llenado y su rotura posterior en laboratorio, así también como la calidad de los agregados y la verificación del slump al salir de la planta de concreto.

Coordinación para el envío de concreto a los diferentes frentes de trabajo de acuerdo a la distancia e importancia de las mismas.

Verificación de los metrados, sustentos y elaboración de valorizaciones a los sub contratistas.

Verificación de los metrados, sustentos de las labores ejecutadas durante el mes y la elaboración de valorizaciones para la empresa CASA.

DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

Característica vial

Primeramente tenemos que indicar que la presente obra pertenece a la Red Vial Primaria del Sistema Nacional por la demanda y por su función de Tráfico futuro al final del período de diseño, corresponde a una vía de segunda clase (400 – 2000 Veh/Día).

Por las condiciones orográficas del terreno donde se ubica la vía, le corresponde los tipos 3 y 4.

Para el altiplano que tiene topografía llana y plana – ondulada, se ha adoptado una velocidad Diseño de 60 Km/Hr. Y para pequeños sectores con topografía semi accidentada, la Velocidad Directriz se reduce a 50 y 40 Km./Hr.

Para el diseño , construcción y ejecución de la vía se desarrollo de acuerdo a los siguientes parámetros y a las Normas de Diseño Geométrico para Carreteras DG -2001, como lo son los siguientes:

- Velocidad Directriz en planicie : 60 Km/Hr.
- Velocidad Directriz en Top. Accidentada : 50 y 40 Km/Hr.
- Radio Mínimo Normal para $V_d = 60$ Km/Hr. : 125 m.
- Radio Mínimo Normal para $V_d = 50$ Km/Hr. : 85 m.
- Radio Mínimo Normal para $V_d = 40$ Km/Hr. : 50 m.
- Ancho de Superficie de Rodadura : 6.60 m.
- Ancho de Bermas a cada lado : 1.20 m.
- Ancho total a nivel de rasante (en tangente) : 9.00 m.
- Pendiente máxima normal : 7%

- Ancho de cuneta	:	1.00 m.
- Altura de cuneta	:	0.50 m.
- Sobre ancho máximo	:	1.80 m.
- Bombeo de Calzada	:	2.5%

Adicionalmente a la construcción de la vía se han refaccionado dos puentes El puente Gallatini y el Puente Vizcachas que se encontraban en regular estado de conservación y la construcción de un nuevo Puente Saltiajuira que se encuentra sobre el rio del mismo nombre para los cuales se les proveyó de concreto para su construcción.

Debido a ser una vía expuesta a un clima variado se ve la necesidad de equiparlo con un adecuado sistema de drenaje para proteger la plataforma vial para así brindar un adecuado nivel de servicio y garantizar su vida útil.

Estas van desde el inicio del trazo hasta el final del mismo para así asegurar una adecuada evacuación de las aguas provenientes no solo de las lluvias sino también de filtraciones que predominan en la zona, estas obras son la construcción de sub drenes, alcantarillas y cunetas.

Sub dren longitudinal y tubería de descarga

Esta Especificación está referida a los trabajos necesarios para el control de aguas, captando, conduciendo y evacuando el agua subterránea y de filtraciones laterales de las zonas de corte (talud) de la carretera, provenientes de la base drenante en las zonas donde esta pueda afectar al pavimento.

Descripción

El sistema consiste en tuberías perforadas de PVC SAP enterradas en zanjas, cubiertas luego de instalar la tubería con material de filtro, manto geo textil y material de relleno granular; las tuberías de drenaje longitudinal son conectadas a caja de registro, continuando

con tuberías de descarga, similares a las tuberías de drenaje pero sin perforaciones con dimensiones y características generales indicadas en los planos.

En la parte inicial del sub dren se instalan una tubería de fierro galvanizado de 1 1/2" de diámetro, que está conectado al tubo PVC de 6" de diámetro, perforado de acuerdo a lo indicado en los planos; estos sirven de ventilación y ayuda a tener presencia de la presión atmosférica permitiendo de éste modo el flujo de agua del suelo circundante.

Podemos describir los elementos que conforman un sub dren a través de los siguientes trabajos a ejecutar:

Sub dren longitudinal

Consiste en la excavación de la zanja la preparación de la base (cama de arena) la colocación del geo textil la colocación de la cama de arena, la colocación de la tubería perforada forrada con el geo textil, el relleno con material filtrante y el relleno con material granular.

Caja de registro

Consiste en la excavación de la zanja de acuerdo a los planos , su encofrado de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos, su armado del acero de fierro corrugado de acuerdo a los diámetros y espaciamiento vaciado de concreto de resistencia indicada en los planos, el cual ira tapado con tapas de concreto armado; durante la construcción de las cajas se debe dejar los orificios para conectar la tubería del sub dren longitudinal (perforado) y el tubo de descarga (sin perforar).

Tubería de descarga

Consiste en la excavación de una zanja transversal en la pista, la preparación de la base (cama de arena), la colocación de la tubería no perforada y la colocación de material de relleno granular hasta la altura que se requiera. A la salida de la tubería se prevé la construcción de la protección de la misma, lo que consiste en un dado de concreto que rodea la tubería.

Tubería de ventilación

Consiste en el ensamblaje de elementos de tubería galvanizada y de la conexión al tubo PVC perforado previamente y colocado en su correspondiente cama de arena, se instala verticalmente el resto del tubo, de tal manera que la parte superior quede inmersa en concreto de la cuneta, tal como indica los planos.

Materiales

Los materiales a ser empleados deberán cumplir las siguientes especificaciones:

Tuberías.

Todas las tuberías a instalar serán de PVC - SAP clase 5, del diámetro y tipo indicado en los planos, los sub drenes longitudinales llevaran tubos con perforaciones circulares con dimensiones y disposiciones indicadas en los planos.

Material de filtro

(Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras)

La Granulometría para filtros longitudinales o que no atraviesen zonas de circulación vehicular nos dice que el material deberá estar constituido por partículas con tamaños comprendidos entre el tamiz de 19 mm (3/4") y el de 75 mm (3").

Las partículas pueden ser angulares o redondeadas no se requiere ninguna gradación especial, permitiéndose el uso de fragmentos de un solo tamaño, siempre y cuando se respeten las limitaciones del tamaño máximo y mínimo. Este material deberá estar limpio y sin material fino.

Cuando se construye filtros transversales localizados debajo de zonas de circulación vehicular, se deberá usar material granular con tamaño entre 19 mm (3/4") y 50 mm (2").

La resistencia al desgaste en la Máquina de los Ángeles no podrá ser mayor al cuarenta por ciento (40%).

Geo textil.-

Se utilizarán geo textiles compuestos por filamentos de polímeros sintéticos, no tejidos, que de acuerdo con el suelo a drenar, deben tener capacidad para dejar pasar el agua y evitar el movimiento del suelo retenido. Cumplirán con los requerimientos mínimos de propiedades mecánicas e hidráulicas, que se describen a continuación:

PROPIEDADES MECÁNICAS CLASE 2

PROPIEDAD	ENSAYO	UND	REQUERIMIENTO GEOTEXTIL (marv)** CLASE 2	
			ELONG E < 50%	ELONG E > 50%
Resistencia a la tracción	ASTM	N	1100	700
Carga concentrada (met. grav.)	D - 4632			
Resistencia al rasgado	ASTM	N	400	250
Trapezoidal	D - 4533			
Resistencia al Punzonamiento	ASTM D - 4833	N	400	250
Resistencia al reventado	D - 3786	Kpa	2700	1300

E = Deformación a la rotura (ASTM D4632)

PROPIEDADES HIDRAULICAS

PROPIEDAD	ENSAYO	UND.	REQUERIMIENTO (MARV)**		
			Porcentaje de suelo a retener que pasa por la 0.075 mm (N° 200)		
			< 15	15 – 50	> 50
Clase de Geo textil			Clase 2		
Permisividad	ASTM D 4491	Seg -1	0.5	0.2	0.1
Abertura aparente AOS	ASTM D 4751	Mm	0.43	0.25	0.22
Resistencia retenida UV	ASTM D 4335	%	50% después de 500 hrs.		

Nota : Los datos que figuran en los cuadros, son valores mínimos (MARV)

*AOS : corresponde al máximo valor promedio del rollo = Promedio + 2(Desviación Standard)

** MARV = Promedio - 2 (Desviación Standard).

Tubería galvanizada

Según las especificaciones se utilizara tubería de fierro galvanizado, de 2" de diámetro esta debe tener la capacidad de permitir el ingreso del aire, presión atmosférica

Método de construcción

Sub drenes longitudinales.- La zanjas deberán ser excavadas según las dimensiones y niveles que señalan los planos o como lo ordene el Ingeniero Supervisor. Una vez instalado el geo textil se colocará un asiento de material granular (cama de arena) con un espesor mínimo de 5 cm. en el fondo de la zanja en todo su ancho y longitud.

La tubería con perforaciones deberá ser colocada de acuerdo al diseño mostrado en los planos debiendo empalmarse los tubos con uniones flexibles o uniones tipo campana, para ser forrados por el geo textil, tal como se indica en los planos.

La tubería galvanizada, será ensamblada con todos sus elementos, de acuerdo a los planos, para unir el tubo galvanizado a la tubería PVC de 6", se perfora la tubería PVC, un orificio de 1 1/2" de diámetro, para permitir el embonamiento de los dos elementos, tal como se indica en los planos.

Los extremos superiores de todas las instalaciones de tubería de sub drenaje deben ser cerrados con tapones adecuados a fin de evitar la entrada de materiales y/o sustancias nocivas. Una vez que la instalación de la tubería ha sido inspeccionada y aprobada, el material de relleno o filtro será colocado hasta una altura de 30 cm. sobre la parte superior de la tubería; debiendo tener cuidado de no desplazar la tubería, ni dañar la membrana de geo textil que recubre la zanja y que posteriormente envolverá al filtro. El resto de material de filtro se colocará acomodándolos en capas no mayores de 20 cm hasta la altura que se requiera.

En la parte superior de la zanja, arriba del material filtrante se colocará material arcilloso, el que también será compactado por capas.

Tubería de descarga

La zanjas deberán ser excavadas según las dimensiones y niveles que señalan los planos o como lo ordene el Ingeniero Supervisor. En el fondo de la zanja se colocará y apisonará material granular (cama de arena) en un espesor mínimo de 5 cm. en todo su ancho y longitud.

Sobre la cama de arena se colocará la tubería sin perforaciones, conforme al diseño mostrado en los planos, los tramos de tubería se empalmarán firmemente por medio de uniones flexibles o uniones tipo campana.

Una vez que la instalación de la tubería ha sido inspeccionada y aprobada, se colocará el material de relleno granular hasta una altura de 30 cm. sobre la parte superior de la tubería; debiendo tener cuidado de no desplazar la tubería.

A continuación se seguirá colocando material granular en capas no mayores de 20 cm hasta la altura requerida.

La tubería en su salida será recubierta por un dado de concreto en las dimensiones indicadas en los planos.

Relleno para estructuras con material de préstamo

Descripción

Los rellenos aquí definidos se refieren al movimiento de tierras a ejecutar para rellenar todos los espacios excavados no ocupados por las estructuras o para la protección de éstas. El material necesario para ejecutar estos rellenos, así como su proceso (extracción, apilamiento y zarandeo).

Material

El material empleado para el relleno será proveniente de canteras, no debiendo contener materia orgánica, elementos inestables o de fácil alteración, ni otros elementos perjudiciales. El Supervisor dará la aprobación de la calidad del material a usar, el cual de ninguna manera deberá presentar características expansivas.

El material deberá ser de preferencia granular y deberá cumplir con los requisitos siguientes:

Tamaño máximo 75 mm

% que pasa la malla N° 200 < 25% en peso

Límite líquido 30%

Se deja a criterio del Supervisor la frecuencia de ejecución de las diversas pruebas para garantizar la calidad de los materiales.

Equipos

Los equipos para el extendido, acomodo, humedecimiento y compactado de los rellenos para estructuras deberán ser los apropiados para garantizar la ejecución de los trabajos de acuerdo con las exigencias de la presente especificación técnica.

El equipo de compactación deberá componerse de rodillos, apisonadores, compactadores vibratorios o apisonadores mecánicos u otro equipo aprobado por el Supervisor. La compactación en zonas de difícil acceso, se podrá utilizar apisonadores manuales de más de 10 kg., de peso con una superficie para compactar de 15 x 15 cm.

No se permitirá el uso de equipo pesado que pueda producir daño a las estructuras recién construidas.

Métodos de ejecución

El Contratista deberá notificar por escrito al Supervisor, con suficiente anticipación, el inicio de la ejecución de los trabajos de relleno, para que éste realice los chequeos siguientes:

Verificación topográfica de cotas de cimentación, esviajamiento, secciones transversales en terreno natural, excavado y con la estructura construida.

Verificación del suelo y condiciones de fundación.

Verificación de las características del material a emplear como relleno así como los lugares donde serán colocados.

Verificación del estado de las estructuras de concreto, si ya han pasado la etapa de curado y están aptas para aplicar los rellenos respectivos

Verificación del armado de las tuberías corrugadas, si la cantidad de pernos se encuentra completa, con el debido ajuste (torque), si las planchas están técnicamente colocadas tal como lo recomienda el fabricante y lo que indica la correspondiente especificación técnica.

Contando con la aprobación del Supervisor, luego de las verificaciones realizadas, el Contratista recién podrá realizar los rellenos correspondientes.

Se deberá de tener en cuenta lo siguiente :

La colocación del relleno se realizará mediante capas horizontales de no más de 0.20 m de espesor compactadas, a una densidad mínima de 95% de la **Máxima Densidad del Suelo** (M.D.S.) obtenida del ensayo Próctor Modificado. En caso el relleno llegue al nivel de la sub rasante, los 0.30 m superiores del relleno serán compactados a una densidad mínima de 100% del M.D.S. del ensayo Próctor Modificado.

Para rellenos detrás de estructuras de contención y sostenimiento, su colocación se hará después de 14 días de vaciado el concreto o cuando las pruebas de resistencia realizadas bajo el control de la Supervisión, demuestren que el concreto ha alcanzado el 70% de la resistencia proyectada

En el caso de relleno en alcantarillas de **Tubería Metálica Corrugada** (T.M.C), el procedimiento de ejecución se encuentra detallado en las partidas Alcantarillas y se complementa con lo descrito en la presente especificación.

En ningún caso el relleno se podrá ejecutar cuando el suelo se encuentre sumergido en agua o exista agua subterránea. El Contratista, con la aprobación de la Supervisión, realizará los trabajos necesarios para asegurar la buena calidad del suelo de fundación y evitar que falle el relleno.

La humedad del material de relleno, será aquella que se determine el laboratorio de campo, y será específica para cada tipo de material a emplear. En caso el material se encuentra en estado de saturación, el Contratista propondrá el método más adecuado para su utilización

(aireación por venteo, mezclado con material seco, etc.) procedimiento que contará con la previa aprobación de la Supervisión para su realización.

Obtenida la humedad óptima, se procederá a la compactación hasta conseguir las densidades indicadas.

Al concluir cada jornada de trabajo, la superficie de la última capa deberá estar compactada a las densidades indicadas y nivelada con pendiente transversal adecuada, que garantice la evacuación de aguas superficiales sin peligro de erosión.

Sólo se podrá realizar los rellenos de estructuras cuando el día esté soleado o nublado sin llegar a la precipitación fluvial, en cuyo caso se deberá paralizar los trabajos y protegerlos de la mejor manera para evitar la saturación de los materiales que no se haya logrado compactar.

La adecuada realización de trabajos necesarios para la contención de las capas de relleno durante su construcción, tales como muros secos, es de absoluta responsabilidad del Contratista.

Encofrado y desencofrado

Descripción

Los encofrados se refieren a la construcción de formas temporales para contener el concreto de modo que éste, al endurecer, adopte la forma indicada en los planos respectivos, tanto en dimensiones como en su ubicación dentro de la estructura

Materiales

Los encofrados a utilizar pueden ser de madera, metálicos o madera laminada o fibra prensada. El encofrado no deberá presentar deformaciones, defectos, irregularidades o puntos frágiles que puedan influir en la forma, dimensión o acabado de los elementos de concreto a los que sirve de molde.

Para superficies no visibles, el encofrado puede ser construido con madera en bruto, pero con juntas debidamente calafateadas para evitar la fuga de pasta de concreto.

Para superficie visible, también denominada cara vista, el encofrado deberá ser construido con paneles de $\frac{3}{4}$ " de madera laminada, madera machihembrada o con planchas duras de fibra prensada y marcos de madera cepillada. La línea de contacto entre paneles deberá ser cubierta con cinta, para evitar la formación de rebabas; dichas cintas deberán estar convenientemente adheridas para evitar su desprendimiento durante el llenado.

Los alambres a emplearse en la sujeción de encofrados, no deben atravesar las caras del concreto, especialmente las que vayan a quedar expuestas. En general, se deberá unir los encofrados por medio de pernos que puedan ser retirados posteriormente, de manera que el desencofrado no produzca daños en la superficie del concreto.

Ejecución

Los encofrados deberán ser diseñados y construidos de modo que resistan totalmente el empuje del concreto al momento del vaciado sin deformarse, incluyendo el efecto de vibrado para densificación y que su remoción no cause daño al concreto. Para efectos de diseño, se tomará un coeficiente aumentativo de impacto igual al 50% del empuje del material que debe ser recibido por el encofrado.

Antes de proceder a la construcción de los encofrados, el Contratista deberá presentar los diseños de los encofrados para la revisión y aprobación del Supervisor.

Los encofrados deberán ser construidos de manera que el elemento de concreto vaciado tenga la forma y dimensiones del proyecto y que se encuentre de acuerdo con los alineamientos y cotas aprobadas por el Supervisor y deberán presentar una superficie lisa y uniforme.

Antes de armar el encofrado, se deberá verificar que la superficie del encofrado se encuentre exenta de elementos extraños y con un recubrimiento adecuado de una membrana sintética para evitar la adherencia del mortero o del procedimiento que el Contratista crea

Losas superiores de alcantarillas 14 días

Losas superiores de pontones 14 días

En el caso de utilizarse aditivos acelerantes de fragua y previa autorización del Supervisor, los tiempos de desencofrado pueden reducirse, de acuerdo al tipo y proporción del aditivo que se emplee. En general, el tiempo de desencofrado se fijará de acuerdo con las pruebas de resistencia en muestras del concreto, cuando ésta supere el 70% de su resistencia de diseño. Todo trabajo de desencofrado deberá contar la previa autorización escrita del Supervisor.

Todo encofrado, para ser reutilizado, no deberá presentar alabeos, deformaciones, incrustaciones y deberá presentar una superficie limpia.

Tipos de encofrado

Los tipos de encofrado se presentan en función del elemento a vaciar y del tipo de acabado, los cuales se clasifican de la siguiente manera:

Encofrado de cimentación

Este tipo de encofrado se aplicará a las caras verticales de elementos de concreto que forman parte de la cimentación, así como aquellas caras que serán cubiertas por material de relleno, en general, este tipo de encofrado se utiliza para superficies no visibles. En este tipo de encofrado se encuentran incluidos el encofrado de losas apoyadas, tales como las de pavimento rígido y badenes.

Encofrado de elevación cara vista

Este tipo de encofrado se aplicará a las caras verticales de elementos de concreto no contemplados en el encofrado de cimentación, tales como las pantallas de los muros de contención y sostenimiento, cuerpos de las alcantarillas de C^oA^o tipo MC, costados de losas de pontones y alcantarillas de C^oA^o, parapetos, muretes y todo aquel elemento que a criterio del Supervisor requiera de este acabado.

Encofrado de losa cara vista

Este tipo de encofrado se aplicará para soportar directamente el peso del concreto, por lo que normalmente es horizontal. Este tipo de encofrado se utiliza para superficies visibles tales como losas de alcantarillas tipo **Marco de Concreto Armado** (M.C.A.) y pontones, entre otras.

Deberá preverse la utilización de impermeabilizantes para el encofrado de madera para evitar cambios volumétricos de éste. Se deberá complementar con equipo de bombeo para bajar los niveles de agua o de ser posible secar la zona de trabajo.

En caso de encofrado metálico, se utilizará laca desmoldante que evite la contaminación y adherencia.

El uso indicado para determinado tipo de encofrado, no es limitativo, queda a criterio del Supervisor su utilización.

Alcantarilla metálica

Descripción

Este trabajo comprende a tres puntos principales:

Suministro

Transporte a obra

Almacenamiento

El manejo, armado y la colocación de los tubos de acero corrugado galvanizado se realizarán para el cruce de aguas superficiales.

Además comprende el suministro de todas las conexiones o juntas, pernos, accesorios, tuercas y cualquier elemento necesario para la correcta ejecución de los trabajos.

Comprende también la construcción de la cama de asiento a lo largo de la tubería, las conexiones de éstas a los cabezales u obras existentes o nuevas y la remoción y disposición satisfactoria de los materiales sobrantes.

La tubería tendrá los tamaños, tipos, diseños y dimensiones de acuerdo a los alineamientos, cotas y pendientes indicadas en los planos u ordenadas por el Supervisor.

Materiales

Tubería Metálica Corrugada (T.M.C.)

Se denomina así a las tuberías de gran resistencia estructural formadas por planchas de acero corrugado, galvanizado, unidas con pernos. La sección para el proyecto será circular.

Los elementos de la tubería deberán cumplir con las siguientes características:

Las planchas o láminas deberán cumplir con los requisitos establecidos en las especificaciones ASTM A-444 y AASHTO M-36. Los espesores de las planchas serán los siguientes:

DIÁMETRO	ESPESOR (mm)
36" (0.91 m)	2.0
48" (1.22 m)	2.5
60" (1.52 m)	3.0
(1.80 X 1.11m)	3.3

Los pernos deberán cumplir con los requisitos establecidos en las especificaciones ASTM A-307 y ASTM A-449.

Las tuercas deberán cumplir con los requisitos establecidos en la especificación ASTM A-563

Material de base o asiento

Se denomina base o asiento al material de reemplazo que estará en contacto con el fondo de la estructura metálica.

La cama de asiento estará constituida por arena gruesa, conformada por una capa de 0.15 m de espesor mínimo y 0.30 m como máximo, y a todo lo ancho de la excavación.

Calidad de los tubos

Se deberá de presentar Certificado de calidad y garantía del fabricante

Antes del inicio de los trabajos, el Contratista deberá entregar al Supervisor un certificado original de calidad en donde se indique el nombre y marca del producto y un análisis típico del mismo para cada clase de tubería y para cada lote de materiales.

Adicionalmente, el Contratista entregará el certificado de garantía estableciendo que todo material cumple con las especificaciones requeridas.

Ningún tubo será aceptado sin previa recepción y aprobación de los certificados mencionados, por parte del Supervisor.

Inspección, muestreo y rechazo del material

El Supervisor deberá inspeccionar el lote de materiales llegados a obra antes de su ensamblaje. Queda a potestad del Supervisor el muestreo del material para la realización de ensayos que acrediten el cumplimiento de las especificaciones, en laboratorio reconocidos y a costo del Contratista. Los ensayos serán de una muestra como máximo por lote de materiales.

Todas aquellas unidades que hayan perdido el galvanizado o en donde el mismo haya sido quemado, serán rechazadas. En el caso de unidades averiadas, éstas serán rechazadas o reparadas, según lo indique y apruebe el Supervisor.

No se podrá ensamblar ningún tubo, con piezas no aceptadas por el Supervisor.

Método de construcción

Limpieza y excavación

Según lo indicado en la partida “Excavación no clasificada para estructuras”.

Preparación de la Base o Asiento del Tubo

Previa a la colocación del material de base se deberá verificar que el fondo de la excavación se encuentre perfilado, compactado y libre de raíces, piedras salientes, oquedades u otras irregularidades. No se permitirá la colocación del material de base si los trabajos anteriores no cuentan con la aprobación del Supervisor.

El espesor mínimo de la cama de asiento será 0.15 m, colocado sobre cualquier tipo de suelo de fundación, con excepción de suelos de baja capacidad portante o rocosos, en cuyo caso el espesor será de 0.30 m. como máximo.

Cualquier reemplazo de material por debajo de este nivel; para efectos de mejoramiento, no forma parte del material de base o asiento.

Armado y colocación de la tubería

Los tubos metálicos serán armados de preferencia en las cercanías del emplazamiento final, siguiendo las instrucciones de ensamblaje del fabricante.

Una vez ensamblados los tubos serán colocados en su posición mediante equipo de izaje adecuados y con la seguridad del caso. El transporte y manipuleo de la tubería se realizará de manera que no se abollen en ningún caso se permitirá el arrastre sobre el suelo.

La tubería se colocará cuidadosamente sobre el material de base o asiento, siguiendo el alineamiento indicado por dos estacas en línea, cuya colocación será aprobada por el Supervisor; de igual manera, el Supervisor verificará y dará su conformidad a las cotas de cimentación. Al momento de asentar la tubería se deberá verificar que los traslapes transversales se encuentren siempre en la dirección del flujo y que las costuras longitudinales se encuentran a los costados del tubo y por ningún motivo en la base del

mismo. Todo tubo mal alineado, indebidamente asentado o dañado en su colocación, será retirado y recolocado o reemplazado.

Para el caso de tubos que soporten grandes rellenos, mayores de 7.50 m o cuando lo indique el Supervisor, se aumentará el diámetro vertical en un cinco por ciento (5%) mediante gatas hidráulicas de manera progresiva de un extremo a otro de la tubería, dicha deformación deberá realizarse antes de colocar el relleno y deberá mantenerse con ayuda de un adecuado apuntalamiento, el cual se retirará cuidadosamente una vez que el relleno se encuentre terminado y consolidado.

Colocación del relleno alrededor de la estructura

El material de relleno deberá cumplir con las especificaciones indicadas en la partida “Rellenos para estructuras con material de préstamo”.

La colocación del relleno a los costados de la tubería, se realizará en capas alternadas de 0.15 m, para permitir un buen apisonamiento. El relleno se colocará en forma simétrica conservando siempre la misma altura en ambos lados del tubo.

El relleno deberá compactarse hasta alcanzar una densidad mayor al 95% de la M.D.S. del Próctor Modificado y en el caso de que el relleno se vaya a construir hasta el nivel de sub rasante, los 0.30 m. superiores del relleno serán compactados a una densidad mínima del 100% de la M.D.S.

El equipo de compactación será mecánico, pudiendo ser: apisonadores mecánicos, rodillos apisonadores o compactadores vibratorios. La elección del equipo dependerá de las condiciones existentes en el lugar y deberá evitar que el equipo golpee la estructura. No será aceptable la compactación del relleno por medio de anegación o chorros de agua.

La colocación de alcantarillas deberá ejecutarse cuando los trabajos de explanaciones hayan alcanzado el nivel de sub rasante, por consiguiente, el relleno de estructuras alrededor de la tubería deberá alcanzar el mismo nivel. La altura de relleno mínimo desde la clave de la tubería hasta el nivel de sub rasante será de (0.30/0.45 m).

Protección de la estructura durante la construcción

No se deberá permitir la imposición de cargas concentradas fijas o móviles muy superiores a las que soportaría la estructura, por lo que el equipo y vehículos pesados no deberán circular sobre la estructura antes de que la altura de relleno mínima sobre la misma sea de (0.30/0.45 m). En caso del paso de equipo muy pesado se deberá proteger la estructura colocando material adicional encima del relleno.

No forman parte del relleno estructural los materiales colocados con el fin de dar protección a la estructura para el mantenimiento del tránsito.

Perfilado y compactado para cunetas revestidas

Descripción

Este ítem consistirá en la preparación, acondicionamiento, reposición, perfilado y compactado con material satisfactorio aprobado por el Supervisor, de la superficie de la base de la sección donde se colocará el revestimiento de la cuneta.

Todas las imperfecciones, depresiones, etc., serán repuestas de acuerdo a los alineamientos del eje y sección transversal correspondiente.

Compactación

Luego del perfilado y acondicionado de la superficie de la cuneta, se procederá a su compactación mediante el empleo de compactadora manual según indique el Supervisor.

Las cunetas se construirán en tramos de 3.00 m , salvo en el caso de curvas donde el espaciamiento puede ser menor.

La junta de separación entre un tramo hecho y el que se coloca a continuación, constituirá la junta de construcción (ver planos de detalle). Dicha junta tendrá un ancho de 1 cm y estará constituida básicamente por un sellante elástico y espuma sintética de Poliestireno expandido (Tecnopor).

Cada 15.00 metros de cunetas construidas, se ubicarán las juntas de dilatación, las cuales tendrán 2.5 cm. Este tipo de junta estará constituida al igual que la junta de construcción.

Método de construcción

El ancho de junta deberá cumplir con lo especificado en el plano respectivo, según el tipo de junta a ejecutar.

La junta deberá estar exenta de polvos y material suelto; el concreto debe estar fraguado y presentar una superficie rugosa. Es conveniente eliminar la lechada superficial mediante un escobillado.

El espacio en donde no se colocará el sellante elástico se rellenará con espuma sintética de polietileno expandido (Tecnopor) de la manera dispuesta en los planos.

Se colocará el material de respaldo, fabricado con espuma de poliolefina extruída, a la profundidad especificada en los planos y presionar uniformemente dentro de la junta usando un rodillo circular u otra herramienta circular, con la finalidad de garantizar una distribución uniforme.

Una vez finalizada la preparación de la superficie y colocado el material de respaldo, se aplicará el imprimante asfáltico modificado con solventes minerales de fuerte poder de penetración y de gran adherencia al concreto. El tipo de imprimante dependerá de la humedad de la superficie y deberá cumplir con la norma ASTM D - 41.

El imprimante asfáltico puede ser aplicado con brocha, rodillo, pistola o bomba pulverizadora, según sea el caso y lo recomiende el fabricante.

Una vez aplicado el imprimante (según temperatura ambiental), se procederá a la aplicación del sellante elástico el que deberá cumplir las características AASHTO M33 y M153. El relleno de la junta se iniciará adhiriendo el sellante contra los costados y el fondo, y el centro de la junta, presionando el sellante, de manera de asegurar una perfecta adherencia. Para una mayor facilidad de aplicación, se puede emplear tiras de sellante colocadas por capas.

Inmediatamente después de terminada la colocación, se procederá a colocar una capa delgada de arena fina, encima del material, para evitar el ataque de los rayos ultra violeta. Se retirará el excedente de arena que no se adhiera.

Las herramientas se limpiarán con parafina o con el limpiador especificado por el fabricante.

Estas especificaciones se complementan con las indicadas por el fabricante.

Cunetas revestidas con concreto

Descripción

La construcción del revestimiento de cunetas, se realizará utilizando una mezcla de concreto de cemento Portland, según los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos, además de los anexos que incluye la presente especificación.

Materiales

La mezcla de concreto tendrá, una resistencia a la compresión de $f'c=175$ kg/cm² y, su preparación, colocación y curado deberá cumplir con todo lo señalado en el ítem "Concreto de Cemento Portland" de la especificación 6.10

Método de construcción

El Contratista podrá elegir el método de trabajo, pudiendo efectuar el vaciado en sitio o pre moldearlo en forma de losas que puedan ser manipuladas y asentadas fácilmente, el cual será comunicado en forma oportuna para revisión y aprobación del Supervisor.

En las zonas donde las aguas pluviales han erosionado los taludes tanto superior como de la plataforma, se deberá ejecutar un relleno estructural, hasta los límites indicados en los planos, con la finalidad de poder asentar íntegramente esta estructura.

Se deberá verificar que la superficie de asiento sea uniforme, esté bien perfilada, compactada con material satisfactorio aprobado por el Supervisor y tenga las dimensiones

correspondientes (ver anexo: "Perfilado y compactado para cunetas revestidas de concreto").

En el caso de ejecutarse el vaciado en sitio, los encofrados deberán estar convenientemente asegurados y mantenidos en posición hasta que el concreto haya fraguado. El vaciado del revestimiento de cunetas se realizará en tramos alternados, delimitados por cerchas que definen la sección transversal.

Las cunetas revestidas incluirán juntas de construcción cada 3.00 m y juntas de dilatación cada 15.00 m. (ver Anexo "Juntas de construcción y dilatación de cunetas revestidas con concreto").

Concreto de cemento portland

Concreto clase d ($f'c=210$ kg/cm²) y Concreto ciclópeo clase g ($f'c=175$ kg/cm²+30% p.m.)

Descripción

Este trabajo consiste en el suministro de materiales, fabricación, colocación, vibrado, curado y acabados de los concretos de cemento Portland, utilizados para la construcción de estructuras de drenaje, muros de contención, cabezales de alcantarillas, cajas de captación, aletas y estructuras en general, de acuerdo con los planos del proyecto, las especificaciones y las instrucciones del Supervisor.

Suministro de materiales

Cemento

El cemento utilizado será Portland Tipo I o normal, el cual deberá cumplir lo especificado en la Norma Técnica Peruana NTP 334.009, NTP 334.090, Norma AASHTO M85 o la Norma ASTM-C150.

Agregado fino

Se considera como tal, a la fracción que pase la malla de 4.75 mm (N° 4). Provenirá de arenas naturales o de la trituración de rocas o gravas. El porcentaje de arena de trituración no podrá constituir más del treinta por ciento (30%) del agregado fino.

El agregado fino deberá cumplir con los siguientes requisitos:

Contenido de sustancias perjudiciales

El siguiente cuadro señala los requisitos de límites de aceptación.

Características	Norma de Ensayo	Masa total de la muestra
Terrones de Arcilla y partículas Deleznales	MTC E 212	1.00% máx.
Material que pasa el Tamiz de 75um (N°200)	MTC E 202	5.00 % máx.
Cantidad de Partículas Livianas	MTC E 211	0.50 % máx.
Contenido de sulfatos, expresados como ión SO ₄	AASHTO T290	0.06% máx.
Contenido de Cloruros, expresado como ión cl.	AASHTO T291	0.10% máx.

Además, no se permitirá el empleo de arena que en el ensayo colorimétrico para detección de materia orgánica, según norma de ensayo Norma Técnica Peruana 400.013 y 400.024, produzca un color más oscuro que el de la muestra patrón.

Reactividad

El agregado fino no podrá presentar reactividad potencial con los álcalis del cemento. Se considera que el agregado es potencialmente reactivo, si al determinar su concentración de SiO₂ y la reducción de alcalinidad R, mediante la norma ASTM C289, se obtienen los siguientes resultados:

$$\text{SiO}_2 > R \text{ cuando } R \geq 70$$

$$\text{SiO}_2 > 35 + 0,5 R \text{ cuando } R < 70$$

Granulometría

La curva granulométrica del agregado fino deberá encontrarse dentro de los límites que se señalan a continuación:

Tamiz (mm)	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3 /8")	100
4,75 mm (N° 4)	95-100
2,36 mm (N° 8)	80-100
1,18 mm (N° 16)	50-85
600 mm (N° 30)	25-60
300 mm (N° 50)	10-30
150 mm (N° 100)	2-10

Fuente: ASTM C33

En ningún caso, el agregado fino podrá tener más de cuarenta y cinco por ciento (45%) de material retenido entre dos tamices consecutivos. El Módulo de Finura se encontrará entre 2.3 y 3.1.

Durante el período de construcción no se permitirán variaciones mayores de 0.2 en el Módulo de Finura con respecto al valor correspondiente a la curva adoptada para la fórmula de trabajo.

Durabilidad

El agregado fino no podrá presentar pérdidas superiores a diez por ciento (10%) o quince por ciento (15%), al ser sometido a la prueba de durabilidad en sulfatos de sodio o magnesio, respectivamente, según la norma MTC E 209.

En caso de no cumplirse esta condición, el agregado podrá aceptarse siempre que habiendo sido empleado para preparar concretos de características similares, expuestas a condiciones ambientales parecidas durante largo tiempo, haya dado pruebas de comportamiento satisfactorio.

Limpieza

El Equivalente de Arena, medido según la Norma MTC E 114, será sesenta y cinco por ciento (65%) mínimo para concretos de $f'c \leq 210\text{kg/cm}^2$ y para resistencias mayores setenta y cinco por ciento (75%) como mínimo.

Agregado grueso

Se considera como tal, al material granular que quede retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4). Será grava natural o provendrá de la trituración de roca, grava u otro producto cuyo empleo resulte satisfactorio, a juicio del Supervisor.

Los requisitos que debe cumplir el agregado grueso son los siguientes:

Contenido de sustancias perjudiciales

El siguiente cuadro, señala los límites de aceptación.

Sustancias Perjudiciales

Características	Norma de Ensayo	Masa total de la Muestra
Terrones de Arcilla y partículas deleznales	MTC E 212	0.25% máx.
Contenido de Carbón y lignito	MTC E 215	0.5% máx.
Cantidad de Partículas Livianas	MTC E 202	1.0% máx.
Contenido de sulfatos, expresados como ión SO ₄ =	AASHTO T290	0.06% máx.
Contenido de Cloruros, expresado como ión Cl-	AASHTO T291	0.10% máx.

Reactividad

El agregado no podrá presentar reactividad potencial con los álcalis del cemento, lo cual se comprobará por idéntico procedimiento y análogo criterio que en el caso de agregado fino.

Durabilidad

Los resultados del ensayo de durabilidad (norma de ensayo MTC E 209), no podrán superar el doce por ciento (12%) o dieciocho por ciento (18%), según se utilice sulfato de sodio o de magnesio, respectivamente.

Abrasión L.A.

El desgaste del agregado grueso en la máquina de Los Ángeles (norma de ensayo MTC E 207) no podrá ser mayor de cuarenta por ciento (40%).

Granulometría

La gradación del agregado grueso deberá satisfacer una de las siguientes franjas, según se especifique en los documentos del proyecto o apruebe el Supervisor con base en el tamaño máximo de agregado a usar, de acuerdo a la estructura de que se trate, la separación del refuerzo y la clase de concreto especificado.

uso Granulométrico No	Porcentaje que pasa						
	7	67	57	467	357	4	3
63 mm (2,5")	-	-	-	-	100	-	100
50 mm (2")	-	-	-	100	95 - 100	100	90- 100
37,5 mm (1½")	-	-	100	95 - 100	-	90 - 100	35 - 70
25,0 mm (1")	-	100	95 - 100	-	35 - 70	20 – 55	0 – 15
19,0 mm (¾")	100	90 - 100	-	35 - 70	-	0 – 15	-
12,5 mm (½")	90 - 100	-	25 - 60	-	10-30	-	0 – 5
9,5 mm (3/8")	40 - 70	20 - 55	-	10-30	-	0 – 5	-
4,75 mm (N°4)	0 - 15	0 - 10	0 – 10	0 – 5	0 – 5	-	-
2,36 mm (N°8)	0 - 5	0 - 5	0 - 5	-	-	-	-

Nota: Se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá hormigón (concreto) de la calidad requerida.

Fuente: ASTM C33, AASHTO M-43

La curva granulométrica obtenida al mezclar los agregados grueso y fino en el diseño y construcción del concreto, deberá ser continua y asemejarse a las teóricas.

Forma

El porcentaje de partículas chatas y alargadas del agregado grueso procesado, determinados según la norma MTC E 221, no deberán ser mayores de quince por ciento (15%). Para concretos de $f'c > 210 \text{ kg/cm}^2$, los agregados deben ser 100% triturados.

Agregado ciclópeo

El agregado ciclópeo será roca triturada o canto rodado de buena calidad. El agregado será preferiblemente angular y su forma tenderá a ser cúbica. La relación entre las dimensiones mayor y menor de cada piedra no será mayor que dos a uno (2:1).

El tamaño máximo admisible del agregado ciclópeo dependerá del espesor y volumen de la estructura de la cual formará parte. En cabezales, aletas y obras similares con espesor no mayor de ochenta centímetros (80 cm), se admitirán agregados ciclópeos con dimensión máxima de treinta centímetros (30 cm). En estructuras de mayor espesor se podrán emplear agregados de mayor volumen, previa autorización del Supervisor.

Agua

El agua por emplear en las mezclas de concreto deberá estar limpia y libre de impurezas perjudiciales, tales como aceite, ácidos, álcalis y materia orgánica.

Se considera adecuada el agua que sea apta para consumo humano, debiendo ser analizado según norma MTC E 716.

Ensayos	Tolerancias
Sales solubles (ppm)	5000 máx.
Materia Orgánica (ppm)	3,00 máx.

Ensayos	Tolerancias
Alcalinidad HCO ₃ ⁻ (ppm)	1000 máx.
Sulfatos como ión SO ₄ (ppm)	600 máx.
Cloruros como ión Cl ⁻ (ppm)	1000 máx.
pH	5,5 a 8,0

El agua debe tener las características apropiadas para una óptima calidad del concreto. Así mismo, se debe tener presente los aspectos químicos del suelo a fin de establecer el grado de afectación de éste sobre el concreto.

La máxima concentración de Ión cloruro soluble en agua que debe haber en un concreto a las edades de 28 a 42 días, expresada como suma del aporte de todos los ingredientes de la mezcla, no deberá exceder de los límites indicados en la siguiente Tabla. El ensayo para determinar el contenido de ión cloruro deberá cumplir con lo indicado por la Federal Highway Administration Report N° FHWA-RD-77-85 “Sampling and Testing for Chloride Ion in concrete”.

Contenido Máximo de ión cloruro

Tipo de Elemento	Contenido máximo de ión cloruro soluble en agua en el concreto, expresado como % en peso del cemento
Concreto prensado	0,06
Concreto armado expuesto a la acción de Cloruros	0,10

<p>Tipo de Elemento</p> <p>Concreto armado no protegido que puede estar sometido a un ambiente húmedo pero no expuesto a cloruros (incluye ubicaciones donde el concreto puede estar ocasionalmente húmedo tales como cocinas, garajes, estructuras ribereñas y áreas con humedad potencial por condensación)</p>	<p>Contenido máximo de ión cloruro soluble en agua en el concreto, expresado como % en peso del cemento</p> <p>0,15</p>
<p>Concreto armado que deberá estar seco o protegido de la humedad durante su vida por medio de recubrimientos impermeables.</p>	<p>0,80</p>

Aditivos

Se podrán usar aditivos de reconocida calidad que cumplan con la norma ASTM C-494, para modificar las propiedades del concreto, con el fin de que sea más adecuado para las condiciones particulares de la estructura por construir. Su empleo deberá definirse por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra, con dosificaciones que garanticen el efecto deseado, sin perturbar las propiedades restantes de la mezcla, ni representar riesgos para la armadura que tenga la estructura. En las Especificaciones Especiales (EE) del proyecto se definirán que tipo de aditivos se pueden usar, los requerimientos que deben cumplir y los ensayos de control que se harán a los mismos.

Clases De Concreto

Para su empleo en las distintas clases de estructura y de acuerdo con su resistencia mínima a la compresión, determinada según la norma MTC E 704, se establecen las siguientes clases de concreto:

Clase	Resistencia mínima a la compresión a 28 días
Concreto pre y post tensado	
A	34,3 MPa. (350 Kg/cm ²)
B	31,4 MPa (320 Kg/cm ²)
Concreto reforzado	
C	27,4 MPa (280 Kg/cm ²)
D	20,6 MPa (210 Kg/cm ²)
E	17,2 MPa (175 Kg/cm ²)
Concreto simple	
F	13,7 MPa (140 Kg/cm ²)
H	9.8 MPa (100 Kg/cm ²)
Concreto ciclópeo	
G	13,7 MPa (140 Kg/cm ²) Se compone de concreto simple Clase F y agregado ciclópeo, en proporción de 30%

Clase	Resistencia mínima a la compresión a 28 días
	del volumen total, como máximo.

Equipo

Los principales elementos requeridos para la elaboración de concretos y la construcción de estructuras con dicho material, son los siguientes:

Equipo para la producción de agregados y la fabricación del concreto

Todo el equipo necesario para la ejecución de los trabajos deberá cumplir con lo estipulado en esta Especificación Técnica, en lo que diera lugar.

La mezcla manual sólo se podrá efectuar, previa autorización del Supervisor, para estructuras pequeñas de muy baja resistencia. En tal caso, las tandas no podrán ser mayores de un cuarto de metro cúbico (0,25 m³).

Elementos de transporte

La utilización de cualquier sistema de transporte o de conducción del concreto deberá contar con la aprobación del Supervisor. Dicha aprobación no deberá ser considerada como definitiva por el Contratista y se da bajo la condición de que el uso del sistema de conducción o transporte se suspenda inmediatamente, si el asentamiento o la segregación de la mezcla exceden los límites especificados señalados en el Proyecto.

Cuando la distancia de transporte sea mayor de trescientos metros (300 m), no se podrán emplear sistemas de bombeo, sin la aprobación del Supervisor.

Cuando el concreto se vaya a transportar en vehículos a distancias superiores a seiscientos metros (600 m), el transporte se deberá efectuar en camiones mezcladores.

Encofrados y obra falsa

El Contratista deberá suministrar e instalar todos los encofrados necesarios para confinar y dar forma al concreto, de acuerdo con las líneas mostradas en los planos u ordenadas por el Supervisor. Los encofrados podrán ser de madera o metálicas y deberán tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto, sin que se formen combas entre los soportes y evitar desviaciones de las líneas y contornos que muestran los planos, ni se pueda escapar el mortero.

Los encofrados de madera podrán ser de tabla cepillada o de triplay y deberán tener un espesor uniforme.

Elementos para la colocación del concreto

El Contratista deberá disponer de los medios de colocación del concreto que permitan una buena regulación de la cantidad de mezcla depositada, para evitar salpicaduras, segregación y choques contra los encofrados o el refuerzo.

Vibradores

Los vibradores para compactación del concreto deberán ser de tipo interno, y deberán operar a una frecuencia no menor de siete mil (7 000) ciclos por minuto y ser de una intensidad suficiente para producir la plasticidad y adecuada consolidación del concreto, pero sin llegar a causar la segregación de los materiales.

Para estructuras delgadas, donde los encofrados estén especialmente diseñados para resistir la vibración, se podrán emplear vibradores externos de encofrado.

Equipos varios

El Contratista deberá disponer de elementos para usos varios, entre ellos los necesarios para la ejecución de juntas, la corrección superficial del concreto terminado, la aplicación de productos de curado, equipos para limpieza, etc.

Requerimientos de construcción

Explotación de materiales y elaboración de agregados.

Al respecto, todos los procedimientos, equipos, etc. requieren ser aprobados por el Supervisor, sin que este exima al Contratista de su responsabilidad posterior.

Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el Contratista entregara al Supervisor, muestras de los materiales que se propone utilizar y el diseño de la mezcla, avaladas por los resultados de ensayos que demuestren la conveniencia de utilizarlos para su verificación. Si a juicio del Supervisor los materiales o el diseño de la mezcla resultan objetables, el contratista deberá efectuar las modificaciones necesarias para corregir las deficiencias.

Una vez que el Supervisor manifieste su conformidad con los materiales y el diseño de la mezcla, éste sólo podrá ser modificado durante la ejecución de los trabajos si se presenta una variación inevitable en alguno de los componentes que intervienen en ella. El contratista definirá una formula de trabajo, la cual someterá a consideración del Supervisor. Dicha fórmula señalará:

Las proporciones en que se deben mezclar los agregados disponibles y la gradación media a que da lugar dicha mezcla.

Las dosificaciones de cemento, agregados grueso y fino y aditivos en polvo, en peso por metro cúbico de concreto. La cantidad de agua y aditivos líquidos se podrá dar por peso o por volumen.

Cuando se contabilice el cemento por bolsas, la dosificación se hará en función de un número entero de bolsas.

Tipo de Construcción	Asentamiento (“)	
	Máximo	Mínimo
Zapata y Muro de cimentación armada	3	1
Cimentaciones simples, cajones, y sub-estructuras de muros	3	1
Losas y pavimento	3	1
Viga y Muro Armado	4	1
Columna de edificios	4	1
Concreto Ciclópeo	2	1

La consistencia del concreto, la cual se deberá encontrar dentro de los siguientes límites, al medirla según norma de ensayo MTC E 705.

La fórmula de trabajo se deberá reconsiderar cada vez que varíe alguno de los siguientes factores:

El tipo, clase o categoría del cemento o su marca.

El tipo, absorción o tamaño máximo del agregado grueso.

El módulo de finura del agregado fino en más de dos décimas (0,2).

La naturaleza o proporción de los aditivos.

El método de puesta en obra del concreto.

El Contratista deberá considerar que el concreto deberá ser dosificado y elaborado para asegurar una resistencia a compresión acorde con la de los planos y documentos del Proyecto, que minimice la frecuencia de los resultados de pruebas por debajo del valor de resistencia a compresión especificada en los planos del proyecto. Los planos deberán indicar claramente la resistencia a la compresión para la cual se ha diseñado cada parte de la estructura.

Al efectuar las pruebas de tanteo en el laboratorio para el diseño de la mezcla, las muestras para los ensayos de resistencia deberán ser preparadas y curadas de acuerdo con la norma MTC E 702 y ensayadas según la norma de ensayo MTC E 704. Se deberá establecer una curva que muestre la variación de la relación agua/cemento (o el contenido de cemento) y la resistencia a compresión a veintiocho (28) días.

La curva se deberá basar en no menos de tres (3) puntos y preferiblemente cinco (5), que representen tandas que den lugar a resistencias por encima y por debajo de la requerida. Cada punto deberá representar el promedio de por lo menos tres (3) cilindros ensayados a veintiocho (28) días.

La máxima relación agua/cemento permisible para el concreto a ser empleado en la estructura, será la mostrada por la curva, que produzca la resistencia promedio requerida que exceda la resistencia de diseño del elemento, según lo indica siguiente Tabla .

Resistencia Promedio Requerida

Resistencia Especificada a la Compresión	Resistencia Promedio Requerida a la Compresión
< 20,6 MPa (210 Kg/cm ²)	$f'c + 6,8$ MPa (70 Kg/cm ²)
20,6 – 34,3 MPa (210 – 350 Kg/cm ²)	$f'c + 8,3$ MPa (85 Kg/cm ²)
> 34,3 MPa (350 Kg/cm ²)	$f'c + 9,8$ MPa (100 Kg/cm ²)

Si la estructura de concreto va a estar sometida a condiciones de trabajo muy rigurosas, la relación agua/cemento no podrá exceder de 0,50 si va a estar expuesta al agua dulce, ni de 0.45 para exposiciones al agua de mar o cuando va a estar expuesta a concentraciones perjudiciales que contengan sulfatos.

Cuando se especifique concreto con aire, el aditivo deberá ser de clase aprobada por el Supervisor. La cantidad de aditivo utilizado deberá producir el contenido de aire incorporado que muestra la Tabla

Requisitos sobre aire incluido

Resistencia de diseño a 28 días	Porcentaje aire incluido
280 kg/cm ² – 350 kg/cm ² concreto normal	6-8
280 kg/cm ² – 350 kg/cm ² concreto pre-esforzado	2-5
140 kg/cm ² – 280 kg/cm ² concreto normal	3-6

La cantidad de aire incorporado se determinará según la norma de ensayo AASHTO-T152 o ASTM-C231.

La aprobación que dé el Supervisor al diseño no implica necesariamente la aceptación posterior de las obras de concreto que se construyan con base en dicho diseño, ni exime al Contratista de su responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de las especificaciones y los planos. La correcta ejecución y obtención de la resistencia la compresión mínima especificada para la respectiva clase de concreto, resistencia que será comprobada con base en las mezclas realmente incorporadas en tales obras.

Preparación de la zona de los trabajos

La excavación necesaria para las cimentaciones de las estructuras de concreto y su preparación para la cimentación, incluyendo su limpieza y apuntalamiento, cuando sea necesario, se deberá efectuar conforme a los planos del Proyecto y de estas especificaciones.

Fabricación de la mezcla

Almacenamiento de los agregados

Cada tipo de agregado se acopiará por pilas separadas, las cuales se deberán mantener libres de tierra o de elementos extraños y dispuestos de tal forma, que se evite al máximo la segregación de los agregados.

Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los quince centímetros (15 cm) inferiores de los mismos.

Los acopios se construirán por capas de espesor no mayor a metro y medio (1,50 m) y no por depósitos cónicos.

Todos los materiales a utilizarse deberán estar ubicados de tal forma que no cause incomodidad a los transeúntes y/o vehículos que circulen en los alrededores.

No debe permitirse el acceso de personas ajenas a la obra.

Suministro y almacenamiento del cemento

El cemento en bolsa se deberá almacenar en sitios secos y aislados del suelo en rumas de no más de ocho (8) bolsas.

Si el cemento se suministra a granel, se deberá almacenar en silos apropiados aislados de la humedad. La capacidad mínima de almacenamiento será la suficiente para el consumo de dos (2) jornadas de producción normal.

Todo cemento que tenga más de tres (3) meses de almacenamiento en sacos o seis (6) en silos, deberá ser empleado previo certificado de calidad, autorizado por el Supervisor, quien verificará si aún es susceptible de utilización. Esta frecuencia disminuida en relación directa a la condición climática o de temperatura/humedad y/o condiciones de almacenamiento.

Almacenamiento de aditivos

Los aditivos se protegerán convenientemente de la intemperie y de toda contaminación. Los sacos de productos en polvo se almacenarán bajo cubierta y observando las mismas precauciones que en el caso del almacenamiento del cemento. Los aditivos suministrados en forma líquida se almacenarán en recipientes estancos. Éstas recomendaciones no son excluyentes de la especificadas por los fabricantes.

Elaboración de la mezcla

Salvo indicación en contrario del Supervisor, la mezcladora se cargará primero con una parte no superior a la mitad ($\frac{1}{2}$) del agua requerida para la tanda; a continuación se añadirán simultáneamente el agregado fino, el cemento y posteriormente el agregado grueso, completándose luego la dosificación de agua durante un lapso que no deberá ser inferior a cinco segundos (5 s), ni superior a la tercera parte ($\frac{1}{3}$) del tiempo total de mezclado, contado a partir del instante de introducir el cemento y los agregados.

Como norma general, los aditivos se añadirán a la mezcla de acuerdo a las indicaciones del fabricante.

Antes de cargar nuevamente la mezcladora, se vaciará totalmente su contenido. En ningún caso, se permitirá el remezclado de concretos que hayan fraguado parcialmente, aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, agregados y agua.

Cuando la mezcladora haya estado detenida por más de treinta (30) minutos, deberá ser limpiada perfectamente antes de verter materiales en ella. Así mismo, se requiere su limpieza total, antes de comenzar la fabricación de concreto con otro tipo de cemento.

Cuando la mezcla se elabore en mezcladoras al pie de la obra, el Contratista, con la aprobación del Supervisor, solo para resistencias $f'c$ menores a 210 kg/cm², podrá transformar las cantidades correspondientes en peso de la fórmula de trabajo a unidades volumétricas. El Supervisor verificará que existan los elementos de dosificación precisos para obtener las medidas especificadas de la mezcla.

Cuando se haya autorizado la ejecución manual de la mezcla (sólo para resistencias menores a $f'c = 210$ kg/cm²), esta se realizará sobre una superficie impermeable, en la que se distribuirá el cemento sobre la arena, y se verterá el agua sobre el mortero anhidro en forma de cráter.

Preparado el mortero, se añadirá el agregado grueso, revolviendo la masa hasta que adquiera un aspecto y color uniformes.

El lavado de los materiales deberá efectuarse lejos de los cursos de agua, y de ser posible, de las áreas verdes.

Operaciones para el vaciado de la mezcla

El concreto al ser descargado de mezcladoras estacionarias, deberá tener la consistencia, trabajabilidad y uniformidad requeridas para la obra. La descarga de la mezcla, el transporte, la entrega y colocación del concreto deberán ser completados en un tiempo máximo de una y media (1 ½) horas, desde el momento en que el cemento se añade a los agregados, salvo que el Supervisor fije un plazo diferente según las condiciones climáticas, el uso de aditivos o las características del equipo de transporte.

A su entrega en la obra, el Supervisor rechazará todo concreto que haya desarrollado algún endurecimiento inicial, determinado por no cumplir con el asentamiento dentro de los límites especificados, así como aquel que no sea entregado dentro del límite de tiempo aprobado.

El concreto que por cualquier causa haya sido rechazado por el Supervisor, deberá ser retirado de la obra y reemplazado por el Contratista, a su costo, por un concreto satisfactorio.

El material de concreto derramado como consecuencia de las actividades de transporte y colocación, deberá ser recogido inmediatamente por el contratista, para lo cual deberá contar con el equipo necesario.

Preparación para la colocación del concreto

Por lo menos cuarenta y ocho (48) horas antes de colocar concreto en cualquier lugar de la obra, el Contratista notificará por escrito al Supervisor al respecto, para que éste verifique y apruebe los sitios de colocación.

La colocación no podrá comenzar, mientras el Supervisor no haya aprobado el encofrado, el refuerzo, las partes embebidas y la preparación de las superficies que han de quedar contra el concreto. Dichas superficies deberán encontrarse completamente libres de suciedad, lodo, desechos, grasa, aceite, partículas sueltas y cualquier otra sustancia perjudicial. La limpieza puede incluir el lavado. Por medio de chorros de agua y aire, excepto para superficies de suelo o relleno, para las cuales este método no es obligatorio.

Se deberá eliminar toda agua estancada o libre de las superficies sobre las cuales se va a colocar la mezcla y controlar que durante la colocación de la mezcla y el fraguado, no se mezcle agua que pueda lavar o dañar el concreto fresco.

Las fundaciones en suelo contra las cuales se coloque el concreto, deberán ser humedecidas, o recubrirse con una delgada capa de concreto, si así lo exige el Supervisor.

Colocación del concreto

Esta operación se deberá efectuar en presencia del Supervisor, salvo en determinados sitios específicos autorizados previamente por éste.

El concreto no se podrá colocar en instantes de lluvia, a no ser que el Contratista suministre cubiertas que, a juicio del Supervisor, sean adecuadas para proteger el concreto desde su colocación hasta su fraguado.

En todos los casos, el concreto se deberá depositar lo más cerca posible de su posición final y no se deberá hacer fluir por medio de vibradores. Los métodos utilizados para la

colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la mezcla depositada, evitando su caída con demasiada presión o chocando contra los encofrados o el refuerzo. Por ningún motivo se permitirá la caída libre del concreto desde alturas superiores a uno y medio metros (1,50 m).

Al verter el concreto, se compactará enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas; cuidando especialmente los sitios en que se reúna gran cantidad de ellas, y procurando que se mantengan los recubrimientos y separaciones de la armadura.

A menos que los documentos del proyecto establezcan lo contrario, el concreto se deberá colocar en capas continuas horizontales cuyo espesor no exceda de medio metro (0,5 m). El Supervisor podrá exigir espesores aún menores cuando le estime conveniente, si los considera necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

Cuando se utilice equipo de bombeo, se deberá disponer de los medios para continuar la operación de colocación del concreto en caso de que se dañe la bomba. El bombeo deberá continuar hasta que el extremo de la tubería de descarga quede completamente por fuera de la mezcla recién colocada.

No se permitirá la colocación de concreto al cual se haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Tampoco se permitirá la colocación de la mezcla fresca sobre concreto total o parcialmente endurecido, sin que las superficies de contacto hayan sido preparadas como juntas.

La colocación del agregado ciclópeo para el concreto clase G, se deberá ajustar al siguiente procedimiento. La piedra limpia y húmeda, se deberá colocar cuidadosamente, sin dejarla caer por gravedad, en la mezcla de concreto simple.

En estructuras cuyo espesor sea inferior a ochenta centímetros (80 cm), la distancia libre entre piedras o entre una piedra y la superficie de la estructura, no será inferior a diez centímetros (10 cm). En estructuras de mayor espesor, la distancia mínima se aumentará a quince centímetros (15 cm). En estribos y pilas no se podrá usar agregado ciclópeo en los últimos cincuenta centímetros (50 cm) debajo del asiento de la superestructura o placa. La

proporción máxima del agregado ciclópeo será el treinta por ciento (30%) del volumen total de concreto.

Los escombros resultantes de las actividades implicadas, deberán ser eliminados únicamente en las áreas de disposición de material excedente, determinadas por el proyecto.

De ser necesario, la zona de trabajo, deberá ser escarificada para adecuarla a la morfología existente.

Colocación del concreto bajo agua

El concreto no deberá ser colocado bajo agua, excepto cuando así se especifique en los planos o lo autorice el Supervisor, quien efectuará una supervisión directa de los trabajos. En tal caso, el concreto contendrá un diez por ciento (10 %) de exceso de cemento, empleándose motobombas o equipos similares de succión para mantener en lo posible la superficie lo más seca.

Dicho concreto se deberá colocar cuidadosamente en su lugar, en una masa compacta, por medio de un método aprobado por el Supervisor. Todo el concreto bajo el agua se deberá depositar en una operación continua.

No se deberá colocar concreto dentro de corrientes de agua y los encofrados diseñados para retenerlo bajo el agua, deberán ser impermeables. El concreto se deberá colocar de tal manera, que se logren superficies aproximadamente horizontales, y que cada capa se deposite antes de que la precedente haya alcanzado su fraguado inicial, con el fin de asegurar la adecuada unión entre las mismas.

Los escombros resultantes de las actividades implicadas, deberán ser eliminados únicamente en las áreas de disposición de material excedente, determinadas por el proyecto.

De ser necesario, la zona de trabajo, deberá ser escarificada para adecuarla a la morfología existente.

Vibración

El concreto colocado se deberá consolidar mediante vibración, hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra totalmente las superficies de los encofrados y los materiales embebidos. Durante la consolidación, el vibrador se deberá operar a intervalos regulares y frecuentes, en posición casi vertical y con su cabeza sumergida profundamente dentro de la mezcla.

No se deberá colocar una nueva capa de concreto, si la precedente no está debidamente consolidada.

La vibración no deberá ser usada para transportar mezcla dentro de los encofrados, ni se deberá aplicar directamente a éstas o al acero de refuerzo, especialmente si ello afecta masas de mezcla recientemente fraguada.

Juntas

Se deberán construir juntas de construcción, contracción y dilatación, con las características y en los sitios indicados en los planos de la obra o donde lo indique el Supervisor. El Contratista no podrá introducir juntas adicionales o modificar el diseño de localización de las indicadas en los planos o aprobadas por el Supervisor, sin la autorización de éste. En superficies expuestas, las juntas deberán ser horizontales o verticales, rectas y continuas, a menos que se indique lo contrario.

En general, se deberá dar un acabado pulido a las superficies de concreto en las juntas y se deberán utilizar para las mismas los rellenos, sellos o retenedores indicados en los planos.

Agujeros para drenaje

Los agujeros para drenaje o alivio se deberán construir de la manera y en los lugares señalados en los planos. Los dispositivos de salida, bocas o respiraderos para igualar la

presión hidrostática se deberán colocar por debajo de las aguas mínimas y también de acuerdo con lo indicado en los planos.

Los moldes para practicar agujeros a través del concreto pueden ser de tubería metálica, plástica o de concreto, cajas de metal o de madera. Si se usan moldes de madera, ellos deberán ser removidos después de colocado el concreto.

Remoción de los encofrados y de la obra falsa

La remoción de encofrados de soportes se debe hacer cuidadosamente y en forma tal que permita al concreto tomar gradual y uniformemente los esfuerzos debidos a su propio peso.

Dada que las operaciones de campo son controladas por ensayos de resistencias de cilindros de concreto, la remoción de encofrados y demás soportes, se podrán efectuar al lograrse las resistencias fijadas en el diseño. Los cilindros de ensayos deberán ser curados bajo condiciones iguales a las más desfavorables de la estructura que representan.

Excepcionalmente si las operaciones de campo no están controladas por pruebas de laboratorio, el siguiente cuadro puede ser empleado como guía para el tiempo mínimo requerido antes de la remoción de encofrados y soportes:

Estructuras para arco.....	14 días
Estructuras bajo vigas	14 días
Soportes bajo losas planas	14 días
Losas de piso	14 días
Placa superior en alcantarillas de cajón	14 días
Superficies de muros verticales	48 horas
Columnas	48 horas
Lados de vigas	24 horas

Si las operaciones de campo son controladas por ensayos de resistencia de cilindros de concreto, la remoción de encofrados y demás soportes se podrá efectuar al lograrse las resistencias fijadas en el diseño. Los cilindros de ensayo deberán ser curados bajo condiciones iguales a las más desfavorables de la estructura que representan.

La remoción de encofrados y soportes se debe hacer cuidadosamente y en forma tal, que permita al concreto tomar gradual y uniformemente los esfuerzos debidos a su peso propio.

Curado

Durante el primer período de endurecimiento, se someterá el concreto a un proceso de curado que se prolongará a lo largo del plazo prefijado por el Supervisor, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climáticas del lugar.

En general, los tratamientos de curado se deberán mantener por un período no menor de catorce (14) días después de terminada la colocación de la mezcla de concreto; en algunas estructuras no masivas, este período podrá ser disminuido, pero en ningún caso será menor de siete (7) días.

Curado con agua

El concreto deberá permanecer húmedo en toda la superficie y de manera continua, cubriéndolo con tejidos de yute o algodón saturados de agua, o por medio de rociadores, mangueras o tuberías perforadas, o por cualquier otro método que garantice los mismos resultados.

No se permitirá el humedecimiento periódico; éste deberá ser continuo.

El agua que se utilice para el curado deberá cumplir los mismos requisitos del agua para la mezcla.

Curado con compuestos membrana

Este curado se podrá hacer en aquellas superficies para las cuales el Supervisor lo autorice, previa aprobación de éste sobre los compuestos a utilizar y sus sistemas de aplicación.

El equipo y métodos de aplicación del compuesto de curado deberán corresponder a las recomendaciones del fabricante, esparciéndolo sobre la superficie del concreto de tal manera que se obtenga una membrana impermeable, fuerte y continua que garantice la retención del agua, evitando su evaporación. El compuesto de membrana deberá ser de consistencia y calidad uniformes.

Acabado y reparaciones

A menos que los planos indiquen algo diferente, las superficies expuestas a la vista, con excepción de las caras superior e inferior de las placas de piso, el fondo y los lados interiores de las vigas de concreto, deberán tener un acabado por frotamiento con piedra áspera de carborundum, empleando un procedimiento aceptado por el Supervisor.

Cuando se utilicen encofrados metálicos, con revestimiento de madera laminada en buen estado, el Supervisor podrá dispensar al Contratista de efectuar el acabado por frotamiento si, a juicio de aquél, las superficies son satisfactorias.

Todo concreto defectuoso o deteriorado deberá ser reparado o removido y reemplazado por el Contratista, según lo requiera el Supervisor. Toda mano de obra, equipo y materiales requeridos para la reparación del concreto, serán suministrada a expensas del Contratista.

Limpieza final

Al terminar la obra, y antes de la aceptación final del trabajo, el Contratista deberá retirar del lugar toda obra falsa, materiales excavados o no utilizados, desechos, basuras y construcciones temporales, restaurando en forma aceptable para el Supervisor, toda propiedad, tanto pública como privada, que pudiera haber sido afectada durante la ejecución de este trabajo y dejar el lugar de la estructura limpio y presentable.

Limitaciones en la ejecución

La temperatura de la mezcla de concreto, inmediatamente antes de su colocación, deberá estar entre diez y treinta y dos grados Celsius (10°C – 32°C).

Cuando se pronostique una temperatura inferior a cuatro grados Celsius (4°C) durante el vaciado o en las veinticuatro (24) horas siguientes, la temperatura del concreto no podrá ser inferior a trece grados Celsius (13°C) cuando se vaya a emplear en secciones de menos de treinta centímetros (30 cm) en cualquiera de sus dimensiones, ni inferior a diez grados Celsius (10°C) para otras secciones.

La temperatura durante la colocación no deberá exceder de treinta y dos grados Celsius (32°C), para que no se produzcan pérdidas en el asentamiento, fraguado falso o juntas frías. Cuando la temperatura de los encofrados metálicos o de las armaduras exceda de cincuenta grados Celsius (50°C), se deberán enfriar mediante rociadura de agua, inmediatamente antes de la colocación del concreto.

Aceptación De Los Trabajos

Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Contratista.

Supervisar la correcta aplicación del método aceptado previamente, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación, consolidación, ejecución de juntas, acabado y curado de las mezclas.

Comprobar que los materiales por utilizar cumplan los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.

Efectuar los ensayos necesarios para el control de la mezcla.

Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y mezcla de concreto durante el período de ejecución de las obras.

Tomar, de manera cotidiana, muestras de la mezcla elaborada para determinar su resistencia.

Realizar medidas para determinar las dimensiones de la estructura y comprobar la uniformidad de la superficie.

Medir, para efectos de pago, los volúmenes de obra satisfactoriamente ejecutados.

Calidad del cemento

Cada vez que lo considere necesario, el Supervisor dispondrá que se efectúen los ensayos de control que permitan verificar la calidad del cemento.

Calidad del agua

Siempre que se tenga alguna sospecha sobre su calidad, se determinará su pH y los contenidos de materia orgánica, sulfatos y cloruros, además de la periodicidad fijada para los ensayos.

Calidad de los agregados

Se verificará mediante la ejecución de las mismas pruebas ya descritas en este documento. En cuanto a la frecuencia de ejecución, ella se deja al criterio del Supervisor, de acuerdo con la magnitud de la obra bajo control. De dicha decisión, se deberá dejar constancia escrita.

Calidad de aditivos y productos químicos de curado

El Supervisor deberá solicitar certificaciones a los proveedores de estos productos, donde garanticen su calidad y conveniencia de utilización, disponiendo la ejecución de los ensayos de laboratorio para su verificación.

Calidad de la mezcla

Dosificación

La mezcla se deberá efectuar en las proporciones establecidas durante su diseño, admitiéndose las siguientes variaciones en el peso de sus componentes:

Agua, cemento y aditivos $\pm 1\%$

Agregado fino	$\pm 2\%$
Agregado grueso hasta de 38 mm	$\pm 2\%$
Agregado grueso mayor de 38 mm	$\pm 3\%$

Las mezclas dosificadas por fuera de estos límites, serán rechazadas por el Supervisor.

Consistencia

El Supervisor controlará la consistencia de cada carga entregada, con la frecuencia indicada en la Tabla N° 610-3 de las Normas Peruanas, cuyo resultado deberá encontrarse dentro de los límites mencionados en la Sub sección 610.07. En caso de no cumplirse este requisito, se rechazará la carga correspondiente.

Resistencia

El Supervisor verificará la resistencia a la compresión del concreto con la frecuencia indicada en la Tabla 610-3 de las Normas Peruanas.

La muestra estará compuesta por nueve (9) especímenes según el método MTC E 701, con los cuales se fabricarán probetas cilíndricas para ensayos de resistencia a compresión (MTC E 704), de las cuales se probarán tres (3) a siete (7) días, tres (3) a catorce (14) días y tres (3) a veintiocho (28) días, luego de ser sometidas al curado normalizado. Los valores de resistencia de siete (7) días y catorce (14) días sólo se emplearán para verificar la regularidad de la calidad de la producción del concreto, mientras que los obtenidos a veintiocho (28) días se emplearán para la comprobación de la resistencia del concreto.

El promedio de resistencia de los tres (3) especímenes tomados simultáneamente de la misma mezcla, se considera como el resultado de un ensayo. La resistencia del concreto será considerada satisfactoria, si ningún espécimen individual presenta una resistencia inferior en más de treinta y cinco kilogramos por centímetro cuadrado (35 kg/cm²) de la resistencia especificada y, simultáneamente, el promedio de tres (3) especímenes

consecutivos de resistencia iguala o excede la resistencia de diseño especificada en los planos.

Si alguna o las dos (2) exigencias así indicadas es incumplida, el Supervisor ordenará una revisión de la parte de la estructura que esté en duda, utilizando métodos idóneos para detectar las zonas más débiles y requerirá que el Contratista, a su costo, tome núcleos de dichas zonas de acuerdo a la norma MTC E 707.

Se deberán tomar tres (3) núcleos por cada resultado de ensayo inconforme. Si el concreto de la estructura va a permanecer seco en condiciones de servicio, los testigos se secarán al aire durante siete (7) días a una temperatura entre dieciséis y veintisiete grados Celsius (16°C - 27°C) y luego se probarán secos. Si el concreto de la estructura se va a encontrar húmedo en condiciones de servicio, los núcleos se sumergirán en agua por cuarenta y ocho (48) horas y se probarán a continuación.

Se considerará aceptable la resistencia del concreto de la zona representada por los núcleos, si el promedio de la resistencia de los tres (3) núcleos, corregida por la esbeltez, es al menos igual al ochenta y cinco por ciento (85%) de la resistencia especificada en los planos, siempre que ningún núcleo tenga menos del setenta y cinco por ciento (75%) de dicha resistencia.

Si los criterios de aceptación anteriores no se cumplen, el Contratista podrá solicitar que, a sus expensas, se hagan pruebas de carga en la parte dudosa de la estructura conforme lo especifica el reglamento ACI. Si estas pruebas dan un resultado satisfactorio, se aceptará el concreto en discusión. En caso contrario, el Contratista deberá adoptar las medidas correctivas que solicite el Supervisor, las cuales podrán incluir la demolición parcial o total de la estructura, si fuere necesario, y su posterior reconstrucción, sin costo alguno para el MTC.

Calidad del producto terminado

1) Desviaciones máximas admisibles de las dimensiones laterales

Vigas pretensadas y pos tensadas -5 mm a + 10 mm

Vigas, columnas, placas, pilas, muros y

estructuras similares de concreto reforzado -10 mm a + 20 mm

Muros, estribos y cimientos -10 mm a + 20 mm

El desplazamiento de las obras, con respecto a la localización indicada en los planos, no podrá ser mayor que la desviación máxima (+) indicada.

2) Otras tolerancias

Espesores de placas -10 mm a +20 mm

Cotas superiores de placas y veredas -10 mm a +10 mm

Recubrimiento del refuerzo $\pm 10\%$

Espaciamiento de varillas -10 mm a +10 mm

3) Regularidad de la superficie

La superficie no podrá presentar irregularidades que superen los límites que se indican a continuación, al colocar sobre la superficie una regla de tres metros (3m).

Placas y veredas..... 4 mm

Otras superficies de concreto simple o reforzado..... 10 mm

Muros de concreto ciclópeo 20 mm

4) Curado

Toda obra de concreto que no sea correctamente curado, puede ser rechazada, si se trata de una superficie de contacto con concreto, deficientemente curada, el Supervisor podrá exigir la remoción de una capa como mínimo de cinco centímetros (5 cm) de espesor, por cuenta del Contratista.

Todo concreto donde los materiales, mezclas y producto terminado excedan las tolerancias de esta especificación deberá ser corregido por el Contratista, a su costo, de acuerdo con las indicaciones del Supervisor y a plena satisfacción de éste.

Ensayos y Frecuencias

Material o Producto	Propiedades o características	Método de Ensayo	Frecuencia	Lugar de Muestreo
Agregado Fino	Granulometría	MTC E 204	250 m3	Cantera
	Materia que pasa la malla N° 200 (75 µm)	MTC E 202	1000 m3	Cantera
	Terrones de Arcillas y partículas Deleznables	MTC E 212	1000 m3	Cantera
	Equivalente de Arena	MTC E 114	1000 m3	Cantera
	Reactividad Alkali-Agregado (1)	ASTM C-84	1000 m3	Cantera
	Cantidad de partículas livianas	MTC E 211	1000 m3	Cantera
	Contenido de Sulfatos (SO ₄ =)	AASHTO T290	1000 m3	Cantera
	Contenido de Cloruros (Cl-)	AASHTO T291	1000 m3	Cantera

Material o Producto	Propiedades o características	Método de Ensayo	Frecuencia	Lugar de Muestreo
	Durabilidad (2)	MTC E 209	1000 m3	Cantera

Ensayos y Frecuencias

Material o Producto	Propiedades o características	Método de Ensayo	Frecuencia	Lugar de Muestreo
Agregado Grueso	Granulometría	MTC E 204	250 m3	Cantera
	Desgaste los Ángeles	MTC E 207	1000 m3	Cantera
	Partículas fracturadas	MTC E 210	500 m3	Cantera
	Terrones de Arcillas y partículas deleznable	MTC E 212	1000 m3	Cantera
	Cantidad de partículas Livianas	MTC E 211	1000 m3	Cantera
	Contenido de Sulfatos (SO4=)	AASHTO T290	1000 m3	Cantera
	Contenido de	AASHTO T291	1000 m3	Cantera

Material o Producto	Propiedades o características	Método de Ensayo	Frecuencia	Lugar de Muestreo
	Cloruros (Cl-)			
	Contenido de carbón y lignito	MTC E 215	1000 m3	Cantera
	Reactividad Álcali-Agregado (1)	ASTM C-84	1000 m3	Cantera
	Durabilidad (2)	MTC E 209	1000 m3	Cantera
	Porcentaje de Partículas Planas y Alargadas (relación largo espesor: 3:1)	MTC E 221	250 m3	Cantera
Concreto	Consistencia	MTC E 705	1 por carga (3)	Punto de vaciado
	Resistencia a Compresión	MTC E 704	1 juego por cada 50 m3, pero no menos de uno por día	Punto de vaciado

Opcional

Requerido para proyectos ubicados a más de 3000 msnm.

Se considera carga al volumen de un camión mezclador. En casos de no alcanzar este volumen, se efectuará un ensayo por cada elemento estructura.

Gavión tipo caja

Este ítem consiste en la provisión y armado, en los lugares indicados en los planos de gaviones de piedra embolsada, construidos en un todo de acuerdo a lo estipulado en los planos de detalles.

El gavión es un elemento de forma prismática rectangular, formado por piedras confinadas exteriormente por una red metálica de malla hexagonal a doble torsión fuertemente galvanizada.

Materiales

La red que recubre y confina exteriormente a la piedra, será de malla hexagonal a doble torsión del tipo 10 x 12 cm o abertura equivalente para los gaviones de caja.

El alambre de la malla metálica y el que se utilice en las operaciones de amarre y atirantamiento debe ser acero dulce, recocido, que deberá soportar una carga de rotura media mayor a 38 kg/mm² cumpliendo las mismas normas que el utilizado en la malla.

Este alambre deberá ser galvanizado con cobertura pesada de zinc con las siguientes características:

Diámetro Nominal del Alambre	Peso Mínimo del Revestimiento
2.20 mm.	240 gr/cm ²
2.70 mm.	260 gr/cm ²

3.40 mm.

275 gr/cm²

La adherencia del revestimiento de zinc al alambre no deberá permitir que el mismo se escame y pueda ser removido al pasar la uña, después de haber envuelto el alambre seis veces alrededor de un mandril que tenga de diámetro igual a cuatro veces el del alambre.

El diámetro del alambre galvanizado de amarre será de 2.20 mm.

El diámetro del alambre galvanizado de la malla será de 2.70 mm.

El diámetro del alambre galvanizado para refuerzo de bordes será de 3.40 mm. para gaviones de caja y este refuerzo se vinculará firmemente al paño de malla con un retorcido mecánico. La tolerancia en diámetro de los alambres será más o menos 2.5 %

La red deberá llevar refuerzo en todos los bordes con alambre de mayor diámetro que el que ha sido empleado para la malla, según se especifica en el párrafo anterior.

Además deberá tener diafragmas interiores dobles cada metro, siendo de una sola pieza con la base del gavión, contruidos con la misma malla que se utiliza para la construcción de ambas mallas.

El alambre para amarre y atirantamiento, en el diámetro especificado, se proveerá en cantidad suficiente para asegurar la correcta vinculación entre las estructuras, el cierre de las mallas y la colocación del número adecuado de tensores. Su cantidad no será inferior al 5% del peso del alambre suministrado en el colchón o gavión.

En cuanto a las dimensiones, se admitirán las siguientes tolerancias:

+ / - 5 % en largo y ancho

+ / - 5 % en altura

Piedra:

La piedra será de buena calidad, densa, tenaz, durable, sana, sin defectos que afecten a su estructura, libre de vetas, grietas y sustancias extrañas adheridas, e incrustaciones cuya alteración, posterior pueda afectar a la estabilidad de la obra.

El tamaño de la piedra deberá ser en todos los casos de 1.5 a 2.5 veces la mayor dimensión de la abertura de la malla de la red.

El porcentaje de vacíos en el gavión no será superior al 30 %. Antes de su colocación en la obra la piedra deberá ser aprobada por la el Ing. Supervisor.

Requerimiento de construcción

Previamente a la ubicación y armado se deberá preparar convenientemente la superficie de asiento.

Se colocará la estructura metálica (se desdoblará y se extenderá en el suelo), alzando las paredes y las cabeceras y cosiendo las 4 aristas verticales con el alambre apropiado para tal fin. Estas costuras se ejecutarán en forma continua pasando el alambre por todos los huecos de las mallas con doble vuelta cada 2 huecos y empleando en esta operación los dos hilos de borde que se encuentran juntos.

Los bloques contiguos deberán atarse entre sí firmemente por medio de resistentes costuras a lo largo de todas las aristas. Estas costuras se efectuarán como se indica en el párrafo anterior.

A su vez los bloques deberán estar cosidos firmemente a los colchones que le sirven de apoyo.

Esta operación de vincular entre sí los distintos gaviones, es de fundamental importancia para la estabilidad de la obra, ya que éstos deben actuar como una estructura monolítica para tolerar las deformaciones y asentamientos que puedan llegar a producirse. Durante la

construcción se deben colocar tirantes verticales a razón de 2 tirantes por cada m² de gavión.

Las distintas jaulas que conforman los gaviones deberán ser dispuestas desplazando sus planos de unión trabándolas entre sí lo más posible.

Para asegurar la verticalidad y línea de las paredes, se utilizarán guías, encofradas o cualquier otro elemento que proponga el Contratista, previa aprobación del Ing. Supervisor y que aseguren una correcta terminación a las caras vistas.

Durante la construcción se deben ir colocando tirantes horizontales a razón de cuatro a seis tirantes por cada metro cúbico de gavión.

Finalmente, se procederá a cerrar el gavión bajando la tapa, la que será cosida firmemente a los bordes de las paredes verticales. Se deberá cuidar que los rellenos de estas estructuras sean suficientemente voluminosos de manera tal que la tapa quede tensada confinando la piedra.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El buen manejo de la señalización en las aéreas de trabajo reduce los riesgos de accidentes tanto para el personal que labora con los de las personas que transitan.

El objetivo principal de los trabajos de obras de arte es garantizar la estabilidad de la plataforma y por la tanto garantizar un adecuado nivel de servicio.

Se han verificado que las aguas que pudieran afectar la plataforma están siendo adecuadamente canalizadas; la correcta ubicación de cunetas , alcantarillas y sus emboquillados permiten se deriven las aguas sin que perjudiquen las estructuras de soporte.

Debido a la topografía del terreno y a las condiciones geológicas predominante de la zona, se ha visto la necesidad de ampliar los metrados de cunetas y de sub drenes para garantizar una adecuada eliminación de las aguas superficiales y subterráneas.

Para diseños de mezclas que se encuentren en el límite de la tolerancia en temperatura es necesario un control diario de la fluctuaciones de temperatura, para el preparado del concreto en las zonas trabajadas se han presentado temperaturas muchas veces por debajo de los 10 °C, para lo cual se han tenido que elevar la temperatura de los agregados y del agua para obtener concretos entre los 11 °C y 20 °C, así mismo se debió de restringir las horas de vaciado muchas veces hasta las 14.00 hr. Para garantizar un fraguado adecuado.

Las mezclas en alturas con temperaturas extremas sin un control adecuado en muchos casos el concreto no llega a fraguar, produciendo paños quemados y/ o concretos de muy baja resistencia.

Los sellos Elastoméricos en altura debido a la radiación UV se comportan de manera distinta que los obtenidos en la costa no siendo estables en el tiempo después de su colocación y teniendo comportamientos variables durante el día.

Recomendaciones

Se debe de hacer mayor énfasis en el uso de las señales de seguridad durante la ejecución de trabajos para de ese modo evitar posibles accidentes en la vía.

Se recomienda en el momento de realizar el metraje de trabajos hacerlos de manera responsables para no caer en montos adicionales.

Se debe de hacer mayor énfasis en el cuidado del medio ambiente antes y después de las ejecuciones de obras muy aparte de lo positivo de la obra se debe cuidar la flora y fauna de posibles impactos para poder preservarlo.

Se recomienda monitoreo continuo del comportamiento de las salidas de los sub drenes así de también de las alcantarillas y cunetas para su normal funcionamiento.

Para la fabricación del concreto en zonas similares, se debe de tener mucho cuidado para que estas puedan alcanzar sus resistencias requeridas de este modo no se deben de vaciar concreto cuando la temperatura este en descenso así como en lluvia o nevada.

Se deberá de proteger a los elementos vaciados para que estos puedan alcanzar resistencia altas a temprana edad .

Se deberá de monitorear el comportamiento del clima en sitios fríos para colocar horarios de vaciados , así como la protección de las estructuras en proceso de fragua .

El necesario el rediseño de sellos Elastoméricos ya que gran parte de la infraestructura vial se encuentra en altura y de este modo se protegerán obras de posibles infiltraciones de aguas superficiales, aumentando tiempos de vida.

ANEXOS