



III SISTEMAS DE GESTION DE CALIDAD PARA LA CONSTRUCCION DE TÚNELES

La gestión de calidad tiene la finalidad de satisfacer necesidades establecidas mediante estándares determinados con los cuales se garantizan los trabajos realizados y permiten proporcionar el plazo de ejecución de dichos trabajos, en la práctica, tomar en consideración estos puntos es de gran relevancia para hacer una selección adecuada en cuanto al equipo a utilizar, pruebas aplicables a los materiales y seguridad tanto en el manejo de maquinaria, materiales y del propio personal que se encarga de la ejecución de los trabajos, estas condiciones quedan plasmadas en las especificaciones de cada una de las áreas involucradas, permitiendo de esta manera entregar trabajos con la calidad que satisface la necesidad del cliente.

Con el fin de lograr el cumplimiento de calidad en los trabajos se deben definir un conjunto de disposiciones, requisitos e instrucciones que se habrán de seguirse en una obra determinada llamadas especificaciones.

En este capítulo se trataran los puntos relativos a la calidad de los trabajos para lo cual se requiere cumplir con especificaciones de calidad tanto en materiales, en equipo y mano de obra que quedaran reflejados en la satisfacción de las necesidades del cliente.



3.1 ESPECIFICACIONES DE EQUIPO

Las especificaciones técnicas del equipo es un documento en el que se definen las características de cada equipo, uso específico, y dimensiones, lo que permite realizar la selección de maquinaria y equipos, que se ajusten a las necesidades de la obra, debe estar adecuadamente documentada a través de fabricantes de equipos, publicaciones comerciales, asociaciones de venta, archivos de las empresas, etc.

Enseguida se mencionaran los equipos más representativos o característicos que intervienen durante la ejecución de los trabajos en los frentes para la construcción de un túnel en suelos blandos, para tal motivo se hará referencia al caso de estudio, dado que los métodos de construcción para túneles en general brindan varias alternativas aplicables para la ejecución de los trabajos, se consideran también factores como tipo de suelo, espacios disponible y tecnología aplicable, etc.

Los trabajos ejecutados en la construcción del túnel río la Compañía consistieron en lo siguiente;

La excavación para túnel, se efectuó con escudo de frente presurizado por medio de lodo.

Estabilización del suelo, por medio de dovelas de concreto armado.

Revestimiento definitivo, a base de concreto armado colado en sitio por medio de cimbra telescópica y en algunos tramos (zonas atípicas) por medio de concreto lanzado vía seca.



ESPECIFICACIONES DEL ESCUDO EPB UTILIZADO PARA LA EXCAVACIÓN Y ESTABILIZADO DE LAS PAREDES DEL TÚNEL.

Especificación y Hojas de Datos Técnicos del TBM

Descripción	Especificación	Notas
Datos Túnel		
Geología general	Suelo blando arcilloso	
Túnel tramo I	2,688m	
Túnel tramo II	2,119m	
Túnel tramo III	1,970m	
Datos Dovela		
Diámetro exterior del anillo	6,100mm	
Diámetro interior del anillo	5,600mm	
Longitud de la dovela	1,500mm	
N° de dovelas	5 + key	
Radio mínimo de curva	200m	
Escudo		
N°	1	
Tipo	EPB	
Diámetro	6,300mm	
Presión de trabajo	3bar	
N° de sensores de presión de confinamiento	3	
Dispositivos de regulación de aire comprimido	1	DN 65
Brida de adaptor de esclusa de personal	ND 1600	
Brida de adaptor del tornillo sinfín	ND 700	
Cola de escudo		
N°	1	
Tipo	articulado	
"Gap" espacio anular	r = 95m	necesario por radio de curva de 200m
Diámetro	6,290mm	
Peso	280 kN	
Sistema de sellado	3 filas de cepillos	soldados
N° de líneas de mortero	4	DN 50 mm, integrado en la cola de escudo
N° de líneas de lubricación (con grasa)	8	4 por cámara



Descripción	Especificación	Notas
Cilindros de propulsión		
N°	32	2 x 16 double
Medición de carrera	4	
Dimensiones de los cilindros	190 / 160 - 2,000mm	
Tipo de soporte de los cilindros	goma	
Máxima fuerza de empuje	29,000KN	@ 320 bar
Velocidad de avance	0 - 10cm/min	
Rueda de corte		
N°	1	primer juego incluido
Tipo	cerrado con llanta	
Diámetro	6,300mm	
Herramientas	68 rastreles, buckets	
Dirección de giro	izquierda/derecha	
Sobrecortadores	1 mecanico	para min. 10mm ode sobrecorte
Accionamiento rueda de corte		
Tipo	accionamiento electrico, centro abierto	
N° de motores	6	75kW
Par excepcional	2,789kNm	
Par nominal	2,325kNm	
Velocidad de giro	0 - 2.7rpm	
Potencia electrica	450KW	
Diámetro exterior de rodamiento principal	2,600mm	
Vida	>10,000hrs	L ₁₀ conforme DIN ISO 281
Erector		
N°	1	
Tipo	center free ring erector	
Sistema de cogida	mechanical	
Posibles direcciones	6	
Rotación	+/- 200°	control proporcional
Longitud segmento	1.500 mm	
Carrera	2.000 mm	control proporcional
Rotación cabeza de eerector	+/- 2,5 °	
Ángulo de inclinación de la cabeza del erector	+/- 2,5 °	
Carga	50 kN	
Velocidad de rotación	0 - 1rpm	



Descripción	Especificación	Notas
Mando a distancia	1x radiomando	1 x mando cableado de repuesto
Capacidad de elevación (carga)	120kN	
potencia instalada	45kW	
Tornillo sinfin		
N°	1	
Tipo	screw spiral	
Diámetro	700mm	
Potencia electrica	110kW	
Par máximo	190kNm	
Velocidad	0 - 22rpm	continuamente ajustable
Capacidad teoretica máxima	300m ³ /h	
Acesorios	cierre de guillotina	con función de emergencia
Bombas de extracción		
N°	2No.	option
Tipo	p.ej. Schwing TAP110	Bombas de doble piston.
Potencia electrica	1.000kW	4x 250kW
Diámetro máxmio admitido de gránulos	50mm	
Brida de conexión con el sinfin	DN 200	
Manguera flexible	1	de tornillo hacia bomba
Capacidad teoretica máxima	120m ³ /h	cada
Máxima velocidad de avance (TBM)	100mm/min	approx.
Estructura de carro adicional	1	
Instalación de conductos	1	
Instalación de hardware eléctrico y de control	1	
Instalaciones en los remolques		
Sistema remolques		
N°	4	Abierto, sobre carril
	1	sector puente
Ancho máximo para pasarelas	1.5m	
Unidad hidráulica	1	tornillo sinfin, accionamiento auxiliar tipo circuito cerrado con cambiador de calor;
Sistema de refrigeración y filtraje	1	agua fresca debe de ser suministrada por la obra



Descripción	Especificación	Notas
Sistema remolques		
Cabina de mando	1	aire acondicionamiento & insulado contra ruido
Bomba de engrase del accionamiento principal	1	with handling device
Bomba gasa de cola	1	
Armarios de distribución	1	distribución secundaria y primaria
Transformadores	1	IP 55 Type silicone
Enrolladora cable AT	1	Capacidad 180m
Cable alta tensión	1	Longitud 180m
Compresor de aire con tanque	1	4.83m ³ /min @ 7.5bar, 30kW
Grua de dovelas	1	
Alimentador de dovelas	1	para 3 dovelas
Sistema de inyección de mortero	1	
Bomba de trasvase de mortero	1	Schwing KSP 45
Bomba de inyección de mortero	2	Bombas de doble piston
	p.ej. Schwing KSP 12	Capacidad 2x 8m ³ /h
Dispositivo de medición de presión	2	
Tanque de mortero	1	Capacidad 6m ³ con agitador
Potencia electrica instalada	33kW	
Adquisición de datos Tuneladora	1	HK-Standard
Pantalla	1	En la cabina de mando
Ordenador (equipo industrial)	1	En la cabina de mando
Visualización y mensajes	1	en Inglés
Otra software (windows,....)	1	en Inglés
Sistema de guiado de la Tuneladora	1	SLS-T_APD Basic
Blanco ELS	1	in shield
Estación Laser	1	Type Leica 1103
Pantalla	1	in the control cabin
Ordenador industrial	1	in the control cabin
Software	1	en Inglés



Descripción	Especificación	Notas
Equipo adicional SLS-T APD		
Programa de secuencia de anillos	1	
Transmisión de datos a receptor remoto	1	
Electrico		
Voltaje primario	10kV	(+/-10%)
Voltaje secundario	440V / 220V	
Transformador	1.600 kVA	Type silicone, IP 55
Voltaje de control	24V / 220V	
Iluminación	110V	
Voltaje válvulas	24V	
Frecuencia	60Hz	
Nivel de protección	IP55	
Potencia instalada (extracto)		
Avance	450kW	6x 75kW
Empuje	55kW	
Erector	45kW	
Tornillo sinfin	110kW	
Filtraje y unidad de refrigeración	17kW	
Bombas de extracción para 100mm/min	1.000kW	4x 250kW
Gruas	7kW	
Agitador en los tanques de mortero	7,5kW	
Sistema de inyección de mortero	33kW	
Sistema de ventilación	30kW	
Enchufes, iluminación, etc.	50kW	
Subtotal aproximado	1.804kW	
Dimensiones y pesos		a ser confirmado después del diseño
Pieza más pesada	approx. 95to.	
Dimension escudo y cola de escudo	approx. 7,870mm	
Dimension TBM con remolques	70m	
Tbería de túnel DN200		Para 2,800 metros
Manufacturación de tubos del túnel	1	
Manufacturación de piezas de connexion de brids	1	

**ESPECIFICACIONES DE LA CIMBRA TELESCOPICA PARA REVESTIMIENTO DEFINITIVO.****Descripción****Especificación****Datos Túnel**

Diámetro de diseño.	5 m.
Perímetro de diseño.	15.708 m
Tipo de revestimiento	Concreto armado
Espesor de revestimiento	30 cm
Tipo de concreto	Bombeable

Cimbra metálica telescópica

Longitud total	45 m.
No. De módulos	Cinco módulos de 9 m C/U.
No. tableros por módulo (Sección transversal)	Cinco tableros.
Transportador (Jumbo)	Ancho 2330 mm Largo 7500 mm Long. Cantiliver 25897 mm
Colocador de concreto (Snorkel)	1 equipo electromecánico + línea de conducción 5" □ Radio de giro 180°
Acero	ASTM A-36.
Soldadura	Electrodo Serie E-70
Pintura	Primario Alquidálico estándar capa de 2 mils. de pulgada de espesor seco.
Acabado	Alquidálico amarillo cromo 2 mils. de pulgada de espesor seco.
Alimentación de energía eléctrica y Sistema de alumbrado	Tuberías conduit de 1" de diámetro para conexión de sistema de alumbrado.
Conexión de equipos auxiliares	Por medio de contactos tipo intemperie

Tableros Cimbra Telescópica

Clave	Un tablero (3,476 mm)
Puntales de flotación	6 pzas.
Ventanas (en tresbolillo).	6 Pzas. (607 X 455 mm)
Boquillas	3 Pzas. 5" de diámetro
Laterales	Dos tableros (3,380 mm C/U)
Ventanas (en tresbolillo)	12 Pzas. . (607 X 455 mm)
Boquillas y guillotinas de cierre	6 Pzas. 5" de diámetro.



Repartidor de aire	Uno por tablero equipado con válvulas de cierre rápido y tomas para manguera de alta presión de ¾"
Cubeta	Dos tableros (2,736 mm C/U)
Puntales de carga en cada tablero	7 Pzas.
Escotillas	6 Pzas.
Boquillas	6 Pzas. 5" de diámetro

Uniones entre Tableros

Unión longitudinal (Cubeta con laterales)	Tornillos de ¾" x 3".
Unión transversal (modulo con modulo)	Tornillos de ¾" x 3".
Pernos de articulación (Clave Cimbra-lateral)	Pernos 1 ½" x 4

Transportador (Jumbo)

Marcos	1 de tracción 1 de conducción
Cilindros de desmolde vertical	Cuatro Pzas.
Cilindros de desmolde	Cuatro Pzas.
Traslación del transportador	Motor Hidráulico
Sistema de control de desmolde.	Sistema hidráulico por medio de banco de válvulas
Balancín	8000 mm de longitud, izaje de los tableros de cubeta

Colocador de concreto (Snorkel)

Brazo telescópico	Ángulo de giro 180° y 5" Φ para conectarse a las boquillas.
Máxima extensión del brazo	6.00 m
Sistema electromecánico	7.5 KW, 440 v, tres fases, 60 Hz.
Sistema de conducción	Tubería de acero 5" de diámetro
Alojamiento o plataforma de montaje del Snorkel	Plataforma montada sobre chasis ubicada al final de la cimbra, con cuatro al ruedas para riel y tracción de todas las ruedas mediante cuatro motores hidráulicos
Sistema de tubería	En tijera de 8.5 m de extensión.
Colocación plataforma.	Perimetral sobre toda la sección transversal de la cimbra

Sistema de vibradores

Tipo de vibradores	Vibradores de pared neumáticos de
--------------------	-----------------------------------



	pistón y rápida colocación.
Frecuencia	1250 VPM
Consumo de aire	35 C.F.M. @ 50 PSI
Nivel de presión	DBA 95
Espesor de pared	3/8" a 1/2"
Peso	350 Lb
Línea de Conducción del concreto	Tubería de 5" de diámetro de alta resistencia HD

Equipo para bombeo de concreto

Tipo de Bomba	Pistón
Rendimiento	43 m ³ /h
Presión Máxima	55 bar
Accionamiento	38 Kw (diesel)
Refrigeración	Por medio de agua.
Cilindros de transporte	120 mm Φ
Carrera	1000 mm

Lanzadora de Concreto (Robojet)

6. Electricidad

Nº	Telemando Cable Proporcional	Unidad	Característica
41.	Longitud del cable	m	15
Nº	Alimentación de corriente eléctrica	Unidad	Característica
42.	Exigencia mínima: Interruptor diferencial	mA	> 300
Nº	Cuadro eléctrico general	Unidad	Característica
43.	Potencia	KW	40
44.	Protección panel	IP	55
45.	Frecuencia red	Hz	50 60
46.	Tensión,	V	400 440

7. Limpiador de alta presión (Opcional)

Nº	Bomba de agua	Unidad	Característica

8. Enrollables

Nº	Enrollables manual	Unidad	Característica
47.	Cable 4 polos, 25 mm ²	Ømm	32-38
48.	Longitud cable eléctrico	m	50

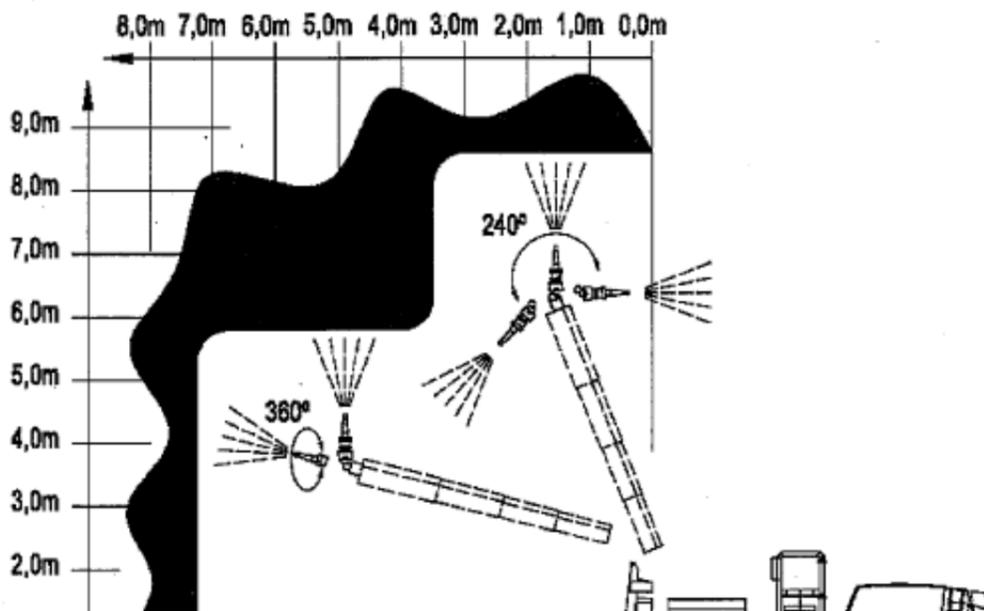
9. Chasis

Nº	Chasis 4WD	Unidad	Característica
49.	Depósito de combustible	L	75
50.	Velocidad máxima	Km/h	20
51.	Transmisión hidrostática	velocidades	Nº 2
52.	Número de ejes		2
53.	Tipo de freno,	hidráulico o seco	Hidráulico
54.	Nº Discos en baño de aceite	Nº	4
55.	Freno de estacionamiento		manual
56.	Ángulo máximo de inclinación transversal conduciendo	%	10%
57.	Ángulo máximo de inclinación longitudinal conduciendo	%	30%

Nº	Motor Diesel – Deutz BF 3L 2011	Unidad	Característica
58.	Potencia	kW	41.7
59.	Revoluciones motor	1/ min	2.500

10. Otros

Nº	Faros	Unidad	Característica
60.	Faros halógenos	V	4 x 12

11. Alcance




3.2 ESPECIFICACIONES Y PRUEBAS DE MATERIALES (CONCRETOS Y ACERO)

Las especificaciones para los materiales son el conjunto de disposiciones, requisitos y condiciones que el cliente o alguna entidad competente ha establecido para la ejecución de las obras, los materiales de construcción habrán de cumplir con dichas especificaciones con la finalidad de asegurar que tal obra cumplirá satisfactoriamente con las necesidades del cliente.

Dentro de las especificaciones del proyecto se incluyen también las pruebas que se habrán de aplicar a los materiales, lo que garantizara que se logre el comportamiento esperado en cuanto a las solicitudes que el proyecto demanda.

Dado que la construcción de túneles en suelos blandos es a base de concreto reforzado, el cual se encargara de dar un comportamiento estructural adecuado, se requiere dar especial atención a las características del acero así como a la materia prima del concreto (cemento agregados y agua) de tal forma que se cumpla con lo establecido en las especificaciones.

El **concreto** se define como aquel material que se fabrica con cemento, agua, arena y grava, se coloca en estado fluido y endurece con el tiempo adquiriendo la forma de los moldes que lo contienen, obteniendo como resultado elementos estructurales con la resistencia de diseño.

Cemento: Se utilizará cemento tipo CPO 30R-RS, resistente a sulfatos. (de acuerdo a la Norma NMX-C-414-ONNCCE-1999). El cemento podrá estar dispuesto a granel ó envasado en sacos de papel.

Se debe verificar la calidad del cemento que se utilice en la obra, por lo que deberá contar con los certificados de calidad de cada lote, emitidos por el



fabricante; en caso de que esto no sea posible, deberá contar con los certificados de calidad de cada lote emitidos por un laboratorio acreditado ante la EMA.

El lote de cemento almacenado cuyas pruebas no hayan resultado satisfactorias y en consecuencia haya sido rechazado, deberá ser retirado de la bodega y trasladado fuera de la obra.

La temperatura del cemento no deberá ser superior a 55°C en el momento de fabricar el concreto, para su almacenamiento, se deberá contar con un almacén adecuado, si el cemento está disponible en sacos, el almacén deberá estar cerrado para evitar su hidratación; no se permitirán estibas de más de 14 sacos y se evitará su contacto con el suelo, para lo cual deberá contarse con tarimas de maderas elevadas por lo menos 10 cm arriba del suelo.

En caso de que por necesidades de la obra, parte del cemento tenga que almacenarse a la intemperie, éste deberá colocarse invariablemente sobre tarimas de madera y protegerse totalmente con lonas para evitar su hidratación.

No podrá utilizarse el cemento que permanezca almacenado por más de 30 días, al menos que se demuestre mediante ensayos realizados por un laboratorio acreditado, que se encuentra en buenas condiciones.

Al recibirse el cemento en la obra, éste deberá clasificarse con su fecha de entrada en el almacén y utilizarse en el orden cronológico de su recepción.



Instituto Mexicano del
Cemento y del Concreto, A.C.

Investigación Sur 104, C.P. 04500, Estado de México, México, D.F.
Tel: (0155) 1332-4740, 1332-4749
Fax: (0155) 1332-4740
www.imcyc.com

PRUEBAS FISICAS Y QUIMICAS DE CEMENTO							
Ord-- de Trabajo No.	417	Informe Técnico No.	213/2009	Hoja No.	3	de 3	
Cliente			Precisión	Precisión	ESPECIFICACION		
Muestra No.	Q480 - MUESTRA DE CEMENTO CPC 30RS CRUZ AZUL		Laboratorio	Inter Laboratorios	NMX-C414- 40R		
P	Consistencia normal,	% de agua	24,6	-	-	-	
R	Tiempo de fraguado	Inicial	182	34 min	45 min	45 MINIMO	
U		Final	372	56 min	122 min	600 MAXIMO	
E	Finura en %	No. 200	% pasa	-	-	-	
B		No. 130 M	% pasa	99,3	-	-	
A	Sup. especifica, Blaine	m ² /kg	476	-	-	-	
S	Contenido de aire en el Mortero	%	-	-	-	-	
F	Sanidad: Expansión o contracción en autoclave	%	-0,05	-	-	-0,20 MAXIMO	
F	Fraguado falso: Penetración final	%	90,0	-	-	-	
S	Resistencia a la compresión	A 24 horas	MPa	-	-	-	
		A 3 días	MPa	31,0	-	30 MINIMO	
		A 7 días	MPa	35,0	-	-	
		A 28 días	MPa	PENDIENTE	-	-	40 MINIMO
		Relación A/C		0,485	-	-	-
A	Fluidez	%	-	-	-	-	
Análisis Químico	SiO ₂ - Silice	%	19,6	-	-	-	
	Al ₂ O ₃ - Alúmina	%	4,7	-	-	-	
	Fe ₂ O ₃ - Oxido férrico	%	3,9	-	-	-	
	Ca O - Cal combinada	%	61,3	-	-	-	
	Ca O - Cal libre	%	0,7	-	-	-	
	MgO - Magnesio	%	1,1	-	-	-	
	S O ₂ - Trióxido de azufre	%	3,1	-	-	-	
	Residuo Insoluble	%	1,27	-	-	-	
	Pérdida por calcinación	%	3,5	-	-	-	
	Suma		99,17	-	-	-	
	Na ₂ O - Oxido de sodio	%	0,15	-	-	-	
	K ₂ O - Oxido de potasio	%	0,68	-	-	-	
	Total de álcalis (Na ₂ O + 0,658 K ₂ O)	%	0,60	-	-	-	
Compuestos potenciales	C ₂ S - Silicato tricálcico	%	54,60	-	-	-	
	C ₃ S - Silicato dicálcico	%	15,00	-	-	-	
	C ₄ A - Aluminato tricálcico	%	5,86	-	-	-	
	C ₄ AF - Ferr. alum. tetracálcico	%	11,87	-	-	-	
Suma		87,33	-	-	-		

Observaciones: Los resultados son únicamente para la muestra recibida.
El muestreo y procedencia de este cemento fue responsabilidad del
IMCYC (), CLIENTE (X)
OBRA: TUNEL RIO DE LA COMPAÑÍA, 08-05-09, L-3

Precisión: El resultado de dos pruebas adecuadamente realizadas, no debe diferir en los valores listados.

Referencias: NMX-C-49-ONNCCE-2006, NMX-C-56-1997-ONNCCE, NMX-C-57-1997-ONNCCE, NMX-C-59-ONNCCE-2006,
NMX-C-61-ONNCCE-2001, NMX-C-62-1997-ONNCCE, NMX-C-131-1976, NMX-C-132-1997-ONNCCE, NMX-C-414-ONNCCE-2004

Realizó: Alejandro Barra Barrientos
Técnico Laboratorio Cemento

Revisó: Ing. David López Morales
Jefe Laboratorio Cemento

Fecha de elaboración:
2009-06-02

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento, sin la autorización escrita del IMCYC.
Los resultados del presente informe corresponden exclusivamente a la(s) muestra(s) ensayada(s).
Fig-002-ene

FIG-GTLCE-002
Versión 06



Grava: La grava deberá cumplir con los límites granulométricos dados en la designación No. 67 de la Norma ASTM C-33-99 y cumplir con los requisitos establecidos en dicha Norma deberá vigilarse que cumpla con las siguientes condiciones:

- ❖ Pérdidas por lavado, no deberán exceder de 1%. (Se deberá contemplar en su análisis de costo la posible necesidad de lavar la grava para eliminar los finos indeseables, arcilla y/o limo).
- ❖ Densidad deberá ser mayor de 2.45 g/cm³.
- ❖ Cuando se recurra al empleo de agregados triturados, la grava no deberá poseer más del 18% de partículas planas y/o alargadas. Dicho porcentaje será determinado de acuerdo con la Norma CRD C 119 (U.S. Army Corps of Engineers).



RESULTADO DE ESTUDIO DE GRAVA

Referencias: NMX-C-30-ONNCE-2004, NMX-C-111-ONNCE-2004, NMX-C-170-1997-ONNCE, NMX-C-77-1997-ONNCE, NMX-C-73-ONNCE-2004, NMX-C-165-ONNCE-2004 y NMX-C-84-1990

Fecha de Envío:	27-Abril-2009	Fecha de estudio:	28 al 04/05,2009	No. de Folio:	16
Mina de procedencia:	PINFRA	Ubicación:	IXTAPALUCA	Tamaño de la grava:	20
Muestreada por:	TEC. GUILLERMO E. VIDAL M.			Origen de la Grava:	BASALTO
				Planta de procedencia:	CHALCO

Masa específica (S.S.S.) (NMX-C-164-1986) Método del Picnómetro

MEss = $\frac{W1}{V1}$

MEss = $\frac{1842.6}{735} = 2.51 \text{ g/cm}^3$

W1= Peso de la muestra en S.S.S. en gr.
V1= Volumen del agua desplazada en el Picnómetro en (ml)

Graduación (Ref. NMX-C-077-1997-ONNCE)

Malla	Retenido (gr)	% Ret	% Acum	% pasa
1	0	0.0	0.0	100.00
3/4	82.5	0.8	0.8	99.17
1/2	2640	26.4	27.3	72.73
3/8	3000	30.1	57.3	42.67
4	3890	39.0	96.3	3.70
8	286.1	2.9	99.2	0.84
Charola	83.7	0.8	100.0	0.00
Total	9982.3			

Masa volumétrica (Ref. NMX-C-73-1990)

Masa v. suelta: 14.03 kg x Factor = **1387** kg/m³

Masa v. compactada: 14.7 kg x Factor = **1453** kg/m³

TARA 6.54 Factor = **98.87** l/m³

Absorción (Ref. NMX-C-164-1986)

% Absorción = $\frac{1842.6 - 1797.1}{1797.1} \times 100 = 2.53 \%$

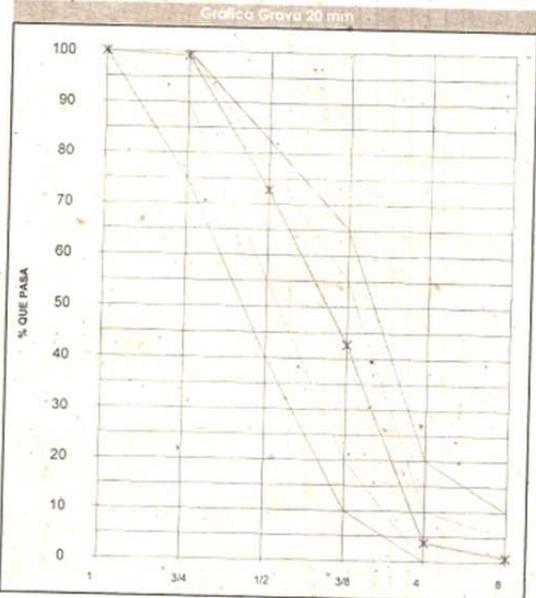
Pérdida por lavado (Ref. NMX-C-84-1990)

Secado a masa constante

Peso muestra seca "Ms" (gr) = 854.5 gr

Peso muestra seca lavada "Msl" (gr) = 848.3 gr

% P x L = $\frac{Ml - Msl}{Ms} \times 100 = \frac{854.5 - 848.3}{854.5} \times 100 = 0.73 \%$



ESTADO DE INSPECCIÓN

Conforme No conforme Rechazado

Este reporte no podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización escrita de PCM.

OBSERVACIONES

Realizó prueba:

TEC. GUILLERMO E. VIDAL M.

Firma

A.R.L Producto:

Firma

Nota: A.R.L= Autoridad responsable de liberación



Arena: Se utilizará arena que cumpla con las especificaciones estándar para agregados utilizados en el concreto (ASTM C33).

Debe vigilarse que cumpla con las siguientes condiciones:

- Pérdida por lavado no deberá exceder de 3%. (La Contratista deberá contemplar en su análisis de costo la posible necesidad de lavar la arena para eliminar los finos indeseables, arcilla y/o limo).
- Contenido en pómez, tepetate, etc., máximo 6% en peso.
- Módulo de finura debe estar entre 2.5 y 3.0
- Prueba de colorimetría (**ASTM C-40-84**) satisfactoria.
- Densidad deberá ser mayor de 2.45 g/cm³.

Previamente al empleo de los agregados se entregará un informe técnico emitido por algún laboratorio acreditado en donde se encuentren asentadas las siguientes características:

* Peso volumétrico (determinado de acuerdo con la Norma **ASTM C-29 M-97**).

* Colorimetría (determinado de acuerdo con la Norma **ASTM C-40-99**).

* Intemperismo acelerado (determinado de acuerdo con la Norma **ASTM C-88-99A**).

*Densidad y absorción de grava (determinadas de acuerdo con la Norma **ASTM C-127-88**).

*Densidad y absorción de arena (determinada de acuerdo con la Norma **ASTM C-127-88**).

*Abrasión de agregado grueso hasta 38.1 mm. (realizada de acuerdo con la Norma **ASTM C-131-96**)

*Granulometría (realizada de acuerdo con la Norma **ASTM C-136-96a**)

*Pérdida por lavado (determinada de acuerdo con la Norma **ASTM C-117-95**.)

*Reactividad (realizada de acuerdo con la Norma **ASTM C-227-97a**).



*Dureza al rayado (realizada de acuerdo con la Norma **ASTM C-851**).

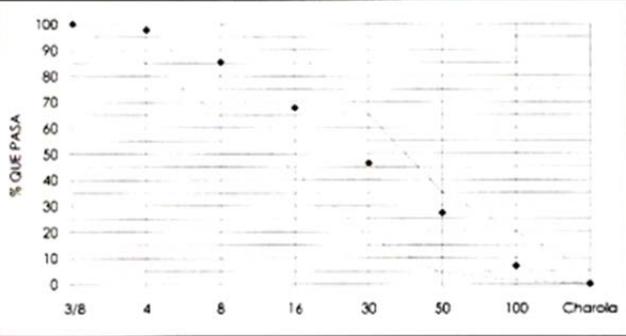


RESULTADO DE ESTUDIO DE ARENA

Referencial: NMX-C-30-ONNCE 2004, NMX-C-131-ONNCE 2004, NMX-C-170-1997-ONNCE, NMX-C-77-1997-ONNCE, NMX-C-73-ONNCE 2004, NMX-C-145-ONNCE 2004 y NMX-C-84-1990

Fecha de envío:	Fecha de estudio:	No. de Falso:
Mina de procedencia:	Ubicación:	Tamaño de la Arena:
Muestreado por:		Origen de la Arena:
		Planta de procedencia:

Diámetro (mm)	Retenido (g)	Retenido (%)	Pasado (%)
3/8	0.0	0.0	100.00
4	2.3	2.3	97.69
8	12.4	14.7	85.28
16	17.7	32.4	67.58
30	208.5	53.7	46.26
50	54.7	19.0	27.22
100	149.2	20.4	6.82
Charola	66.7	6.8	0.00
Total	977.6	100	
Módulo de finura [esp. de 2.3 a 3.1]		2.69	



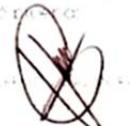
Masa v. suelta: $1543 \text{ kg} \times \text{Factor} = 1543 \text{ kg/m}^3$ Masa v. compactac: $1642 \text{ kg} \times \text{Factor} = 1642 \text{ kg/m}^3$ Factor = $\dots \text{ l/m}^3$	$\% \text{ Absorción} = \frac{\text{peso muestra S.S. (gr)} - \text{peso muestra (gr)}}{\text{peso muestra (gr)}} \times 100$ $\% \text{ Absorción} = \frac{479.8}{479.8} \times 100 = 4.21 \%$
---	--

$ME_{100} = \frac{S}{(B + S - C)} = \dots + 500 = 2.45 \text{ g/cm}^3$ S= Peso de la muestra sat. y sup. seco B= Peso del picnómetro con agua C= Peso del picnómetro con la muestra y agua	Secada a masa constante Peso muestra seca "Ms" (g) = \dots g Peso muestra seca lavada "Msl" (g) = \dots g $\% P \times L = \frac{Ms - Msl}{Ms} \times 100 = \frac{500 - 483.8}{500} \times 100 = 3.24 \%$
---	--

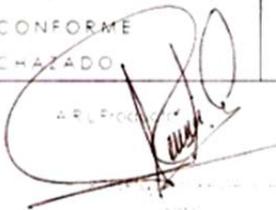
Este reporte no podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización escrita de FCM.

CONFORME
 NO CONFORME
 RECHAZADO

Revisado por:



APR. FCM





Fibras de Nylon: Se deberá añadir fibras de Nylon, con diámetro entre 0.005” y 0.007”, y longitud de 50 mm para reforzar el concreto, En una proporción de 250 gramos de fibras por un metro cúbico de concreto.

Almacenamiento: Si los agregados pétreos se almacenan en campo, se evitará su contaminación entre ellos y entre otros materiales que puedan afectar su calidad, para lo cual será necesario la colocación de una plantilla de concreto pobre, o bien de una capa de agregados apisonados antes de su apilamiento.

Los almacenamientos se harán sobre terreno plano y con una ligera pendiente que permita el drenado de los agregados en el caso de estar saturados o por efecto de lluvia.

Si por mal almacenamiento y/o manejo los agregados se contaminarán con polvo, deberán desecharse y ser reemplazados por materiales que cumplan las especificaciones antes citadas.

Agua: El agua que se utilice para la elaboración y curado del concreto deberá estar libre de impurezas que puedan afectar el fraguado del concreto y/o reduzca la resistencia o la durabilidad del concreto o mortero. El agua no deberá estar contaminada con aceites o grasas.

Antes de emplear el agua, se deberá verificar su calidad mediante pruebas realizadas por algún laboratorio confiable y acreditado.

El agua que se pretende utilizar deberá ensayarse de acuerdo a los métodos establecidos por las Normas ASTM que a continuación se indican y satisfacer los requerimientos establecidos por la Supervisión para cada ensaye:



Número	Método de Prueba	Especificación ASTM	Valores límite (ppm)
	Cationes en forma de:		
1	CaO (óxido de calcio)	D-511	
2	MgO (óxido de magnesio)	D-511	
3	Na ₂ O (óxido de sodio)	D-1428	
4	K ₂ O (óxido de potasio)	D-1428	
	Aniones:		
5	HCO ₃ ⁻ (bicarbonatos) +CO ₃	D-513	600 máx
6	CO ₃ ⁻ (carbonatos)	D-513	
7	OH ⁻ (hidróxidos)	D-513	
8	SO ₄ ⁻ (sulfatos)	D-516	1000 máx
9	Cl ⁻ (cloruros)	D-512	600 máx
10	NO ₃ ⁻ (nitratos)	D-992	
11	CO ₂ (bióxido de carbono)	D-513	Trazas o pH no menor de 6
12	O ₂ (oxígeno consumido en medio ácido)	D-1252	20 máx
13	Sólidos disueltos por conductividad		2000 máx.
14	Sólidos en suspensión pH	D-1293	6 mín

Cuando los resultados de los ensayos del agua no sean satisfactorios, y por motivos económicos sea incosteable emplear agua de otra fuente se deberán efectuar pruebas en cubos de mortero (**Norma ASTM C-109**) producidos con el agua de la cual se tengan dudas y verificará que las resistencias a compresión a 7, 28 y 90 días sean mayores ó iguales al 90% de las resistencias a las mismas edades de los especímenes testigos fabricados con agua potable ó destilada. Además, se deberán efectuar ensayos que aseguren que las impurezas en el agua no afectan el tiempo de fraguado del cemento acortándolo o prolongándolo, de acuerdo con la Norma ASTM C-191.



Instituto Mexicano del
Cemento y del Concreto, A.C.
Institucionales Sur No. 1874 Col. Florida
Del Álvaro Obregón
C.P. 01030, México, D.F.
Tels. (0155) 5323-5740, 5662-0606
Fax (0155) 5323-5742
imcyc@mail.imcyc.com www.imcyc.com

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA.			
Orden de Trabajo No.	1168	Informe Técnico No.	417/2008
Hoja No.	2	de	3
Cliente: PCM CONCRETO, S. A. DE C. V.			
Muestra No. Q832 - MUESTRA DE AGUA 19-09-08. PLANTA DE PROCEDENCIA: CHALCO, UBICACIÓN: AV. SANTA FE CORPORATIVO			
RESULTADOS DEL ANÁLISIS			
	Resultados expresados en mg/l (p.p.m.)	Especificación (Límites Máximos)	
		Cementos Ricos en calcio	Cementos Sulfato Resistentes
Color	INCOLORO		
Olor	INODORO		
Aspecto	DIAFANA		
Sedimento (impurezas en solución)	140	3 500 p.p.m.	4 000 p.p.m.
pH	8,1	No. menor de 6,0	
Cloruros (Cl ⁻)	68	400 p.p.m.	600 p.p.m.
Sulfatos (SO ₄ ⁻²)	21	3 000 p.p.m.	3 500 p.p.m.
Alcalinidad (CO ₃ ⁻²)	-	600 p.p.m.	600 p.p.m.
Alcalinidad (HCO ₃ ⁻)	125		
Calcio (Ca ⁺²)	18		
Magnesio (Mg ⁺²)	23	100 p.p.m.	150 p.p.m.
Materia Orgánica (Oxígeno consumido en medio ácido)	4	150 p.p.m.	150 p.p.m.
Grasas y aceites	0	0 p.p.m.	-
Álcalis totales (Na ⁺)	31	300 p.p.m.	450 p.p.m.
Sólidos en suspensión (Limos y arcillas)	0	2 000 p.p.m.	2 000 p.p.m.
Observaciones:	Los resultados son únicamente para la muestra recibida.		
	El muestreo y procedencia fue responsabilidad del		
	IMCYC (), CLIENTE (X)		
Referencias:	NMX-C-422/ONN-CCE-2004, ASTM-D-512B, D516, D1126B, D511, D1767 EN VIGOR		
Realizó: Alejandro Ibarra Barrientos Técnico Laboratorio Cemento	Revisó: Ing. David López Morales Jefe Laboratorio Cemento	Fecha de elaboración: 2008-11-12	

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización escrita del IMCYC A.C.
Los resultados del presente informe corresponden exclusivamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)
Fig-014.exe

FIG-GTLCE-014
Versión 06

Se deberá verificar la calidad del agua por lo menos una vez al mes.



Aditivo: Cuando por razones estrictamente técnicas así se requiera, se podrá proponer el empleo de aditivos para el concreto; el empleo de estos aditivos estará condicionado a la aprobación de la Supervisión.

Antes de que los aditivos se envíen a la obra se deberá verificar la calidad de cada lote. Se deberá verificar la calidad de los aditivos así como presentar a la Supervisión los certificados de calidad con los resultados de las pruebas indicadas en la **Norma ASTM C-494-90**, expedidos por el fabricante, el proveedor, ó por un laboratorio acreditado.

Se deberá disponer de bodegas adecuadas para almacenar los aditivos, de manera que los recipientes no estén expuestos a la acción directa de los rayos solares y no se produzcan confusiones en su utilización. Todos los aditivos deberán identificarse con la fecha de llegada a la obra, y se utilizarán según el orden cronológico de su recepción.

Todo lote de aditivos que permanezca almacenado en la obra durante más de tres meses no podrá ser utilizado, a menos que la Contratista demuestre mediante ensayos realizados por un laboratorio acreditado que el aditivo se encuentra en buenas condiciones.

Dosificación del concreto: Las cantidades que deban usarse de cemento, agregados de distintos tamaños que entren en la mezcladora para formar las distintas clases de concreto, serán controladas por un equipo de pesado y el agua por un medidor; estos equipos formarán parte de la planta dosificadora y no serán usados sin la previa verificación de la Supervisión.

La relación agua-cemento que se elija para el diseño de la mezcla debe ser el menor valor establecido para cumplir con los requisitos de durabilidad y resistencia, tal como lo define el **ACI 201**.



Preparación del lugar de colocación de concreto: Todo el equipo de mezclado y transporte de concreto deberá estar limpio.

La obra falsa deberá estar adecuadamente estructurada los moldes limpios, estancos, tratados con aceite mineral u otro material antiadherente.

Deben retirarse el escombros, materiales sueltos, grasas etc., que puedan afectar la calidad del concreto.

Previo al colado, tanto la superficie del concreto como el acero de refuerzo deberán limpiarse enérgicamente eliminando cualquier vestigio de polvo, grasa ó cualquier sustancia ó material que presente reducción de adherencia.

Deberá eliminarse el exceso de agua del lugar donde se colocará el concreto.

Mezclado: Deberá hacerse por medios mecánicos hasta lograr una distribución uniforme de los materiales.

Deberá vigilarse que la velocidad de giro de la revolvedora sea la indicada por el fabricante.

El tiempo mínimo de mezclado una vez incorporado todos los materiales será de un minuto para mezcladores estacionarios de hasta 765 l de capacidad, con un aumento de 15 segundos por cada 765 l adicionales o fracción.

Se verificará el revenimiento del concreto en campo con una frecuencia de cuando menos una vez cada cinco metros cúbicos de concreto suministrado.

Deberá tomarse muestras de concreto para pruebas de resistencia con una frecuencia de cuando menos seis muestras cada diez metros cúbicos de concreto fabricado.



A las muestras tomadas se les determinará su resistencia a compresión ensayando dos cilindros a 7 días, dos a 14 días y dos a 28 días.

Transporte: El transporte debe realizarse de la mezcladora al sitio final de colocación empleando métodos que eviten la segregación o pérdida de materiales.

Si el concreto no ha sido colocado dentro de los 45 minutos posteriores al mezclado será desechado. No deberá colocarse concreto en proceso de fraguado.

Colocación: El concreto debe depositarse lo más cerca posible de su ubicación final para evitar la segregación debido al remanejo o flujo

El colado debe efectuarse a tal velocidad que el concreto conserve su estado plástico en todo momento y fluya fácilmente dentro de los espacios entre varillas.

Se desechará el concreto que se haya endurecido parcialmente o que se haya contaminado con materiales ajenos.

Una vez iniciado el colado éste deberá efectuarse en una operación continua hasta que se termine el colado de la estructura de acuerdo con sus límites predeterminados.

La compactación del concreto se realizará con vibradores 2 ó 3 pulgadas de diámetro, eléctrico ó neumático con una frecuencia mayor de 7,000 r.p.m., medida ésta estando los vibradores dentro del concreto. Se deberá contar con un mínimo de cuatro vibradores en buenas condiciones mismos que serán operados todo el tiempo por personal calificado para su uso.



El uso de los vibradores tendrá como finalidad eliminar los vacíos del concreto así como ligar la capa de concreto superior con la subyacente, por lo que no se permitirá el acarreo del concreto con el vibrador.

El tiempo de inmersión de los vibradores debe ser de 10 a 15 segundos, queda prohibido el tratar de colocar concreto sin el empleo de vibradores.

La penetración del vibrador deberá ser vertical y espaciada 15 a 30 cm penetrando 10 cm por lo menos en la capa inferior, retirándolo lentamente. Debe evitarse el contacto directo del vibrador con el acero y/o la cimbra ya que podría ocasionar alteraciones en la posición de los mismos ó afectar el concreto en las zonas que se encuentren en proceso de fraguado. Durante el vibrado del concreto deberá vigilarse que no se provoque sangrado ni segregación del mismo.

Invariablemente deberá obtenerse un concreto denso y compacto que presente una textura uniforme y una superficie con buena apariencia.

Registros: Deberá llevarse registro de cada colado indicando las fechas y horas de inicio y fin de cada etapa de la manufactura posterior a la mezcla de los ingredientes del concreto, así mismo se registrara la cantidad de concreto colocado medido por revolturas para compararlo con el volumen calculado geométrico.

Protección del colado: Se debe evitar que durante el colado y las diez horas después de terminado, el agua de lluvia ó algún otro agente deterioren el concreto; así mismo debe evitar durante el colado y las 24 hora siguientes, sacudidas, trepidaciones, esfuerzos y/o movimientos en las varillas o elementos metálicos que sobresalgan, que se transite sobre la superficie expuesta ó de algún modo se altere el estado de reposo del concreto.



Curado: El curado se hará con membrana impermeable utilizando el producto que apruebe la Supervisión. Después de terminado el colado y cuando el concreto tenga el endurecimiento suficiente para que el agua no lo dañe, deberán mantenerse húmedas las superficies expuestas hasta que se aplique la membrana impermeable.

A continuación del descimbrado de las estructuras, lo cual deberá efectuarse cuando menos 18 horas después de terminado el colado, se humedecerán las superficies por curar, sin dejar charcos, y a continuación se aplicarán dos manos de una membrana de curado base agua y color blanco.

La membrana debe conservarse sin daño sobre la superficie del concreto durante 20 días; La Contratista debe evitar que la membrana impermeable sea dañada y si por razones de tránsito u otras causas se daña la membrana debe reponerse con cargo a la Contratista.

Para la verificación de la calidad de la membrana, se deberá presentar a la Supervisión los certificados de calidad con los resultados de las pruebas indicadas en la **Norma ASTM C-309-89**, expedido por el fabricante, el proveedor, ó por un laboratorio confiable y acreditado

- **Especificaciones para el acero de refuerzo**

Se define al **acero de refuerzo** como el elemento de acero al carbón corrugado fabricado especialmente para usarse como refuerzo del concreto y que toma principalmente esfuerzos de tensión.



En cuanto a los trabajos en los que se involucra la colocación de acero de refuerzo en la construcción de las estructuras de concreto reforzado, se deben cumplir con las siguientes especificaciones.

El acero de refuerzo deberá llegar a la obra libre de oxidación, exento de grasa, quiebres, escamas, hojaduras y deformaciones en su sección y deberán ser de los grados requeridos en los planos.

Se presentará a la Supervisión el certificado de calidad de cada uno de los lotes que se adquiera, expedido bien sea por el fabricante del acero o bien por un laboratorio reconocido y acreditado. Si no se cuenta con el certificado de calidad, el acero de refuerzo no podrá utilizarse.

Cuando el acero de refuerzo se haya oxidado o deteriorado por haber permanecido almacenado un tiempo considerable, Se deberá verificar las condiciones del acero mediante pruebas realizadas por un laboratorio acreditado y sancionado por la Supervisión, si el acero es aceptable deberá limpiarse por medios mecánicos, los cuales pueden ser: chorro de arena, cepillo de alambre ó pulidora con cerda de alambre trenzado.

Igual procedimiento deberá seguirse para limpiar los residuos en el acero ó residuos de cemento ó pintura antes de reanudar los colados.

Siempre deberá evitarse la contaminación del acero de refuerzo con sustancias grasas y en el caso que esto ocurra se removerá con solventes que no dejen residuos. La Supervisión se reserva el derecho de realizar las pruebas de laboratorio que estime pertinentes, para lo cual se deberán proporcionar todas las facilidades para la realización de estas pruebas.



Habilitado: Con el propósito de proporcionar la forma que fijen los planos de diseño las varillas de refuerzo de cualquier diámetro se doblarán en frío, y sólo cuando lo justifique técnicamente las varillas podrán doblarse en caliente, en cuyo caso la temperatura no excederá de 600° C a 650° C, la cual se determinará por medio de crayones térmicos ó cualquier otro medio adecuado. El calentamiento debe efectuarse de manera que no ocasione daños al concreto o a otros elementos del refuerzo, y el enfriamiento del acero deberá ser lento y a temperatura medio ambiente. Cuando el proyecto indique traslapes en varillas estos se localizarán en los puntos de mínimo esfuerzo de tensión y no se permitirá traslapar en una misma sección, más del 50% de las varillas de refuerzo. La longitud de los traslapes no deberá ser menor de 40 diámetros de la varilla correspondiente.

Recubrimiento: Los recubrimientos del concreto que se darán al acero de refuerzo serán iguales a lo indicado en los planos estructurales correspondientes, o en su defecto de 5 cm (2").

Soldadura. Todos los trabajos de unión por medio de soldadura se sujetarán a lo indicado en el proyecto, la Supervisión ó en las Normas que para su uso han sido editadas por los fabricantes de electrodos ó las asociaciones especializadas **ASTM; AWS**, y las que dicte la **SECOFI**.

Colocación: Antes de proceder a la colocación de varillas u otros elementos metálicos como soportes, separadores y silletas deberán limpiarse y mantenerse así hasta la colocación del concreto, libres de tierra, grasa, aceite, oxidación y otras sustancias extrañas ó perjudiciales, que impidan la adherencia.

Todas las varillas de refuerzo deberán colocarse con las longitudes, dobleces, ganchos y separación y posición que fije el proyecto y deberán mantenerse firmes en su posición durante la colocación del concreto.



El acero de refuerzo próximo a los moldes se separara de estos por medio de separadores de acero o de plástico rígido, para cumplir con el recubrimiento señalado en el proyecto.

Todas las varillas longitudinales y transversales, se unirán entre si en sus puntos de contacto, por medio de amarres de alambre recocido de No. 14 al No. 18.



3.3 EQUIPO DE SEGURIDAD (PERSONAL Y EQUIPO)

Con la finalidad de reducir al mínimo la ocurrencia de accidentes y eficientar los trabajos en cualquier proyecto, es de vital importancia apearse a los requerimientos de seguridad particulares presentes en cada uno de los proyectos, en lo relativo a la calidad y apego al programa de obra, las normas de seguridad permiten minimizar retrasos en el programa y pérdidas económicas que afectaran al proyecto.

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

Es el conjunto de elementos y dispositivos, diseñados específicamente para proteger al trabajador contra accidentes y enfermedades que pudieran ser causados por agentes o factores generados con motivo de sus actividades de trabajo y de la atención de emergencias.

Tal equipo debe ser el necesario y adecuado que requiera para el correcto desarrollo de sus actividades en consideración de las situaciones de riesgo a las que estén expuestos como se muestra en la siguiente tabla.

EQUIPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Casco normal	R	R	R	R	R		R		R		R	R	R	R	R	R	R	R
Casco dieléctrico						R		R		R					O	O		
Lente o careta de seguridad	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	O	O	O	R	R	O	R
Tapones auditivos		R	O	R				R	R	O	R	R	O	R	O	O	O	R
Mascarilla	O	R	R	O			O	R	R	O	R	R	O	O	O	O	O	O
Equipo de respiración		R	O						O		O							
Guantes de piel																		O
Carnaza cortos			R	R		R	R		R		R	R	R		O	O	O	
Carnaza largos	R	R						R	R									
Tacto suave					R					R				R				R
Guantes de hule			R					O					R					
Guantes dieléctricos		R								R								
Guantes con malla																		
Botas de piel					R		R								R	R		
Botas de hule				R														
Botas dieléctricas								R		R								
Botas con casquillo			R		R	R			R			R	R	R			R	R



Botas con casquillo y plantilla	R											R							
Capucha lona o piel	R	O						O	R			O		O					
Almohadilla / carga			O				O					R	R						
Peto, mangas, delantal de piel	R	R				O		R	R				R	S					
Polainas de piel o hule	R													O					
Polainas de lona	R	R																	
Fajilla	R	R	O	O	R	R		R	R	R	R	R	R	R					
Arnés	O	O	O		O	O	O		O	O		O	O		O	O			
Chaleco con banda reflejante	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	R

R= Equipo necesario

O= Equipo opcional

1= Ayudante general excavación	7.- Carpintero	13= Sobrestante
2.=Ayudante general lumbreras y revestimiento	8.= Operador de maquinaria	14= Perforista
3=Albañil	9= Maniobrista	15= Topógrafo
4=Fierrero	10= Mecánico	16= Cadenero
5.-Soldador	11= Lubricador de maquinaria	17=Técnicos, administrativos y servicios
6.-Electricista	12= Chofer	18=Banderero

EQUIPO REQUERIDO POR EL PERSONAL PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN DE SUS ACTIVIDADES LABORALES

Los equipos mencionados anteriormente deben cumplir con las normas siguientes :

Norma	Equipo	Norma	Equipo
NOM- 113-STPS-94	Calzado de protección	NMX-S-002-SCFI	Respiradores
NOM- 115-STPS-94	Casco de protección	NMX-S-058/1-SCFI	Arneses
NMX-S-041	Careta para soldador	NMX-S-058/5-SCFI	Conectores
NMX-S-035	Protectores auditivos		
NMX-S-018-SCFI	Guantes		
NMX-S-039-SCFI			
NMX-S-040-SCFI			

El proyecto proporcionara el equipo de seguridad necesario a los trabajadores de acuerdo a las características y condiciones de sus actividades, así como de cualquier otro equipo especial.

En todo momento, dentro del proyecto todo el personal deberá llevar puesto el casco el cual deberá ser de polietileno y con suspensión y sin objetos en la parte interna de este.