



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMÁTICA



**“PROCESO CONSTRUCTIVO DE CAJA PREFABRICADA
PARA LA INFILTRACIÓN DE AGUAS PLUVIALES”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

OSCAR DEL VALLE LÓPEZ

**DIRECTOR DE TESIS:
Dr. JESÚS HUGO MEZA PUESTO**

JUNIO 2015
MÉXICO, D.F.

Agradecimientos

Esta tesis no se habría podido lograr preparar sin la generosa colaboración del Dr. Jesús Hugo Meza Puesto quien me brindó la oportunidad de realizar este trabajo bajo su valiosa guía lo cual le expreso mi agradecimiento.

Deseo extender especial reconocimiento a mi esposa, mis padres, y a mi familia que me han permitido realizar esta meta con la mayor tranquilidad y dedicación.

A mis compañeros, profesores y académicos por brindarme tantos momentos agradables, a cada una de las personas que han contribuido a esta realización y espero que sepan disculpar cualquier omisión, sin lugar a duda totalmente involuntaria.

Multitud de sueños penetran en mis pensamientos, pero sólo mis actos lo harán realidad¹.

¹ Referencia: Anónima

INTRODUCCIÓN

Les presento esta tesis “**Proceso constructivo de caja prefabricada para la infiltración de aguas pluviales**”, cuyo principal objetivo es que con esta importante obra civil de la ingeniería es buscar el beneficio de los mantos acuíferos, así mismo de centenares de familias de las grandes ciudades que sufren también de encharcamiento e inundaciones cada temporada de lluvias, y tratar de convencer a las dependencias de Obras Públicas de cada entidad correspondientes, que construyendo en ciertos sectores un colector pluvial y su caja de infiltración, resolvería dicha problemática.

Se describen todos los aspectos relacionados con el proceso constructivo del elemento de control prefabricado de concreto (cisterna de retención y/o pozo de infiltración), donde también aspectos como la sustentabilidad y la protección del medio ambiente son conceptos medulares en la dinámica y del desarrollo de este mundo globalizado. En este sentido, el lineamiento estratégico para los protagonistas de la Industria de la Construcción y su cadena de valor es asumir el desafío de generar procesos constructivos limpios de mayor eficiencia y rendimiento, que contribuyan en la conservación del planeta.

La captación de picos de lluvia a través de cajas de infiltración (pozos de infiltración) representa una estrategia con alto potencial, y menos costo, para aumentar la recarga de los acuíferos y así alimentar los pozos sobre explotados. Además, la infiltración de los escurrimientos pluviales ayuda a evitar que se generen inundaciones al servir como un sistema de regulación. De esta forma la infiltración del agua de lluvia, permite ofrecer una solución a dos de los grandes problemas hídricos de México la baja disponibilidad de agua y los problemas generados por el exceso de escurrimientos en temporada de lluvia².

Esta caja de infiltración prefabricada se compone de una zapata de cimentación como base y enseguida tres anillos cuadrados que son los que se forma el cuerpo, al final la losa en dos formas geométricas diferentes para mayor maniobrabilidad, una losa tapa con un paso hombre para su inspección que es fija y la otra en losas removibles tipo dovela.

² Referencia: Hidropluviales.com

ÍNDICE
INTRODUCCIÓN

	Págs.
CAPÍTULO I	
CONCEPTOS GENERALES	
I.1 Definición de caja de infiltración	7
I.2 Requisitos	9
I.3 Disposición	9
I.4 Materiales	10
CAPÍTULO II	
TIPOS DE CAJAS DE INFILTRACIÓN	
II.1 Importancia de la caja de infiltración en el aspecto sustentable	12
II.2 Clasificación de las cajas de infiltración	13
II.3 Estudios	16
II.4 Análisis y resultados	17
II.5 Normas	18
CAPÍTULO III	
ASPECTOS DE DISEÑO PARA LA CAJA PREFABRICADA	
III.1 Cargas y presiones	26
III.2 Presión lateral del concreto	28
III.3 Diseño de muros	33
III.4 Diseño de piezas en flexión	36
III.5 Combinación de flexión y carga axial	38
III.6 Esfuerzo cortante	39
III.7 Concreto	43
III.8 Tipo de Cimbra	43
III.9 Curado de prefabricado	45

CAPÍTULO IV

MEMORIA DESCRIPTIVA

IV.1 Datos Generales	46
IV.2 Objetivos	46
IV.3 Descripción general del proyecto	47
IV.4 Descripción del prefabricado	56
IV.5 Programa de actividades	57

CAPÍTULO V

PRESUPUESTO

V.1 Presupuesto programable	58
V.2 Conceptos	59
V.3 Números generadores	59
V.4 Precios unitarios	60
V.5 Matrices de precios unitarios	60
V.6 Insumos	60

CONCLUSIONES

Conclusiones	62
--------------	----

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía	63
--------------	----

ANEXOS

Anexo de Matrices de precios unitarios	65
Anexo de planos	71

CAPÍTULO I

CONCEPTOS GENERALES

En este capítulo se enunciarán los fundamentos necesarios que intervienen para implementar una caja de infiltración de aguas pluviales junto con sus definiciones y requisitos para así poder iniciar el desarrollo de la misma. Así mismo empezaremos a mencionar algunas normas que van enfocadas para cumplir con las especificaciones del proyecto.

I.1 Definición de caja de infiltración

Definición por Norma Oficial Mexicana NOM-015-CONAGUA-2007, Infiltración artificial de agua a los acuíferos. Características y especificaciones de las obras y del agua.

La infiltración: Es el fenómeno que ocurre dentro del ciclo hidrológico mediante el cual, el agua precipitada atraviesa la superficie del terreno y pasa a ocupar total o parcialmente los poros, fisuras y oquedades del suelo.

Pozo de infiltración o inyección: Obra de ingeniería que permite la recarga artificial del acuífero³.

Definición como un pozo de infiltración (normalmente cilíndrico), de profundidad variable que capta y facilita la infiltración de los escurrimientos superficiales al subsuelo. El pozo se conforma con una tubería de hormigón y asentada sobre una base de material grueso. Esta estructura, en el brocal del pozo, cuenta con una cámara que permite la concentración de los escurrimientos, su almacenamiento temporal, y el movimiento vertical a través de un filtro granular.

Caja prefabricada para la infiltración de aguas pluviales se define: sistema integral de caja de infiltración para la recarga artificial de acuíferos de los escurrimientos pluviales, que también permite almacenar agua sin pérdidas de evaporación y además ayuda a evitar que se generen inundaciones al servir como un sistema de regulación⁴ Figura 1

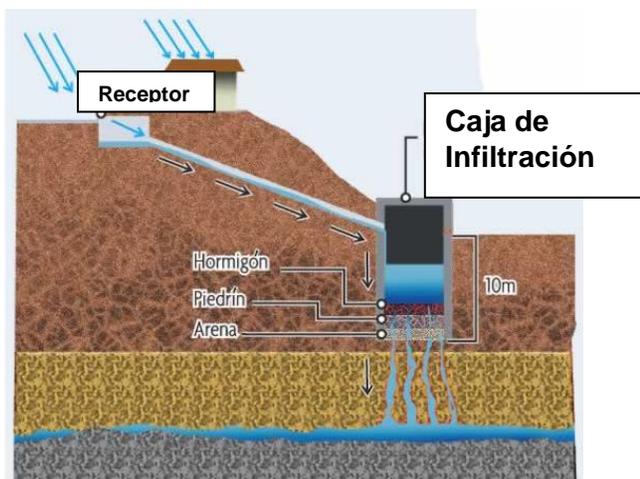


Figura 1, Animación Caja de infiltración. Fuente: propia Referencia: plano 1-A

³ Referencia: Definición por Norma Oficial Mexicana NOM-015-CONAGUA-2007

⁴ Referencia: Definición Propia



Figura 2, Anillo para caja de infiltración prefabricado Fuente: propia Referencia: plano 2-A

Estos elementos prefabricados de la figura 2 y de la figura 3 se realizarán con un proceso industrializado donde su principal valor agregado es la velocidad de fabricación (construcción del proyecto integral) y con ello el bajo costo.



Figura 3, Anillo cuadrado para caja de infiltración prefabricado Fuente: propia Referencia: plano 2-A

Prefabricado, da.: adj. Dicho de una casa o de otra construcción: Cuyas partes esenciales se envían ya fabricadas al lugar de su emplazamiento, donde solo hay que acoplarlas y fijarlas⁵.

La Industrialización: es la mecanización de las técnicas de construcción y tiene una relación directa con la prefabricación, que es la producción de elementos constructivos fuera o al pie de la obra. Cuando estos elementos constructivos son producidos en serie se dice que son industrializados, pues en su fabricación se siguen procedimientos industriales⁶.

⁵ Referencia: Real Academia Española

⁶ Referencia: Javier Martínez Dirci. Imcyc.com/revista/1998/junio/constru.htm



Figura 4, Elemento de Caja de infiltración, (zapata de cimentación para base de caja de infiltración prefabricado)
Fuente: propia Referencia: plano 2-A

En la construcción tradicional ha estado evolucionando e incluye un mayor número de elementos fabricados fuera de la obra, y en el que las operaciones se han mecanizado en cierta forma⁷.

I.2 Requisitos

La infiltración artificial del agua de lluvia depende de distintos factores como son el tipo de suelo, el coeficiente de escurrimiento y de infiltración, así como de la precipitación del lugar. Por lo cual antes de infiltrar se requieren hacer estudios previos de las condiciones del lugar. También es fundamental determinar se puede hacer infiltración a través de pozos superficiales, profundos o cajas de infiltración.

Por esta razón, para recargar los acuíferos con agua de calidad se requiere realizar un tratamiento previo del agua de lluvia, ya que ésta al caer, arrastra los contaminantes de las superficies por las que va pasando.

Los requisitos se pueden consultaren la **Norma Oficial Mexicana NOM-015-CONAGUA-2007**, Infiltración artificial de agua a los acuíferos. Características y especificaciones de las obras y del agua. **Artículo 5.1.2** El suelo deberá ser caracterizado conforme a lo dispuesto por la Norma ISO 15175:2004, Calidad del suelo.- Caracterización del suelo en relación con la protección del agua subterránea; la que la substituya, o la NMX correspondiente.

I.3 Disposición

La disposición de aguas al suelo y a la zona no saturada no debe afectar a captaciones de agua subterránea o a obras civiles de terceros.

Disposición de acuerdo a la **Norma Oficial Mexicana NOM-015-CONAGUA-2007**, Infiltración artificial de agua a los acuíferos. Características y especificaciones de las obras y del agua.

Artículo 5.2 En el caso de la disposición de aguas pluviales o de escurrimiento superficial a la zona no saturada, adicionalmente a las anteriores, se aplicarán las siguientes:

Artículo 5.2.1 Se deberán observar las especificaciones establecidas en el numeral 6.2 de la Norma Oficial Mexicana NOM-003-CONAGUA-1996, Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.

⁷ Referencia: Alejandro Cervantes Abarca Administracionytecnologiaparaeldisenio.azc.uam.mx/publicaciones/2003/12_2003.

Artículo 5.2.2 La infiltración no deberá afectar la calidad del agua nativa. Para el muestreo del agua nativa se utilizará la Norma ISO/CD 5667-11-2006 Calidad del Agua.- Muestreo.- Parte 11.- Guía para el muestreo de aguas subterráneas, la que la sustituya o la Norma Mexicana correspondiente.

I.4 Materiales

Los materiales a elegir de calidad es parte fundamental del proceso, por lo cual se quiere dar como resultado en costos preferenciales y materiales a la medida.

Los materiales se supervisan para verificar que cumplan los requisitos de la especificación y que sean almacenados, manejados y utilizados apropiadamente en la obra y/o planta.

Materiales Principales

Agua: Para uso en el concreto, el agua deberá estar libre de material en suspensión, siempre que sea posible deberá usarse agua potable, con un pH entre 6.0 y 9.2, y cumplir con lo dispuesto en la norma NOM C-122-82 (Salazar, 1998).

Pétreos: Son los materiales naturales, o adaptados por el hombre, que sirven como base para elaborar elementos componentes de una obra civil o arquitectónica.

Grava: Los agregados gruesos o grava, provienen de materiales extraídos de rocas calizas, triturados o procesados, piedra bola o canto rodado, cuyas partículas comprenden tamaños de 4.75mm (3/16 pulgadas) hasta 152.4 mm (6 pulgadas).

Arena: Los agregados finos o arenas consisten en arena natural extraída de los ríos, lagos, depósitos volcánicos o arenas artificiales, esto es, que han sido trituradas. Estos agregados abarcan normalmente partículas entre 4.75 y 0.075 mm

Cemento Portland: Joseph Aspdin y James Parker lo patentaron en 1824 Cemento. La Norma Vigente **NMX-C-414-ONNCCE** especifica de los cementos portland.

CPO, CPO 30R Y CPC 30R.- Cemento de uso general, cuando no se necesitan las propiedades especiales de otros cementos.

Cualquier cemento que cumpla con las características especiales BCH y RS.- Cemento de uso general que tiene resistencia moderada a los sulfatos y moderados al calor de hidratación.

CPO 40, CPO 40R y CPC 40R.- Cemento de alta resistencia a temprana edad.

Cualquier cemento que cumpla con la característica especial BCH.- Cemento indicado cuando se necesita bajo calor de hidratación, como en el caso de las construcciones de concreto masivo.

Cualquier cemento que cumpla con la característica especial RS.- Cemento utilizable cuando se requiere resistencia a los sulfatos, por ejemplo, estructuras que están contacto con suelos o aguas freáticas de alto contenido de sulfatos, y en concretos en

contacto con aguas negras domésticas concentradas⁸.

Especificaciones físicas Cementos hidráulicos:

Resistencia a 28 días: La resistencia mecánica a la compresión a los 28 días debe cumplir con lo establecido en la Tabla1. Se verifica con la NMX-C-061- ONNCCE.

Resistencia a 3 días: La resistencia mecánica a la compresión a los 3 días para los cementos 30 R Y 40 R, debe cumplir con lo establecido en la Tabla1. Se verifica con la NMX-C-061-ONNCCE.

Tiempo de fraguado: Para todos los tipos de cemento y todas las clases resistentes se debe cumplir con las especificaciones de tiempo de fraguado indicados en la Tabla1. Se verifica con la NMX-C-059-ONNCCE.

Estabilidad de volumen: Para todos los tipos de cemento y todas las clases resistentes se debe cumplir con las especificaciones de expansión contracción de la Tabla1. Se verifica con la NMX-C- 062-ONNCCE.

Tabla 1 especificaciones físicas

Clase Resistente	Resistencia a compresión (N/mm ²)			Tiempo de fraguado (min)		Estabilidad de volumen en autoclave (%)	
	3 días mínimo	28 días mínimo	máximo	Inicial Mínimo	Final Máximo	Expansión Máximo	Contracción Máximo
20	---	20	40	45	600	0,80	0,20
30	---	30	50	45	600	0,80	0,20
30 R	20	30	50	45	600	0,80	0,20
40	---	40	---	45	600	0,80	0,20
40 R	30	40	---	45	600	0,80	0,20

Referencia: Manual para supervisar obras de concreto ACI-311-99. IMCYC

Aditivos: Los aditivos se mezclan en el concreto para cambiar o mejorar las propiedades, es decir, el tiempo que el concreto requiere para fraguar y endurecer, o su trabajabilidad, o la obtención de alta resistencia temprana, entre otras.

Las razones para el uso de aditivos están perfiladas en las siguientes funciones que pueden desarrollar:

- Incrementar la trabajabilidad sin aumentar el contenido de agua o disminuir el contenido de agua a la misma trabajabilidad.
- Acelerar la rapidez del desarrollo de resistencia
- Disminuir la permeabilidad del concreto
- Incrementar la adherencia entre concreto viejo y nuevo, entre otras⁹.

Conclusión capitular: Enfocado a los fundamentos, conceptos y materiales para así, lograr el producto de calidad, producto de una experiencia de industrialización de proyectos, en donde se pretende investigar y desarrollar procesos en prefabricados, área encargada de analizar estos nuevos métodos y materiales que se quieren implementar.

⁸ Referencia: Norma NMX-C414-ONNCCE-VIGENTE

⁹ Tecnología del concreto: Neville A.M. Brooks, J.J. Editorial Trillas

CAPÍTULO II

TIPOS DE CAJAS DE INFILTRACIÓN

En este capítulo se enunciarán cuantas maneras diferentes podemos encontrar una caja de infiltración, o mejor dicho de que manera podemos construir o fabricar una caja de infiltración, y ya establecido el proceso constructivo cumplir con la normatividad.

II.1 Importancia de la caja de infiltración en el aspecto sustentable

Este proyecto tiene mayor importancia en la recarga artificial de escurrimientos pluviales. Representa una importante estrategia para la gestión integral del agua en las diferentes cuencas de México, porque permite almacenar el agua sin pérdidas por evaporación, sirve para disminuir las tasas de sobreexplotación y generalmente para mejorar la calidad de las aguas recargadas.

México es un país que recibe, en promedio, un alto volumen de agua de lluvia 1,489 miles de millones de m³ (760 mm) al año. Sin embargo, de este volumen tan sólo el 4.7% se infiltra en el subsuelo y recarga los acuíferos. Por otra parte, la mayoría de ciudades del país dependen del agua subterránea para su suministro; el agua extraída de los mantos acuíferos cubre 50% de la demanda de la industria y el suministro de 70% de las ciudades y el de casi toda la población rural¹⁰. Tabla 2

Tabla 2

DISPONIBILIDAD DE AGUA DE LLUVIA Y RECARGA, DE ACUERDO A REGIÓN HIDROLÓGICA			
REGIÓN HIDROLÓGICA	POBLACIÓN (Mill. de habitantes)	PRECIPITACIÓN ANUAL (mm)	RECARGA MEDIA TOTAL (hm ³ /año)
1-Península de Baja California	3.78	169	1,300
2- Noroeste	2.62	445	3,426
3- Pacífico Norte	3.96	747	3,267
4- Balsas	10.62	963	4,623
5-Pacífico Sur	4.13	1,187	2,024
6- Río Bravo	10.98	438	5,306
7- Cuencas Centrales del Norte	4.19	430	2,392
8-Lerma-Santiago-Pacífico	20.97	816	8,102
9- Golfo Norte	4.97	914	1,338
10- Golfo Centro	9.65	1,558	4,260
11- Frontera Sur	6.62	1,846	18,015
12-Península de Yucatán	4.06	1,218	25,316
13 - Aguas del Valle de México	21.42	606	2,339

¹⁰ Referencia: Hidropluviales e INEGI

Lo crítico de esta situación es que según datos de la CONAGUA, de los 653 acuíferos registrados, 101 son sobreexplotados y de estos se extrae el 58% del agua subterránea para todos los usos. Los casos graves se presentan en estados del centro y norte de la República Mexicana, en particular en el Valle de México, la cuenca del río Lerma (Guanajuato y Querétaro); en la región de La Laguna (Coahuila-Durango); en la península de Baja California; en Aguascalientes, Chihuahua y Sonora¹¹.

II.2 Clasificación de caja de infiltración de diferentes materiales

- de Mampostería en sitio
- de Concreto vaciado en sitio
- de Prefabricados de concreto

II.2.1 Caja de infiltración de Mampostería en sitio

La caja de infiltración prefabricada de mampostería es un elemento de fabricado de materiales tradicionales como: tabique rojo recocido para los muros, cemento gris para trabes, castillos y losa tapa y repello (no lleva losa fondo) arena, grava para la mezcla, varilla, alambón, para los estribos, alambre recocido para amarrar los estribos a las varillas, impermeabilizante para evitar fugas de agua.

II.2.2 Caja de infiltración de concreto vaciado en sitio.

La caja de infiltración de concreto vaciada en sitio es un elemento estructural de concreto en el que se habilita el acero, se coloca, se cimbra, se vacía y se decimbra en sitio.



Figura 5, cimbra para vaciar en sitio de Caja de infiltración, Fuente: propia

II.2.3 Caja de infiltración fabricado de Prefabricados de concreto

La caja de infiltración prefabricada es un elemento de concreto que es fabricado en planta y llevado a la obra para ser colocado en el sitio, acoplándose con un machimbre a la estructura del mismo. Tiene como objetivo prioritario optimizar la productividad, reducir el tiempo de ejecución y elevar la calidad de los procesos constructivos.

¹¹ Referencia Hidropluviales



Figura 6, Armado Pieza3 losa tapa de caja de infiltración prefabricada Fuente: propia Referencia: plano E-1

Estos prefabricados son de acuerdo a las especificaciones del proyecto, más sin embargo el proceso se inicia con las ingenierías con el desarrollo del molde o modular el molde y la cimbra de tal manera que ésta cumpla con las necesidades solicitadas y así también mayor precisión en la geometría para sus juntas.

Ventajas de la prefabricación:

- Economía en obra de mano: El empleo de sistemas de producción en serie y la mecanización tanto de la fabricación de elementos prefabricados como de su montaje, implica economías importantes en la obra de mano.
- Economía de materiales: La fabricación en serie de elementos, permiten aplicar sistemas de control que hacen posible un manejo más eficiente de los materiales.



Figura 7, prefabricado Pieza3 losa tapa de caja de infiltración prefabricada Fuente: propia Referencia: plano 2-B

- Menor tiempo: La posibilidad de traslapar las distintas etapas de la construcción reduce los tiempos de ejecución. La disminución de los tiempos de ejecución supone una disminución no solo de los gastos de administración y supervisión, sino también de los intereses sobre capital. Además la limpieza, que caracteriza a la prefabricación, permite un mejor control del resto de las operaciones de la obra



Figura 8, prefabricado Pieza2 anillo de caja de infiltración prefabricada, traspaleo para zona de embarque Fuente: propia, Referencia: plano 2-A

- La necesidad de materiales a emplear en el proyecto se reduce, ya que desaparece la mayor parte de los colados y andamios, lográndose mayor limpieza.
- Se logra una mayor calidad gracias a la producción en fábrica o taller, bajo constante control y con el auxilio de maquinaria adecuada y mejores condiciones en que se desarrolla el trabajo. Así pueden realizarse secciones muy ventajosas y de poco peso, con lo cual disminuye la cantidad de acero y concreto, y se reduce el peso total del elemento de la obra.
- Recuperabilidad: En algunos casos el tipo de juntas que se utilizan en los elementos prefabricados, permite el desmantelamiento de las obras de tal forma que puedan trasladarse a otro lado y recuperarse¹².

¹² Referencia: Alejandro Cervantes Abarca/Administración y tecnologías para el diseño



Figura 9, Elemento de Caja de infiltración, prefabricado Pieza1 zapata de caja de infiltración prefabricada
Fuente: propia Referencia: plano 2-A

Desventajas de la prefabricación:

- Necesidad de invertir en equipo especial: Cualquier sistema de prefabricación requiere inversiones en equipo que no son necesarios en las obras convencionales.
- Juntas: El diseño de enlaces, juntas y conexiones es probablemente uno de los aspectos técnicos que más problemas presenta la prefabricación.
- Supervisión: La fabricación, el transporte y el montaje de elementos prefabricados, requieren una supervisión muy cuidadosa, sobre todo en lo que se refiere a las dimensiones, acabados y juntas de los elementos prefabricados.
- Programación: La prefabricación como parte de un proceso industrial requiere una programación mucho más cuidadosa en todos los aspectos¹³.

II.3 Estudios

Para determinar las zonas para la construcción de las cajas de infiltración se realizarán estudios geotécnicos, exploración, muestreo, pruebas de laboratorio y permeabilidad.

Para el muestreo del agua nativa se utilizará la Norma ISO/CD 5667-11-2006 Calidad del Agua.

El estudio para el suelo deberá conforme a lo dispuesto por la Norma ISO 15175:2004, en relación a la protección del agua subterránea

¹³ Referencia: Alejandro Cervantes Abarca/Administración y tecnologías para el diseño

De acuerdo a la **Norma Oficial Mexicana NOM-015-CONAGUA-2007**

Artículo 5.2.3 Las obras de disposición de aguas al subsuelo mediante pozos de infiltración, deben contar con un sistema de tratamiento que garantice que el agua en el punto de infiltración tendrá los límites establecidos en la tabla 3.

TABLA 3

Contaminante	Unidad de medida	Límite	Método de prueba	Método de muestreo
Grasas y Aceites	Mg/L	15	NMX-AA-005-CFI-2000	NMX-AA-003-1980
Materia Flotante	Unidad	0	NMX-AA-006-SCFI-2000	
Sólidos Sedimentables	Mg/L	2	NMX-AA-004-SCFI-2000	
Sólidos Suspendidos Totales	Mg/L	150	NMX-AA-034-SCFI-2001	
Nitrógeno Total	Mg/L	40	NMX-AA-026-SCFI-2001	
Fósforo Total	Mg/L	20	NMX-AA-029-SCFI-2001	
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	No detectable	NMX-AA-042-1987	

Referencia: Norma Oficial Mexicana NOM-015-CONAGUA-2007

Artículo 5.2.4 Las pruebas a que se refiere la tabla anterior se deberán aplicar al sistema de tratamiento antes de su operación.

Artículo 5.2.4.1 Un laboratorio acreditado y aprobado deberá emitir los informes correspondientes.

Artículo 5.2.5 La distancia mínima entre el fondo del pozo y la superficie freática será de cinco metros.

II.4 Análisis y resultados

La infiltración es el proceso por el cual el agua en la superficie de la tierra entra en el suelo, en el cual ahora se realizará de manera artificial, a 4.50 m de profundidad de la superficie (nivel de carpeta de vialidad) y se tomará el mismo método de medición.

La tasa de infiltración, en la ciencia del suelo, es una medida de la tasa a la cual el suelo es capaz de absorber la precipitación o la irrigación. Se mide en pulgadas por hora o milímetros por hora. Las disminuciones de tasa hacen que el suelo se sature. Si la tasa de precipitación excede la tasa de infiltración, se producirá **esconrrentía** a menos que haya alguna barrera física. Está relacionada con la conductividad hidráulica saturada del suelo cercano a la superficie. La tasa de infiltración puede medirse usando un infiltrómetro.

Nota: La **esconrrentía superficial** describe el flujo del agua, lluvia, nieve, u otras fuentes, sobre la tierra, y es un componente principal del ciclo del agua. A la esconrrentía que ocurre en la superficie, antes de alcanzar un canal, se le llama fuente no puntual. Si una fuente no puntual contiene contaminantes artificiales, se le llama polución de fuente

no puntual. Al área de tierra que produce el drenaje de la escorrentía a un punto común se la conoce como línea divisoria de aguas. Cuando la escorrentía fluye a lo largo de la tierra, puede recoger contaminantes del suelo, como petróleo, pesticidas (en especial herbicidas e insecticidas), o fertilizantes.

La infiltración está gobernada por dos fuerzas: la gravedad y la acción capilar. Los poros muy pequeños empujan el agua por la acción capilar además de ir contra la fuerza de la gravedad. La tasa de infiltración se ve afectada por características del suelo como la facilidad de entrada, la capacidad de almacenaje y la tasa de transmisión por el suelo. En el control de la tasa y capacidad de infiltración, desempeñan un papel importante, la textura y estructura del suelo, los tipos de vegetación, el contenido de agua del suelo, la temperatura del suelo y la intensidad de precipitación. Por ejemplo, los suelos arenosos de grano grueso tienen espacios grandes entre cada grano y permiten que el agua se infiltre rápidamente. La vegetación crea más suelos porosos, protegiendo el suelo del estancamiento de la precipitación, que puede cerrar los huecos naturales entre las partículas del suelo, y soltando el suelo a través de la acción de las raíces. A esto se debe que las áreas arboladas tengan las tasas de infiltración más altas de todos los tipos de vegetación¹⁴.

II.5 Normas

Siguiendo un tratamiento primario de los escurrimientos pluviales que retire los sedimentos, aceites y basura. En México para la infiltración artificial de escurrimientos pluviales existe la Norma Oficial Mexicana NOM-015-2007 CONAGUA .

Norma Oficial Mexicana Nom-015-Conagua-2007, Infiltración Artificial de Agua a los Acuíferos.- Características y Especificaciones de las Obras y del Agua.

Objetivos

- Proteger la calidad del agua de los acuíferos.
- Aprovechar el agua pluvial y de escurrimientos superficiales para aumentar la disponibilidad de agua subterránea a través de la infiltración artificial.

Esta norma se aplica en todo México para las personas que ejecuten obras o actividades para la infiltración mediante disposición de aguas pluviales y escurrimientos superficiales al suelo y subsuelo en obras o conjunto de obras que tengan una capacidad mayor a 60 litros por segundo (lps).

Especificaciones

En el caso de la disposición de aguas pluviales o de escurrimiento superficial a la zona no saturada, adicionalmente a las anteriores, se aplicarán las siguientes:

Se deberán observar las especificaciones establecidas en el numeral 6.2 de la Norma Oficial Mexicana NOM-003-CONAGUA-1996, Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.

¹⁴ Referencia: *Ciclo Hidrológico.com*

La infiltración no deberá afectar la calidad del agua nativa. Para el muestreo del agua nativa se utilizará la Norma ISO/CD 5667-11-2006 Calidad del Agua.- Muestreo.- Guía para el muestreo de aguas subterráneas, la que la sustituya o la Norma Mexicana correspondiente.

Las obras de disposición de aguas al subsuelo mediante pozos de infiltración, deben contar con un sistema de tratamiento que garantice que el agua en el punto de infiltración tendrá los límites establecidos, como se puede ver en la siguiente¹⁵ Tabla 4.

Tabla 4

Contaminante	Unidad de medida	Limite	Método de prueba	Método de muestreo
Grasas y aceites	Mg/ L	15	NMX-AA-005-SCFI-2000	NMX-AA-003-1980
Materia flotante	Unidad	0	NMX-AA-006-SCFI-2000	
Sólidos sedimentables	Mg/ L	2	NMX-AA-004-SCFI-2000	
Sólidos suspendidos totales	Mg/ L	150	NMX-AA-034-SCFI-2001	
Nitrógeno total	Mg/ L	40	NMX-AA-026-SCFI-2001	
Fósforo total	Mg/ L	20	NMX-AA-029-SCFI-2001	
Coliformes fecales	NMP/ 100 ml	No detectable	NMX-AA-042-1987	

Referencia: Norma Oficial Mexicana NOM-015-CONAGUA-2007

Operación del Sistema de Disposición

- Los pozos de infiltración deben contar con un dispositivo de cierre manual o automático en la entrada de los mismos.
- Se debe mantener libre de residuos sólidos o líquidos el área de captación de agua pluvial y las zonas por donde transite el escurrimiento superficial. Esta condición también aplica en el caso de zonas de captación en azotea, tejados o techumbres.

¹⁵ Referencia: Norma Oficial Mexicana NOM-015-CONAGUA-2007, Hidropluviales

NOM-014-CONAGUA-2003

Requisitos para recarga artificial de acuíferos con agua residual tratada.

Objetivo

La presente Norma Oficial Mexicana, establece los requisitos que deben cumplir: la calidad del agua, la operación y el monitoreo utilizados en los sistemas de recarga artificial de acuíferos con agua residual tratada.

Campo de aplicación

La presente Norma Oficial Mexicana, es aplicable a obras planeadas de recarga artificial tanto nuevas como existentes, que descarguen aguas residuales tratadas para este propósito y cuya función sea almacenar e incrementar el volumen de agua en los acuíferos, para su posterior recuperación y reúso. Corresponde a los permisionarios del proyecto su cabal cumplimiento¹⁶. Tabla 5.

Calidad del Agua de Recarga

Tabla 5

TIPO DE CONTAMINANTE	SISTEMAS DE RECARGA	
	Superficial/subsuperficial	directo
Microorganismos Patógenos	Remoción o inactivación de microorganismos entero patógenos	Remoción o inactivación total de microorganismos entero patógenos
Contaminantes Regulados por Norma	Límites permisibles NOM-127-SSA1-1994	Límites permisibles NOM-127-SSA1-1994
Contaminantes no Regulados por Norma	DBO5 ≤ 30 mg/l, COT = 16 mg/l	COT . 1 mg/l

Referencia: NOM-014-CONAGUA-2003

¹⁶ Referencia: Referencia: NOM-014-CONAGUA-2003, Hidropluviales

NOM-003-SEMARNAT-1997

Límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.

Objetivo

Proteger el medio ambiente y la salud de la población. Es de observancia obligatoria para las entidades públicas responsables de su tratamiento y reúso.

Algunos conceptos básicos:

Aguas residuales: aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

Reúso en servicios al público con contacto directo: es el que se destina a actividades donde el público usuario esté expuesto directamente o en contacto físico. Se consideran en esta norma los siguientes reúsos: llenado de lagos y canales artificiales recreativos, fuentes de ornato, lavado de vehículos, riego de parques y jardines.

Reúso en servicios al público con contacto indirecto u ocasional: se destina a actividades donde el público en general esté expuesto indirectamente o en contacto físico incidental. En esta norma se consideran los siguientes reúsos: riego de jardines o camellones en autopistas, camellones en avenidas, fuentes de ornato, campos de golf, abastecimientos de hidrantes de sistemas contra incendio, lagos artificiales no recreativos, barreras hidráulicas de seguridad y panteones¹⁷.

Especificaciones:

- Límites máximos de contaminantes en el agua. Tabla 6

Tabla 6

TIPO DE REÚSO	PROMEDIO MENSUAL				
	Coliformes Fecales NMP/100ml	Huevos de Helminto (h/l)	Grasas y aceites mg/l	DBO mg/l	SST mg/l
SERVICIOS AL PÚBLICO CON CONTACTO DIRECTO	240	≤ 1	15	20	20
SERVICIOS AL PÚBLICO CON CONTACTO INDIRECTO U OCASIONAL	1000	≤ 5	15	30	30

Referencia: NOM-003-SEMARNAT-1997

¹⁷ Referencia: NOM-003-SEMARNAT-1997, Hidropluviales

- La material flotante debe estar ausente de acuerdo al método de prueba establecido en la Norma Mexicana NMX-AAA-006.
- El agua reusada no deberá contener concentraciones de metales pesados y cianuros mayores a los límites máximos permisibles. NOM-001-ECOL-1996

NOM – 127 – SSA1- 1994

Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.



Figura 10, Agua potable Fuente: Hidropluvial

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano, que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que la distribuya, en todo el territorio nacional.

Límites permisibles de calidad del agua

Límites permisibles de características bacteriológicas. Tabla 7

Tabla 7

CARACTERÍSTICAS	LÍMITE PERMISIBLE
Organismos coliformes totales	2 NMP/100 ml 2 UFC/100 ml
Organismos coliformes fecales	No detectable NMP/100 ml Cero UFC/100 ml

Referencia: NOM – 127 – SSA1- 1994

Límites permisibles de características físicas y organolépticas. Tabla 8

Tabla 8

CARACTERÍSTICAS	LÍMITE PERMISIBLE
Color	20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto.
Olor y sabor	Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultados de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico).
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método.

Referencia: NOM – 127 – SSA1- 1994

Límites permisibles de características químicas. Tabla 9

Tabla 9

CARACTERÍSTICAS	LÍMITE PERMISIBLE
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH	6.5-8.5
Plaguicidas en microgramos/l: Aldrín y dieldrín (separados o combinados)	0.03
Clordano (total de isómeros)	0.03
DDT (total de isómeros)	1.00
Gamma-HCH (lindano)	2.00
Hexaclorobenceno	0.01
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0.03
Metoxicloro	20.00
2,4 - D	50.00
Plomo	0.025
Sodio	200.00
Sólidos disueltos totales	1000.00
Sulfatos (como SO ₄ =)	400.00
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0.50
Trihalometanos totales	0.20
Zinc	5.00

Referencia: NOM – 127 – SSA1- 1994

Límites permisibles de características radiactivas. Tabla 10

Tabla 10

CARACTERÍSTICAS	LÍMITE PERMISIBLE
Radiactividad alfa global	0.1
Radiactividad beta global	1.0

Referencia: NOM – 127 – SSA1- 1994

También existen otras normas relacionadas como las siguientes:

NOM-003-CONAGUA-1996 Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de febrero de 1997.

NOM-004-CONAGUA-1996 Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en Martes 18 de agosto de 2009 DIARIO OFICIAL (Primera Sección) 8 general. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de agosto de 1997.

NOM-008-SCFI-2002 Sistema General de Unidades de Medida. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de noviembre de 2002.

NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de junio de 2006.

NMX-AA-003-1980 Aguas residuales.- Muestreo. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de marzo de 1980.

NMX-AA-004-SCFI-2000 Análisis de agua-Determinación de sólidos sedimentables en aguas naturales, residuales y residuales tratadas-Método de prueba. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de diciembre de 2000.

NMX-AA-005-SCFI-2000 Análisis de agua-Determinación de grasas y aceites recuperables en aguas naturales, residuales y residuales tratadas-Método de prueba. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de diciembre de 2000.

NMX-AA-006-SCFI-2000 Análisis de agua-Determinación de materia flotante en aguas residuales y residuales tratadas-Método de prueba. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de diciembre de 2000.

NMX-AA-026-SCFI-2001 Análisis de agua-Determinación de nitrógeno total Kjeldahl en aguas naturales, residuales y residuales tratadas-Método de prueba. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2001.

NMX-AA-029-SCFI-2001 Análisis de aguas-Determinación de fósforo total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas-Método de prueba. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2001.

NMX-AA-034-SCFI-2001 Análisis de agua-Determinación de sólidos y sales disueltas en aguas naturales, residuales y residuales tratadas-Método de prueba. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de agosto de 2001.

NMX-AA-42-1987 Calidad del agua determinación del número más probable (NMP) de coliformes totales, coliformes fecales (termotolerantes) y escherichia colipresuntiva. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de junio de 1987.

Norma ISO 15839:2003 Water quality-On-line sensors/analysing equipment for water-Specifications and performance tests.

Conclusión capitular: Esta información va en cierta dirección, la cual se decidió por optar por proyectos de prefabricados, quienes nos ofrecen, como constructor, mayores ventajas que desventajas, Así tomada esta decisión, se enfocará a que se cumpla con la normatividad que se dicta, así como los resultados requeridos.

CAPITULO III

ASPECTOS DE DISEÑO PARA LA CAJA PREFABRICADA.

En este capítulo comentaremos aspectos que ayudarán al procedimiento de diseño. Este mismo diseño de estructuras prefabricadas de concreto se tratará de manera conceptual, dando algunos detalles y datos que se nos proporcionaron para que así pudiéramos trabajar en una fabricación.

Este análisis de diseño y memoria de cálculo en particular fue elaborado por una empresa externa.

III.1 CARGAS Y PRESIONES

La cimbra, y obra falsa, que se usará es de aluminio para los anillos de concreto y de madera, tanto para la base como en las fronteras de las losa tapa y losa tipo dovela. Esta última será capaz de soportar todas las cargas verticales y laterales superimpuestas, hasta que la estructura de concreto pueda tomarlas por sí misma. Estas cargas incluyen el peso de:

- El concreto.
- El acero de refuerzo.
- El peso propio.
- Las cargas vivas.

Las descargas del concreto y el movimiento de equipo con vibrador producen fuerzas laterales que debe resistir la obra falsa.

Peso propio.- La cimbra de madera generalmente pesa de 35 a 50 Kg/m², la de aluminio aproximadamente pesa de 25 a 35 Kg/m². Como este peso es pequeño en comparación con el peso del concreto más la carga viva, puede despreciarse.



Figura 11, panel de aluminio Fuente. Wallties Forms



Figura 12, cimbra para pieza 2, anillo de caja de infiltración prefabricada
Fuente: propia Referencia: plano 2-A

Aquí se muestra en la figura 12 y en la figura 13 el anillo con su respectiva modulación de cimbra a base de paneles de aluminio, que permitirá garantizar la geometría del elemento prefabricado.



Figura 13, cimbra para pieza 2, anillo de caja de infiltración prefabricada
Fuente: propia Referencia: plano 2-A

Cargas vivas.- El comité 347 del A.C.I., en su reporte ACI-347-01, del 2001, recomienda una carga viva de construcción de 244.22 Kg/m², que incluye el peso de los

trabajadores, equipo, andadores e impacto. Si usan volquetes motorizados sobre la cimbra, esta carga debe incrementarse hasta 366 Kg/m².

La cimbra debe diseñarse para soportar este efecto; de no ser así, deben construirse como simplemente apoyadas.

Cargas laterales.- Las cimbras y obras falsas deben soportar todas las cargas laterales debidas a viento, cables de tensión, soportes inclinados, vaciado del concreto y movimientos horizontales del equipo. Normalmente es difícil tener información suficiente para calcular estas cargas con exactitud.

El mismo comité 347 del A.C.I., recomienda las siguientes cargas mínimas laterales:

a) En losas.- 150 Kg/m, de borde de losa, ó 2 por ciento de la carga muerta sobre la cimbra.(distribuido como una carga por metro de losa), el que sea mayor.

(Considérese solamente el peso muerto de losa cubierta en cada colado).

b) En muros.- Carga de viento de 50 Kg/m², o mayor si así lo exigen los códigos locales; en ningún caso menor de 150 Kg/m, de borde de muro, aplicada en la parte alta de la cimbra¹⁸.



Figura #14, cimbra para pieza #2 anillo de caja de infiltración prefabricada
Fuente: propia Referencia: plano 2-A

III.2 PRESION LATERAL DEL CONCRETO

Cuando el concreto se vacía en la cimbra, produce una presión perpendicular a ésta que es proporcional a la densidad y a la profundidad del concreto en estado

¹⁸ Referencia: diseño de cimbras de madera/Ing. Federico Alcaraz Lozano

semifluido. A medida que fragua el concreto, cambia de fluido a sólido, con una reducción en la presión ejercida sobre la cimbra. El tiempo requerido para el fraguado inicial es mayor para una baja que para una alta temperatura. La profundidad del concreto en estado fluido varía con la temperatura y con la velocidad de llenado. Si las formas se llenan a una velocidad vertical de 2 m por hora, la presión máxima será mayor que si se llenara a una velocidad vertical de 0.5 m por hora.

Si las formas de la estructura de un muro se llenan a través de un período de varias horas, a velocidad y temperatura uniforme, la profundidad de la presión máxima, medida bajo la superficie del concreto, permanecerá constante. Así pues, el punto de presión máxima se irá elevando a la misma velocidad con que se llenan las formas.

Como el concreto fresco no es un fluido perfecto, es imposible determinar la presión exacta que se ejercerá sobre la cimbra. Las pruebas indican que la presión está influenciada por los siguientes factores:

- Velocidad de llenado de la forma geométrica.
- Temperatura del concreto.
- Método de colado del concreto, a mano o con vibrador.

La vibración interna del concreto lo consolida y produce presiones laterales locales durante el vibrado. Estas presiones son de 10 a 20 por ciento mayores que las que resultan cuando el concreto es varillado, porque entonces el concreto tiende a portarse como un fluido en toda la profundidad de vibración; el revibrado y la vibración externa producen cargas aún mayores. Durante el revibrado se han observado presiones de hasta 4800 Kg/m² por metro de profundidad del concreto (el doble de la presión hidrostática del concreto).

La vibración externa hace que la forma golpee contra el concreto causando gran variación en la presión lateral. Las tablas que se incluyen en las ayudas de diseño, están calculadas únicamente para vibración interna.

Hay otras variables que influyen en la presión lateral, como son: el revenimiento, cantidad y localización del acero de refuerzo, temperatura ambiente, tamaño máximo del agregado, procedimiento de colado, rugosidad y permeabilidad de la cimbra, etc. Sin embargo, con las prácticas usuales de colado estas variables son poco significativas y su efecto es generalmente despreciado.

Como ya dijimos, la presión está en función directa de la velocidad de colado y en función inversa de la temperatura del concreto. Se han propuesto muchas fórmulas para la presión lateral del concreto y probablemente las más seguras y conocidas son las del American Concrete Institute, publicadas por el comité 347 del A.C.I.¹⁹

Estas fórmulas son:

- A) Para muros con una velocidad vertical de colado de 2 a 3 metros/h:

¹⁹ Referencia: diseño de cimbras de madera/Ing. Federico Alcaraz Lozano

$$P = 730 + \frac{118,000}{17.8+T} + \frac{24,900R}{17.8+T} \dots\dots\dots (III-2A)$$

Con un máximo de 10,000 Kg/m², y un mínimo de 3,000 Kg/m², pero en ningún caso mayor de h.

En V-17 se encuentra graficada esta última fórmula (III-2A). Esta fórmula da valores muy altos, por lo que hemos elaborado la tabla 11, con valores menores y confiables. Sabiendo que hay una gran variedad de teorías para el cálculo de la presión lateral del concreto también se presenta la gráfica V-16 con valores diferentes pero del mismo orden²⁰.

En la fórmula anterior:

P= Presión lateral del concreto (Kg/m²).

R= Velocidad vertical de colado (m/h).

T= Temperatura del colado (°C).

γ Peso volumétrico del concreto (Kg/ m³).

h= Altura del concreto fresco (m).

Estas fórmulas se representan numéricamente en la tabla11

Tabla 11 Presiones horizontales para diseño de Muros

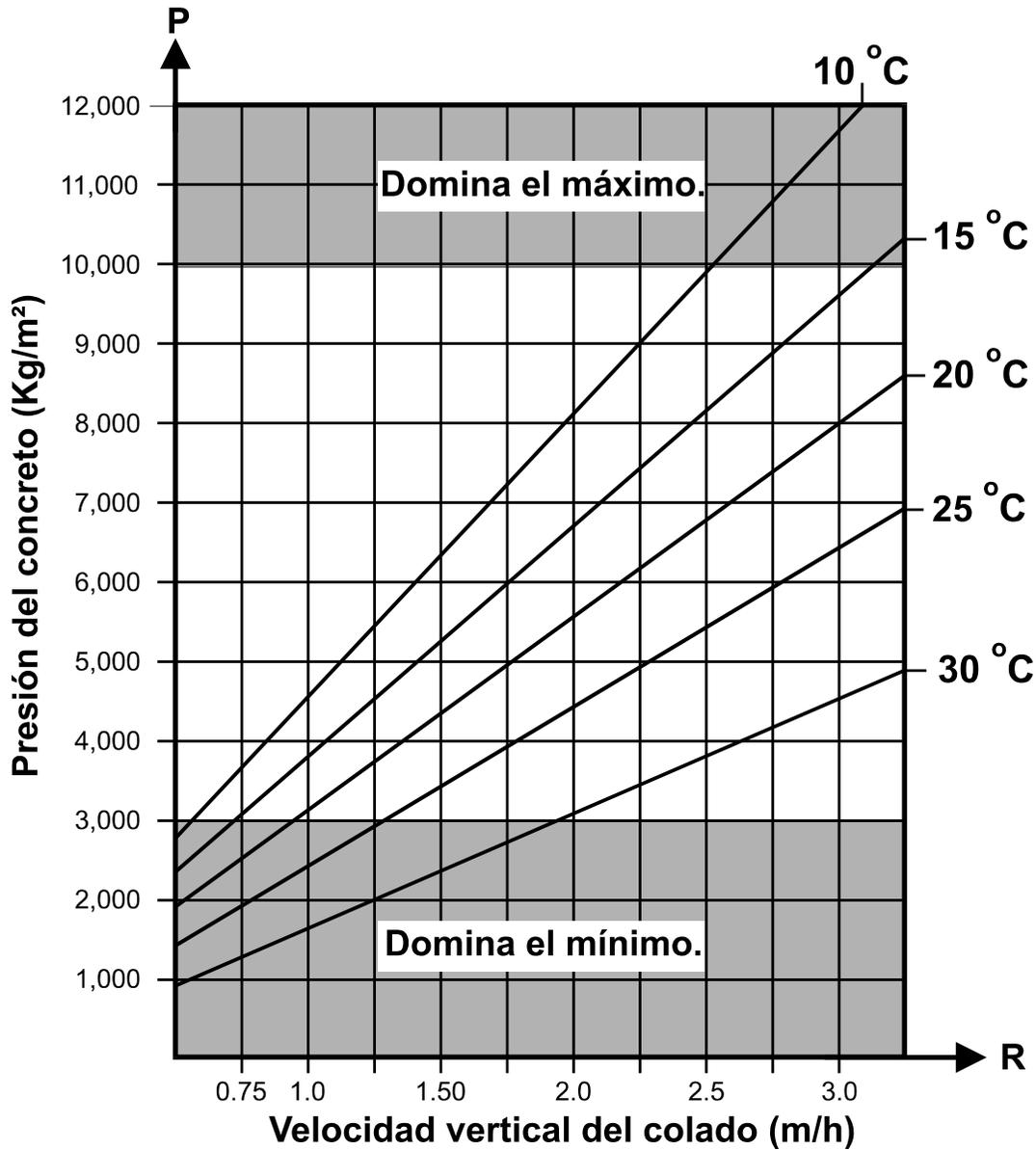
Velocidad vertical de colado (m/h)	Presión lateral (Kg/m ²) para la temperatura indicada					
	30° C	25° C	20° C	15° C	10° C	5° C
0.50	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
0.75	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,360
1.00	3,000	3,000	3,170	3,170	3,610	4,240
1.25	3,000	3,065	3,375	3,780	4,325	5,115
1.50	3,240	3,535	3,905	4,390	5,050	5,990
1.75	3,660	4,000	4,435	5,000	5,765	6,870
2.00	4,080	4,470	4,965	5,610	6,485	7,750
2.50	4,500	4,940	5,500	6,225	7,215	8,635
2.75	4,631	5,085	5,665	6,415	7,440	8,910
3.00	4,760	5,230	5,630	6,600	7,660	9,180

Referencia: diseño de cimbras de madera/Ing. Federico Alcaraz Lozano. NOTA: No utilizar presiones de diseño mayores de 10,000 Kg/m², ni menores de 3,000 Kg/m² y en ningún caso mayores que el peso volumétrico por la altura del concreto fresco.

²⁰ Referencia: diseño de cimbras de madera/Ing. Federico Alcaraz Lozano

GRÁFICA V-16

PRESION LATERAL DEL CONCRETO EN MUROS



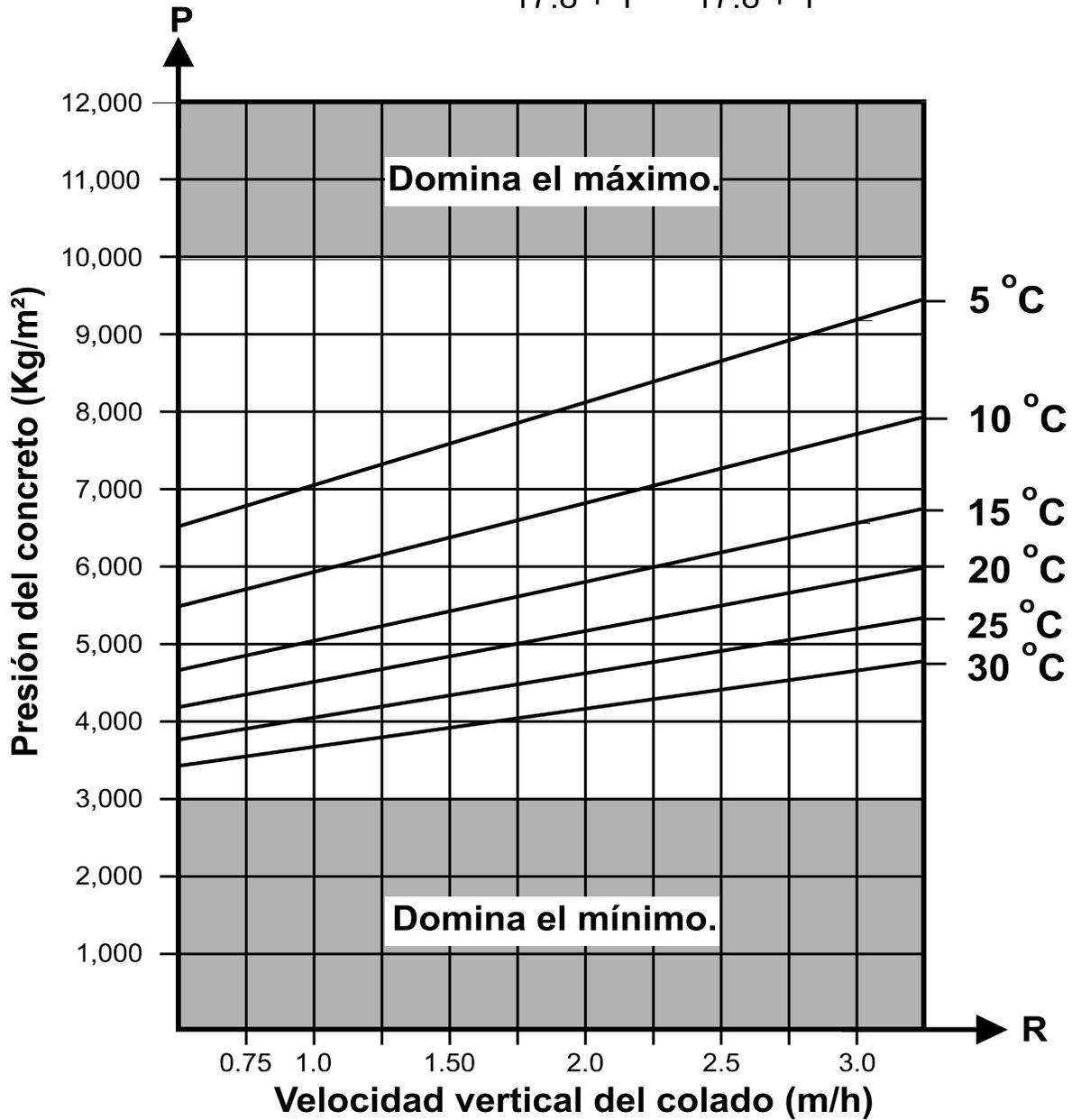
Entrar a esta gráfica con la velocidad vertical de colado (R) en metros por hora y con la temperatura (T) en grados centígrados, y leer la presión del concreto del lado izquierdo.

GRÁFICA V-17

PRESION LATERAL DEL CONCRETO EN MUROS

Fórmula (III-2A) :

$$P = 730 + \frac{118,000}{17.8 + T} + \frac{24,900R}{17.8 + T}$$



Entrar a esta gráfica con la velocidad vertical de colado (R) en metros por hora y con la temperatura (T) en grados centígrados, y leer la presión del concreto del lado izquierdo.

III.3 DISEÑO DE MUROS

El procedimiento para el diseño de estructuras de concreto de muros se tratará con cierto detalle y de manera conceptual las acciones, sus valores de diseño y sus combinaciones.

Los valores y procedimientos específicos de cálculo se referirán principalmente a lo estipulado por el reglamento RCDF (referencia 3.4. Empujes de líquidos, tierra y materiales a granel). Sin embargo, con frecuencia se mencionarán las recomendaciones de referencia 3.4.4. del RCDF. Empuje de tierras

El empuje de tierras sobre las paredes de las estructuras que las contienen es más complejo que el de los materiales a granel, por influencia de la cohesión que tienen la mayoría de los suelos y por la variabilidad de las propiedades de estos según el contenido de humedad y de grado de compactación. También influye la interacción entre el suelo y la estructura que depende de la rigidez relativas de ambos.

La determinación de estos empujes y la revisión de la estabilidad en estructuras importantes en que este fenómeno no sea crítico, son un tema de un estudio por un especialista en mecánica de suelos. Por ejemplo, en el texto de mecánica de suelos de Juárez Badillo y Rico.

El empuje de tierras puede determinarse con aceptable precisión cuando se trata de materiales sin cohesión, en los que la presión que ejercen contra la pared que los contiene depende esencialmente de su ángulo de reposo, o sea de la pendiente que el material adopta cuando se vacía en un montón suelto. Los suelos arcillosos tienen, por otro lado, apreciable cohesión y son capaces de mantener, cuando se encuentran en estado seco, taludes casi verticales y por tanto no ejercen presión sobre las paredes que los contienen. Sin embargo, cuando los suelos se encuentran saturados pierden casi totalmente su cohesión convirtiéndose prácticamente en líquidos, por lo que el empuje que ejercen es equivalente al hidrostático.

Las presiones que el suelo ejerce sobre la pared aumentan como las hidrostáticas en forma lineal con la profundidad y pueden expresarse, por tanto, en la forma

$$P_h = k * \gamma * h \dots\dots\dots (III-3A)$$

En que γ es el peso volumétrico del suelo, h la profundidad del punto considerado y k es una constante que depende de las características del suelo.

La presión del suelo sobre una pared rígida que no sufre desplazamientos se conoce como presión en reposo y ha sido poco estudiada. El coeficiente k varía en este caso de 0.4 para suelos no cohesivos hasta 0.8 cuando estos mismos suelos están solamente compactados y cerca de 1.0 para suelos arcillosos.

En general las paredes de contención se deforman ligeramente bajo la acción de la presión de la tierra, basta una pequeña deflexión de la pared para provocar una marcada reducción en el empuje ejercido por el suelo que pasa de un estado de presión en reposo a un empuje activo.

Cuando parte de la estructura, y/o mayor parte de ésta, se encuentra debajo del nivel freático, sea de manera permanente u ocasional, la presión hidrostática actúa adicionalmente al empuje de tierras. En la zona sumergida, la presión es igual a la suma hidrostática más una presión de suelo calculada con la expresión usual, pero en que la γ se toma como la diferencia entre el peso volumétrico del suelo saturado y el del agua, ya que la flotación reduce en esa forma el peso efectivo del suelo. De esta manera, las presiones que resultan son considerablemente mayores al que de la tierra cuando el nivel freático se encuentra debajo de la estructura²¹.



*Figura 15, acero de refuerzo en pieza2 anillo de caja de infiltración prefabricada
Fuente: propia Referencia: plano E-1*

Análisis de presión lateral

Datos:

- El muro tendrá 4.50 m. de altura.
- El colado se hará a razón de $R = 0.75$ m/h con vibrador.
- El colado se realizó en el Edo. de México, $T = 20^{\circ}\text{C}$ (ver mapa 1 de la tabla 15 pág. 42 de este trabajo)
- La cimbra tendrá varios usos, por lo que los esfuerzos admisibles se podrán incrementar 5%.

²¹ Reglamento De Construcción Del Distrito Federal RCDF

Solución²²:

a) Determinación de la presión lateral máxima.

De la tabla 11 para $R = 0.75 \text{ m/h}$ y $T = 20^\circ\text{C}$ tendremos:

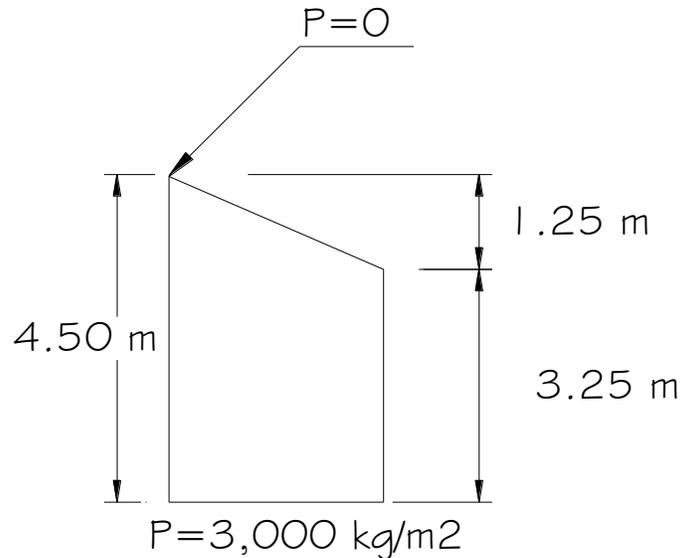


Figura 16, presión cargas

$P \text{ máx} = 3,000 \text{ Kg/m}^2$

Profundidad a la que se alcanza la máxima presión:

$$\frac{3000}{2400} = 1.25\text{m}$$

Resultados de acuerdo a la memoria de cálculo y sus respectivas recomendaciones en el tema estructural.

- Zapata de cimentación en dos secciones unidas para la pieza1 y el muro de desplante será de 15cm de espesor y la base tipo escarpio de 30cm y altura de 39cm, armada de varillas del #3 y estribos del #2 @ 20cm con concreto $f'c = 250\text{kg/cm}^2$
- Muros del prefabricado pieza2 (anillo Prefabricado) será de 15cm de espesor como indica el plano E-1 con armado e varillas del #3 @15cm. Y malla 6-6- 10,10.
- Para losa tapa fija y losa tipo Dovela será de peralte de 10cm y su armado será de varillas#3@25cm de un concreto de $f'c = 200\text{kg/cm}^2$
- Para la unión en el machimbre y/o junta, en teoría es geoméricamente resistente, aunque probablemente se romperá en alguna maniobra de carga. En dado caso se reparará en el momento del montaje.

²² Referencia: diseño de cimbras de madera/Ing. Federico Alcaraz Lozano

III.4 DISEÑO DE PIEZAS EN FLEXIÓN

El procedimiento para el diseño de estructuras de concreto de piezas en flexión se tratará con cierto detalle y de manera conceptual las acciones, sus valores de diseño y sus combinaciones.

Apoyos simples:



$$M_{\max} = \frac{\omega L^2}{8}$$

Apoyos empotrados:



$$M_{\max} = \frac{\omega L^2}{12}$$

Viga continúa:

$$M_{\max} = \frac{\omega L^2}{10}$$

Por facilidad usaremos siempre:

$$M_{\max} = \frac{\omega L^2}{10} \dots\dots\dots (III-4A)$$

Donde:

ω = carga uniformemente distribuida en kg/cm.

l = Claro en cm.

M = Momento flexionante

Por otra parte de la fórmula de la esquadría:

$$\frac{M}{f_m} = \frac{I}{y} = S \dots\dots\dots (III-4B)$$

Donde:

M= momento flexionante en kg-cm

fm= esfuerzo permisible a flexión en kg /cm²

I= momento de inercia en cm⁴

y= distancia del eje neutro a la fibra más alejada en cm.

S= Módulo de sección en cm³

Despejando Mmáx.

$$M_{\text{máx}} = f_m S$$

Igualando momentos:

$$f_m S = \frac{\omega L^2}{10}$$

Despejando L:

$$L = \sqrt{\frac{10 f_m S}{\omega}} = 3.2 \sqrt{\frac{f_m S}{\omega}} \dots\dots\dots (III-4C)$$

- La losa tapa y la losa removible serán de 10 cm de espesor con un concreto de $f'_c=200\text{kg/cm}^2$ por lo que su armado quedará igual al plano E-1.
- La trabe de concreto será monolítica con respecto a la Pieza 3 Losa tapa.



Figura 17, Armado de acero y cimbra para un vaciado monolítico de Pieza3 Losa tapa
Fuente: propia Referencia: plano E-1



Figura 18, armado de acero y cimbra para un vaciado monolítico de Pieza4 losa tipo (dovelas) de caja de infiltración prefabricada Fuente: propia Referencia: plano E-1

III.5 COMBINACION DE FLEXION Y CARGA AXIAL

El procedimiento para el diseño de estructuras de concreto de combinación a flexión y carga axial, se tratará con cierto detalle de manera conceptual, las acciones, sus valores de diseño y sus combinaciones²³.

Los miembros sujetos a flexotensión deberán proporcionarse en tal forma que:

$$\frac{p}{A} + \frac{M}{S} \leq fm \dots\dots\dots (III-5A)$$

Los miembros sujetos a flexocompresión deberán proporcionarse de tal forma que:

$$\frac{p}{A_c} + \frac{M}{fmS(1 - \frac{PL^2}{2EI})} \leq 1 \dots\dots\dots (III-5B)$$

En las fórmulas anteriores.

P = Fuerza axial en kg

A = área de la sección transversal de la pieza (cm²)

E = módulo de elasticidad (Kg/cm²)

fm= esfuerzo permisible a la flexión (Kg/cm²)

I = momento de inercia (cm²)

M = momento flexionante (Kg/cm²)

S = módulo de sección (cm³) y L= longitud del puntal (cm)

²³ Referencia: diseño de cimbras de madera/Ing. Federico Alcaraz Lozano

III.6 ESFUERZO CORTANTE

Para el cálculo del esfuerzo cortante emplearemos también las fórmulas convencionales de la resistencia de materiales. Podemos considerar la tendencia de una viga a fallar entre los apoyos. Esta tendencia de una parte de una viga a moverse verticalmente con respecto a una parte adyacente se llama fuerza cortante vertical, y los esfuerzos dentro del miembro que resisten esta tendencia a fallar son esfuerzos cortantes.

La magnitud de la fuerza cortante en cualquier sección de una viga es la suma algebraica de las fuerzas verticales que haya a la izquierda o a la derecha de la sección. Una forma conveniente de expresar esta proporción es: "la fuerza cortante vertical en cualquier sección de una viga es igual a la reacción menos las cargas". La letra V se usa para representar la fuerza cortante²⁴.

La fórmula para el esfuerzo cortante en una sección rectangular es

$$v = \frac{3V}{2bh} \dots\dots\dots (III-6A)$$

Donde:

h = peralte efectivo de la sección en cm.

b = ancho de la sección en cm.

V = fuerza cortante en kg.

v = esfuerzo cortante en kg/cm²

Ahora bien consideremos que la fuerza cortante para una carga uniformemente repartida es: $V=0.6 \omega L$ (viga continua con tres o más claros)

Si sustituimos este valor de "V" en la ecuación anterior:

$$v = \frac{3(0.6 \omega L)}{2bh}$$

y despejamos "L", obtenemos el claro máximo (L máx) por cortante:

$$L_{\text{máx}} = \frac{1.11bhv}{\omega} \dots\dots\dots (III-6B)$$

²⁴ Referencia: diseño de cimbras de madera/Ing. Federico Alcaraz lozano

AYUDAS DE DISEÑO

Tabla 12. Carga Vertical para Diseño de cimbras de losa

Espesor de losa (cm)	8	10	12	15	18	20	22	25	28	30
Concreto de 1600Kg/m³	370	410	450	490	530	570	610	650	690	738
Concreto de 2000Kg/m³	400	450	500	550	600	650	700	750	800	860
Concreto de 2400Kg/m³	430	490	550	610	670	730	790	850	910	982

Referencia: diseño de cimbras de madera/Ing. Federico Alcaraz Lozano

Carga viva de 250 Kg/m². Esta carga es válida para colados comunes. Si durante el colado se usan carritos motorizados (vogues) para transportar el concreto, la carga viva deberá incrementarse a 400 Kg/m².

Tabla 13. Presiones horizontales para diseño de cimbras de Muros

Velocidad vertical de colado (m/h)	Presión lateral (Kg/m ²) para la temperatura indicada					
	30° C	25° C	20° C	15° C	10° C	5° C
0.50	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
0.75	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,360
1.00	3,000	3,000	3,170	3,170	3,610	4,240
1.25	3,000	3,065	3,375	3,780	4,325	5,115
1.50	3,240	3,535	3,905	4,390	5,050	5,990
1.75	3,660	4,000	4,435	5,000	5,765	6,870
2.00	4,080	4,470	4,965	5,610	6,485	7,750
2.50	4,500	4,940	5,500	6,225	7,215	8,635
2.75	4,631	5,085	5,665	6,415	7,440	8,910
3.00	4,760	5,230	5,630	6,600	7,660	9,180

Referencia: diseño de cimbras de madera/Ing. Federico Alcaraz Lozano

NOTA:

No utilizar presiones de diseño mayores de 10,000 Kg/m², ni menores de 3,000 Kg/m² y en ningún caso mayores que el peso volumétrico por la altura del concreto fresco.

Tabla 14. Presiones horizontales para diseño de cimbras de columnas

Velocidad vertical de colado (m/h)	Presión lateral (Kg/m ²) para la temperatura indicada					
	30° C	25° C	20° C	15° C	10° C	5° C
0.50	RIGE EL MINIMO					3,000
0.75				3,000	3,000	3,360
1.00		3,000	3,000	3,170	3,610	4,240
1.25	3,000	3,065	3,375	3,780	4,325	5,115
1.50	3,240	3,535	3,905	4,390	5,050	5,990
1.75	3,660	4,000	4,435	5,000	5,765	6,870
2.00	4,080	4,470	4,965	5,610	6,485	7,750
2.50	4,915	5,400	6,020	6,830	7,925	9,500
3.00	5,750	6,340	7,080	8,045	9,360	11,260
3.50	6,590	7,270	8,135	9,265	10,800	13,010
4.00	7,425	8,205	9,200	10,485	12,240	14,765
4.50	8,260	9,140	10,255	11,705	13,680	15,000
5.00	9,100	10,075	11,310	12,925	15,000	
6.00	10,770	11,945	13,430	15,000		
7.00	12,445	13,815	15,000			
8.00	14,120	15,000		RIGE EL MAXIMO		
9.00	15,000					

Referencia: diseño de cimbras de madera/Ing. Federico Alcaraz Lozano

NOTA: No utilizar presiones de diseños mayores de 15,000 Kg/m², y en ningún caso mayor que el peso volumétrico por la altura del concreto fresco.

Tabla 15. Temperatura de diseño para el cálculo de la presión lateral en muros y columnas

El tiempo requerido para el fraguado inicial es mayor para una baja, que para una alta temperatura.

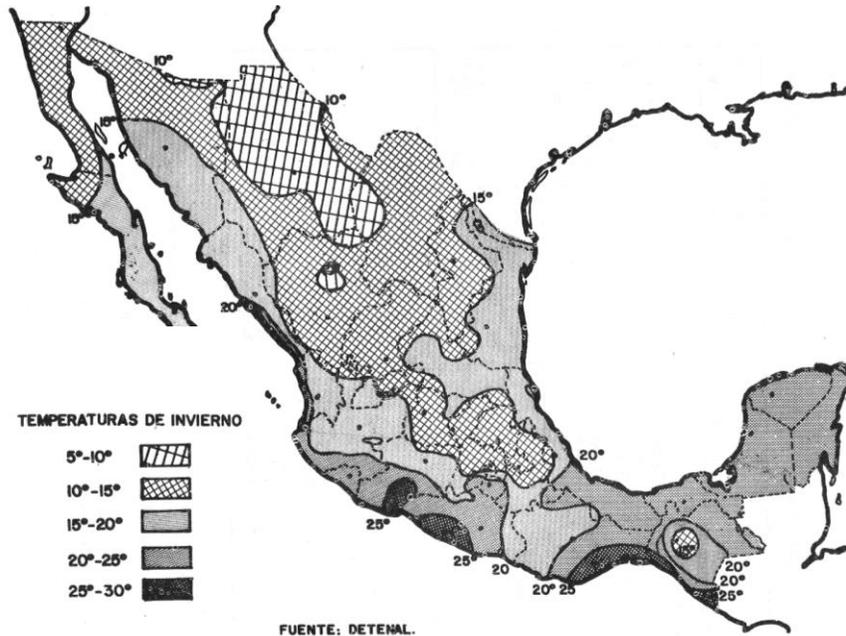
Las temperaturas límite de colado son 5°C y 35°C, por lo que es recomendable diseñar para temperaturas entre 10°C y 30°C como extremos.

Si la temperatura es menor de 5°C o mayor de 30°C, NO SE CUELE.

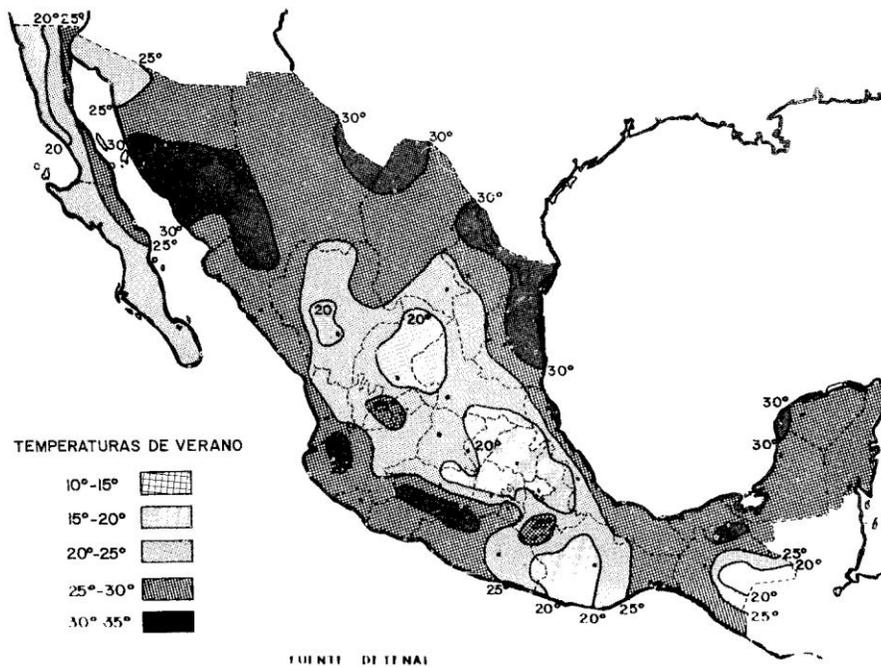
Pueden considerarse las temperaturas indicadas para las regiones de la República Mexicana en los meses de invierno y verano como temperaturas de diseño. (Tener en cuenta que la menor es la crítica, ver mapas²⁵).

²⁵ Referencia: diseño de cimbras de madera/Ing. Federico Alcaraz Lozano

Mapa 1. de la tabla 15 Temperatura de diseño para el cálculo de la presión lateral en muros y columnas



Mapa 2 de la tabla 15 Temperatura de diseño para el cálculo de la presión lateral en muros y columnas



III.7 CONCRETO.

La parte correspondiente al reglamento en este capítulo cubre el diseño y construcción de concreto estructural en edificaciones y donde sea aplicable en otras construcciones²⁶.

Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y comentarios

2.2 — Definiciones:

Concreto (Concrete) — Mezcla de cemento pórtland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos. **Concreto estructural (Structural concrete)** — Todo concreto utilizado con propósitos estructurales incluyendo al concreto simple y al concreto reforzado.

Concreto prefabricado (Precast concrete) — Elemento de concreto estructural construido en un lugar diferente de su ubicación final en la estructura.

21.8 — Muros estructurales especiales contruidos usando concreto prefabricado

21.8.1 — Los muros estructurales especiales contruidos usando concreto prefabricado deben cumplir con todos los requisitos de 21.7 para muros estructurales especiales contruidos en obra, además de 21.13.2 y 21.13.3.

21.13 — Muros estructurales intermedios de concreto prefabricado

21.13.1 — Los requisitos de esta sección se aplican a los muros estructurales intermedios contruidos con concreto prefabricado usados para resistir las fuerzas inducidas por los movimientos sísmicos.

21.13.2 — En las conexiones entre los paneles de muro, o entre los paneles de muro y la cimentación, se debe restringir la fluencia a los elementos de acero o al refuerzo.

21.13.3 — Los elementos de la conexión que no han sido diseñados para fluir deben desarrollar al menos 1.5Sy .

III.8 TIPO DE CIMBRA²⁷

CAPÍTULO 6 — Cimbras, Tuberías Embebidas y Juntas de Construcción Reglamento Comentario

6.1 — Diseño de cimbras

6.1.1 — El objeto de las cimbras y encofrados es obtener una estructura que cumpla con la forma, los niveles y las dimensiones de los elementos según lo indicado en los planos de diseño y en las especificaciones.

6.1.2 — Las cimbras deben ser esencialmente y suficientemente herméticas para impedir la fuga del mortero.

6.1.3 — Las cimbras deben estar adecuadamente arriostradas o amarradas entre sí, de tal manera que conserven su posición y forma.

6.1.4 — Las cimbras y sus apoyos deben diseñarse de tal manera que no dañen la

²⁶ Referencia Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y comentarios capítulo 2.2

²⁷ Referencia Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y comentarios capítulo 6

estructura previamente construida.

6.1.5 — El diseño de las cimbras debe tomar en cuenta los siguientes factores:

- (a) Velocidad y método de colocación del concreto;
- (b) Cargas de construcción, incluyendo cargas verticales, horizontales y de impacto;
- (c) Requisitos especiales de las cimbras para la construcción de cáscaras, losas plegadas, domos, concreto arquitectónico u otros tipos de elementos similares;

6.2 — Descimbrado, puntales y reapuntalamiento

6.2.1 — Descimbrado. Las cimbras y encofrados deben retirarse de tal manera que no se afecte negativamente la seguridad o funcionamiento de la estructura. El concreto expuesto por el descimbrado debe tener suficiente resistencia para no ser dañado por las operaciones de descimbrado.

6.2.2 — Retiro de puntales y reapuntalamiento. Los requisitos de 6.2.2.1 a 6.2.2.3 se deben cumplir en la construcción de vigas y losas excepto cuando se construyan sobre el terreno.

6.2.2.1 — Con anterioridad al inicio de la construcción, el constructor debe definir un procedimiento y una programación para la remoción de los apuntalamientos y para la instalación de los reapuntalamientos, y para calcular las cargas transferidas a la estructura durante el proceso.

(a) El análisis estructural y los datos sobre resistencia del concreto empleados en la planificación e implementación del descimbrado y retiro de apuntalamientos deben ser entregados por el constructor a la autoridad competente cuando ésta lo requiera;

(b) Solamente cuando la estructura, en su estado de avance, en conjunto con las cimbras y apuntalamiento aún existentes tengan suficiente resistencia para soportar de manera segura su propio peso y las cargas colocadas sobre ella, pueden apoyarse cargas de construcción sobre ella o descimbrarse cualquier porción de la estructura.

(c) La demostración de que la resistencia es adecuada, debe basarse en un análisis estructural que tenga en cuenta las cargas propuestas, la resistencia del sistema de encofrado y cimbra, y la resistencia del concreto. La resistencia del concreto debe estar basada en ensayos de probetas curadas en obra o, cuando lo apruebe la autoridad competente, en otros procedimientos para evaluar la resistencia del concreto.

6.2.2.2 — No se pueden soportar, en la estructura sin cimbra, cargas de construcción que excedan la suma de las cargas muertas más vivas utilizadas en el diseño, a menos que por medio de un análisis estructural se demuestre que existe resistencia suficiente para sostener estas cargas adicionales.

6.2.2.3 — Las cimbras para elementos de concreto preesforzado no deben ser removidas hasta que se haya aplicado suficiente preesfuerzo para permitir que el elemento soporte su propio peso y las cargas de construcción previstas²⁸.

²⁸ Referencia Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y comentarios

III.9 CURADO DE PREFABRICADO

Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y comentarios²⁹

5.11 — Curado

5.11.1 — A menos que el curado se realice de acuerdo con 5.11.3, el concreto debe mantenerse a una temperatura por encima de 10° C y en condiciones de humedad por lo menos durante los primeros siete días después de la colocación (excepto para concreto de alta resistencia inicial).

5.11.2 — El concreto de alta resistencia inicial debe mantenerse por encima de 10° C y en condiciones de humedad por lo menos los tres primeros días, excepto cuando se cure de acuerdo con 5.11.3.

5.11.3 — Curado acelerado

5.11.3.1 — El curado con vapor a alta presión, vapor a presión atmosférica, calor y humedad, u otro proceso aceptado, puede emplearse para acelerar el desarrollo de resistencia y reducir el tiempo de curado.

5.11.3.2 — El curado acelerado debe proporcionar una resistencia a la compresión del concreto, en la etapa de carga considerada, por lo menos igual a la resistencia de diseño requerida en dicha etapa de carga.

5.11.3.3 — El procedimiento de curado debe ser tal que produzca un concreto con una durabilidad equivalente al menos a la que se obtienen usando los métodos de curado indicados en 5.11.1 ó 5.11.2.

5.11.4 — Cuando lo requiera el ingeniero o el arquitecto, deben realizarse ensayos complementarios de resistencia, de acuerdo con 5.6.4, para asegurar que el curado sea satisfactorio.

Conclusión capitular: En la búsqueda de novedosas técnicas que abatan el tiempo y costo de una obra, y a la vez que optimicen los recursos del constructor, desde hace tiempo se han implementado en el país diversos sistemas de prefabricación. Sin embargo, estos esfuerzos han sido aislados y no han tenido una difusión y seguimiento apropiados.

Debemos los ingenieros tener conocimiento a fondo de las exigencias actuales, procurando tener en cuenta los problemas de la producción industrial y los inherentes a la construcción con prefabricados, como: montaje, ensambles, transporte, etc., y se tendrá que intervenir, asegurándose que las técnicas sean las adecuadas, y así fomentar a la investigación de las mismas.

²⁹ Referencia Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y comentarios capítulo 5.11

CAPITULO IV

MEMORIA DESCRIPTIVA

Describiremos de una manera simplificada como se fabricarán estos prefabricados y promover una producción industrial en beneficio del subsuelo buscando sustentabilidad

IV. I DATOS GENERALES

Datos básicos

Fraccionamiento: Real Toscana Tecamac, Edo. de México

Sistema de eliminación escurrimiento superficial

Sitio vertido.....	Cajas de infiltración
Sup. de aportación.....	2.087 Ha
Gasto de escurrimiento.....	0.267 m ³ /s
Intensidad promedio.....	76.77 mm/h
Coefficiente de escurrimiento.....	0.60
Periodo de retorno.....	5 años
Tiempo de concentración.....	7.80 minutos
Velocidad mínima.....	5.00 m/s
Velocidad máxima.....	0.60 m/s

IV. 2 OBJETIVOS

La fabricación de este producto de concreto así como de sus piezas, la vamos a realizar de acuerdo al proceso industrial, tomando en cuenta que de esto depende la cantidad de productos que se quieran realizar en un tiempo estimado, ya que para la fabricación de estos elementos prefabricados en gran número, existen ya maquinas, herramientas y equipos, que nos pueden ayudar, siendo muy eficientes y que se encargan de hacer esto más rápido y con buena calidad para que los elementos puedan cumplir los estándares requeridos de fabricación.

- a) Planificar siempre cada paso antes de que el prefabricado reciba el concreto., Esta planeación apropiada, evitará segregación, retrasos, desperdicio y problemas que se desarrollan a partir de estos.
- b) Seguridad. Siempre deben llevar los trabajadores, la ropa protectora, botas resistentes, guantes, cascos, y si se requiere, protección para los ojos, para evitar siempre el contacto directo con el cemento y el concreto; No manipular la mezcla con las manos, asegurándose que toda persona que esté usando equipo pesado, como vibradores, haya sido apropiadamente entrenada.
- c) Medición: considerar el volumen a vaciarse el concreto. Garantizar también con ello la geometría de los elementos.

IV. 3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Caja de infiltración prefabricado, geoméricamente cuadrada de 2.50 m por lado a 4.50 m de altura y 15 cm de espesor en muros, con $f'c=250\text{kg/cm}^2$, y losas de 10cm de peralte con $f'c=200\text{kg/cm}^2$ referencia plano 1-A.

La caja de infiltración consta de dos secciones de pieza 1 (zapata de cimentación) referencia plano 2-A, unidas entre ellas con una placa de acero inoxidable tipo 304 de calibre 5/16" y aplicándole soldadura por la parte exterior E 308L-16 de 1/8", esto con el fin de asegurar que no tenga desplazamientos. Enseguida con machimbre tipo, se colocarán tres secciones de forma geométrica cuadrada tipo anillo, pieza 2 que formará el cuerpo del elemento, referencia plano 2-A, junteado con FESTERGROUT NM 800 y finalizando con dos secciones de losa, una fija monolíticamente con una contra-trabe pieza 3, referencia plano 2-B y cinco piezas más cerrando la otra sección de losa tipo dovelas pieza 4, plano de referencia 2-B. Se pondrá silka fester impermeabilizante interior color negro para que no haya filtraciones de adentro hacia afuera.

De acuerdo a una síntesis, será lo siguiente:

1. Llegar a la obra
2. Limpieza y desenraice
3. Movimiento de tierras (excavación, transporte y colocación)
4. Logística de transporte de las piezas de planta a sitio de obra
5. Colocación y montaje de estructuras prefabricadas en sitio (maniobra de colocación de piezas fabricadas en planta)
6. Construcción final (detalles de jardinería)
7. Señalización, limpieza, entrega de la obra y salida de la misma.

Anexo de planos con No.1-A

El proceso constructivo se tratará con cierto detalle de manera conceptual

1.- *Llegada a la obra*: Esta actividad consistirá en transportar, eregir y montar, en los lugares indicados en los sembrados, estas cajas de infiltración. También se construirá un almacén provisional para materiales, herramienta menor.

Se estima que se requieren dos días. Referente a la organización administrativa del proyecto se atenderá desde la planta donde se fabricarán estos prefabricados.

2.- *Limpieza y desenraice*: Esta etapa consistirá en quitar basura, se quitarán árboles medianos, ramas y botes que estorben. Lo que se utilizará será: moto conformadora, machete de gancho, botes de 19 lts, carretilla y pala.

También se realizará trazo y nivelación: se trazará con cal el área del terreno que se excavará. La herramienta que se utilizará será escuadra, manguera da nivel, hilo de albañilería y martillo.

Se estima que se requiere un día.

3.- *Movimiento de tierras (excavación, transporte y colocación)*; Esta actividad consistirá en ejecutar las tres actividades que encierra todo movimiento de tierras que son: excavación, transporte y colocación de capas de relleno de tezontle (cassets), referencia plano 1-A. Se realizará una excavación con una retroexcavadora referencia anexo costo horario de máquina, sobre el área marcada, y después se emparejará. La herramienta que se utilizará será palas y picos.



*Figura 19, excavación para de caja de infiltración prefabricada
Fuente: propia Referencia: plano 1-A*

Aunado a esto, se nivelará perfectamente el estrato de acuerdo a la profundidad proyectada a mano, quedando perfectamente a nivel. Se colocarán los filtros correspondientes.

Especificaciones para colocación de filtro que se irán colocando de acuerdo al proyecto y en cada capa de tezontle (cassets).

Preparación:

- i. Limpieza. El sitio de la colocación del filtro debe estar completamente limpio y vacío antes de colocar cualquier material.
- ii. Marcar cada capa antes de colocar cualquier material. Debe marcarse el nivel superior de cada capa en el interior del filtro
- iii. Almacenamiento del material. Debe mantenerse limpio, en un lugar techado, seco y sobre una tarima para prevenir cualquier tipo de contaminación durante el almacenamiento
- iv. Los materiales deben ser lavados antes de la colocación
- v. Debe tenerse especial cuidado en verificar los espesores de las cassettes y sus dimensiones.

Instalación:

- a) Cuidados al instalar el material. La primer cassette de grava debe colocarse cuidadosamente para evitar daños en el sistema de descarga de agua del filtro.
- b) Colocación de cassette. Cada cassette debe estar completamente instalado antes de empezar a colocar la siguiente y debe quedar estable. Al colocarse una nueva cassette, debe ponerse con cuidado para no desplazar la anterior.

Se estima que se requieren tres días.

4.- *Logística de transporte de las piezas de planta a sitio de obra:* Esta actividad consistirá en el modo de transportar y la forma de movilizar estos elementos de carga a cierta distancia. En este caso, a una distancia de 50 km como máximo, donde se transportarán estos y se instalaran

- Se iniciará con el izaje de elementos, maniobra de carga y descarga de elementos prefabricados hacia el patio de carga así mismo hacia el transporte.



Figura 20, maniobra para empezar a subir a transporte de flete
Fuente: propia



*Figura 21, transporte de flete con piezas prefabricadas
Fuente: propia*



*Figura 22, transporte de flete con piezas prefabricadas
Fuente: propia*

En la figura 21 y en la figura 22 se observa ya cargado el transporte, listo para trasladarse al sitio de obra.



*Figura 23, entrega de piezas prefabricadas en sitio de obra para su instalación.
Fuente: propia*

En la figura 23 y en la figura 24 se observa el estibado en sitio para que posteriormente se realice el montaje.



*Figura 24, entrega de piezas prefabricadas en sitio de obra para su instalación.
Fuente: propia*

Se estima que se requieren cinco días.

5.- Colocación y montaje de estructuras prefabricadas en sitio (maniobra de colocación de piezas fabricadas en planta); Esta actividad consistirá en iniciar la maniobra para bajar elementos y a su vez, colocando grout para la unión en las juntas (machimbre) plano de referencia 2-A.

- Se iniciará a colocar la zapata de cimentación Pieza 1, referencia plano 2-A, en la excavación ya previamente preparada



Figura 25, cimbra para un vaciado monolítico de Pieza1 zapata de cimentación, fabricación.
Fuente: propia



Figura 26, Vaciado de concreto Pieza1 zapata de cimentación de caja de infiltración prefabricada, fabricación
Fuente: propia



Figura 27, Pieza1 zapata de cimentación de caja de infiltración prefabricada
Fuente: propia Referencia: plano 2-A

- Para la unión en la zapata de cimentación, hay una placa de acero inoxidable tipo 304 de 5/16" justo en la unión y recibirá ésta la otra mitad, ya juntas, se aplicará soldadura E308L-16, de 1/8" en ambos lados.



En la Figura 28 y en la figura 29, Pieza1 zapata de cimentación de caja de infiltración prefabricada previamente izada y posteriormente ya en sitio Fuente: propia, Referencia: plano 2-A

- Se bajarán los anillos, pieza 2, referencia plano 2-A



*Figura 30, Pieza2 maniobra para bajar prefabricado hacia ensamble de caja de infiltración prefabricada
Fuente: propia Referencia: plano 2-A*

- Se iniciará y terminará de instalar en las juntas (machimbre) que corresponde.



*Figura 31, Machimbre y/o junta, de anillo de caja de infiltración prefabricada
Fuente: propia Referencia: plano 2-A*

- Se colocarán los tres anillos Pieza 2, referencia de plano 2-A



*Figura 32, anillo de caja ya montado y enterrados de la caja de infiltración prefabricada
Fuente: propia Referencia: plano 2-A*

- Posteriormente se colocará la losa tapa pieza 3, referencia plano 2-B
- Al finalizar se colocará la pieza 4, referencia de plano 2-B



En la Figura 33 y en la figura 34, Pieza3 losa tapa fija. Se aprecia que ya está totalmente enterrada y se podrá inspeccionar a través del paso hombre la caja de infiltración prefabricada Fuente: propia, Referencia: plano 2-B

6.- *Construcción final (detalles de jardinería)*; Esta actividad consiste en darle el mejor aspecto en la superficie al elemento prefabricado, con jardinería.

7.- *Señalización, limpieza, entrega de la obra y salida de la misma*;

Señalización: Esta actividad consiste en el pintado de las señales correspondientes.

Limpieza y salida de la obra; Consiste en la eliminación de todo lo ajeno a la obra o proyecto. Para lograr la entrega de la misma, es siempre necesario la presencia de un representante del cliente o el cliente mismo, junto con el ello el D.R.O, o en su caso el encargado del proyecto. Una vez entregado la obra o proyecto se darán instrucciones para desmantelar almacén y todo lo necesario para retirarse.

Se estima que se requieren cinco días.

IV. 4 DESCRIPCIÓN DEL PREFABRICADO

Los prefabricados serán del tipo de concreto hidráulico conforme a especificaciones, armado con acero de refuerzo, donde lo más utilizado es la varilla corrugada de acero de acuerdo al diseño de la pieza a fabricar, malla electrosoldada de alta resistencia.

Nota: Las piezas prefabricadas se fabrican en producción industrial del taller de ojo de agua, se trasladan con un camión Torton Grúa Hiab a pie de obra en su lugar de instalación.

Las piezas ya se contemplan con la transportación a la obra, impermeabilizadas en su interior con silka fester, $f'c= 250\text{kg/cm}^2$ en el cuerpo del anillo y lo demás conforme a plano, referencia E-1



*Figura 35, Elemento de Caja de infiltración, (Pieza#1 zapata de cimentación de caja de infiltración prefabricada)
Fuente: propia Referencia: plano 2-A*



*Figura 36, Elemento de Caja de infiltración, (Pieza2 anillo de caja de infiltración prefabricada)
Fuente: propia Referencia: plano 2-A*

IV. 5 PROGRAMA DE ACTIVIDADES

Dentro de la planeación, programación y ejecución del proyecto, es de gran importancia el visualizar la organización, y fundamentalmente se deben marcar los alcances de la misma, así como las actividades complementarias

Entre los lineamientos se encuentra la fecha de inicio y obviamente, la fecha de terminación. Dentro de los lineamientos se tendrá que considerar las condiciones de mal tiempo que pudieran ocasionar demoras en el proyecto.

Conclusión capitular: La investigación y desarrollo de nuevas tecnologías para perfeccionar los diseños de prefabricados apuntan hacia procesos con menores desperdicios, disminución de costos, eficiencia en tiempo de obra, disminución de impacto ambiental y social, sin dejar de satisfacer las necesidades de seguridad, calidad, economía y ejecución de los proyectos³⁰.

³⁰ *Ángela Frías, revistacyt.com.mx/pdf/mayo2014/prefabricados.pdf*

CAPITULO V

PRESUPUESTO

Describiremos de una manera simplificada el presupuesto de acuerdo a como se fabricarían estos elementos para seguir, o promover, una producción industrial en beneficio del subsuelo buscando sustentabilidad.

V. 1 PRESUPUESTO PROGRAMABLE

Por presupuesto programable nos referiremos al presupuesto con el cual se basará la estructura dado que hará falta integrar la excavación y obras preliminares, y se contemplará de acuerdo a cada lugar de la ciudad o estado en que se vaya a proyectar, sin perder de vista el flete.

ITEM	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	Costo Uniatrío	Unidad	Subtotal	IVA	Importe Total
1	Pieza 1 Base prefabricado de concreto $f'c=250$ kg/cm ² de dimensiones conforme a plano unida por 2 secciones, el armado de acero de refuerzo de 3/8" 8" conforme a plano; que incluye todo lo necesario para su correcta ejecución.	\$4,479.00	1	\$4,479.00	\$716.64	\$5,195.64
2	Pieza 2 Anillo prefabricado cuadrado con espesor de muro de 15 cm con concreto de $f'c=250$ kg/cm ² de dimensiones de 1.30m de altura, 2.50m de ancho y espesor de muro 0.15m, con armado en malla 6-6 10-10 y refuerzo de varilla de 3/8" conforme a plano; que incluye todo lo necesario para su correcta ejecución.	\$7,026.00	3	\$21,078.00	\$3,372.48	\$24,450.48
3	Pieza 3 Losa Tapa larga con entrada, con pretil de entrada paso hombre de peralte 10 cm en $f'c=200$ kg/cm ² con armado en malla dintel integrado conforme a plano; que incluye todo lo necesario para su correcta ejecución	\$2,876.00	1	\$2,876.00	\$460.16	\$3,336.16
4	Pieza 4 Losa tipo Dovelas prefabricada tipo losa tapa con concreto $f'c=200$ kg/cm ² armada de acero de refuerzo de 3/8" conforme a plano; que incluye todo lo necesario para su correcta ejecución.	\$896.00	5	\$4,480.00	\$716.80	\$5,196.80
TOTALES				\$32,913.00	\$5,266.08	\$38,178.08

Los precios incluyen IVA y el precio no incluye flete (entregado en planta)

Mínimo 20 cajas de infiltración

El pago será en 50% ANTICIPO del total del pedido y 50 % a la ENTREGA total o parcial por semana

Se requieren de 5 semanas para su elaboración y las entregas serian parciales en cada semana hasta completar el pedido. Precios sujetos a cambio sin previo aviso.

V. 2 CONCEPTOS

El proyecto contempla las siguientes actividades o conceptos

1. Llegar a la obra
2. Limpieza y desenraice
3. Movimiento de tierras (excavación, transporte y colocación)
4. Logística de transporte de las piezas de planta a sitio de obra
5. Colocación y montaje de estructuras prefabricadas en sitio (maniobra de colocación de piezas fabricadas en planta)
6. Construcción final (detalles de jardinería)
7. Señalización, limpieza, entrega de la obra y salida de la misma.

V. 3 NÚMEROS GENERADORES

Estas tablas son con base en el proyecto basado en el número generador de concreto, como ejemplo y para integrar el presupuesto.

Números Generadores	CAJA DE INFILTRACIÓN
OBRA: CAJA DE INFILTRACIÓN	CONCEPTO: CONCRETO
UBICACIÓN: UNAM	GENERO: Oscar Del Valle López
	REVISO: Oscar Del Valle López

CLAVE	CONCEPTO(S) y/o ELEMENTO(S)	LOCALIZACIÓN		No. De ELEM.	Piezas x ELEM.	LARGO	ALTURA	RESULTADO	RESULTADO
		EJE(S)	ENTRE EJES						
	CAJA DE INFILTRACIÓN								
	PREFABRICADOS DE CONCRETO 15 CM DE ESPESOR							M2	M3
	BASE LADO A	A	A-B	1	1	2.50	0.40	1.00	0.15
	LADO B	B	B-C	1	1	2.50	0.40	1.00	0.15
	LADO C	C	C-D	1	1	2.50	0.40	1.00	0.15
	LADO D	D	D-A	1	1	2.50	0.40	1.00	0.15
								SUBTOTAL	0.60
	ANILLO LADO A	A	A-B	1	1	2.50	1.30	3.25	0.49
	LADO B	B	B-C	1	1	2.50	1.30	3.25	0.49
	LADO C	C	C-D	1	1	2.50	1.30	3.25	0.49
	LADO D	D	D-A	1	1	2.50	1.30	3.25	0.49
								SUBTOTAL	1.95
	LOSA TAPA LARGA CON DINTEL INTEGRADO.	I	A-B	1	1	2.50	1.30	3.25	0.49
								SUBTOTAL	0.49
	LOSA TIPO DOVELAS	1	C-D	1	1	0.50	1.30	0.65	0.10
		2	C-D	1	1	0.50	1.30	0.65	0.10
		3	C-D	1	1	0.50	1.30	0.65	0.10
		4	C-D	1	1	0.50	1.30	0.65	0.10
		5	C-D	1	1	0.50	1.30	0.65	0.10
								SUBTOTAL	0.49
								TOTAL	23.50
									3.53

V. 4 MATRICES DE PRECIOS UNITARIOS

Se capturan los conceptos o actividades que se utilizan en el catálogo de conceptos. Para elaborar las matrices de costo directo, se dan de alta los conceptos o actividades que lo integran, referencia anexo de matrices de precios unitarios página 65.

V. 5 PRECIOS UNITARIOS.

Es la suma del costo directo más el costo indirecto de cada concepto de obra, definido por el análisis por unidad de medida base. El costo directo puede ser integrado por básicos o preliminares; concretos, cimbras, etc., insumos; material, mano de obra y equipo.

El precio unitario se integra con los costos directos correspondientes al concepto de trabajo, los costos indirectos, el costo de financiamiento, el cargo por utilidad del contratista y los cargos adicionales, referencia anexo de matrices de precios unitarios página 65.

V. 6 INSUMOS

La explosión de insumos será el siguiente:

EXPLOSIÓN DE INSUMOS					
No.	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio
1	PRE001	TRAZO Y NIVELACION	M2	25.8200	
	MACE0486	CALHIDRA	TON	0.0126	\$450.00
	MAMA01	MADERA DE PINO DE 3a.	PT	1.2564	\$4.50
	%MO00002	MAESTRO DE OBRA	%MO	12.5502	\$657.00
	MOMM0005	TOPOGRAFO	JOR	1.8525	\$657.00
	MOSM0001	AYUDANTE GENERAL	JOR	1.8525	\$367.00
	%MO00001	HERRAMIENTA MENOR.	%MO	0.9740	\$0.00
2	EXC001	EXCAVACION A MANO EN CIMENTACION EXISTEN	M3	16.4600	
	MOMM0015	OFICIAL ALBAÑIL	JOR	0.9510	\$594.00
	MOMM01	PEON	JOR	1.9021	\$367.00
	%MO00001	HERRAMIENTA MENOR.	%MO	1.3332	\$0.00
3	CIM001	ZAPATAS DE CIMENTACIÓN	Unidad	2.0000	\$1301.14
	MAAC01	ACERO FY=4200 KG/CM2 No. 3	TON	0.080	\$9,000.00
	MAAC02	ACERO FY= 4200 KG/CM2 No. 4	TON	0.05	\$9,500.00
4	ALB001	ANILLOS PREFABRICADOS	Unidad	3.0000	
	MAAC01	ACERO FY=4200 KG/CM2 No. 3	TON	0.3600	\$9,000.00
	MAAC02	ACERO FY= 4200 KG/CM2 No. 4	TON	0.9900	\$9,500.00
	MAAG01	ARENA DE MINA	M3	3.0912	\$75.00
	MAAG02	GRAVA DE 3/4" TRITURADA	M3	3.0888	\$75.00
	MAAL02	ALAMBRE RECOCIDO No. 18	KG	12.5000	\$7.50
	MACE01	CEMENTO GRIS	TON	2.3923	\$1,900.00
	MAHO01	AGUA	M3	1.4070	\$5.00

	MAMA01	MADERA DE PINO DE 3a.	PT	10.2000	\$4.50
	MAMA05	CHAFLAN de 5	ML	5.5000	\$3.50
	MOMM0002	OBRERO GENERAL	JOR	2.9736	\$367.00
	MOMM0015	OFICIAL ALBAÑIL	JOR	11.1077	\$594.00
	%MO00001	HERRAMIENTA MENOR.	%MO	1.3000	\$0.00
	EQPE63	REVOLVEDORA DE CONCRETO MIPSA R-10	HR	3.3600	\$18.71
5	ALB003	LOSA TAPA	Unidad	1.0000	
	MAAG01	ARENA DE MINA	M3	5.6438	\$75.00
	MACE01	CEMENTO GRIS	TON	1.1288	\$1,900.00
	MAHO01	AGUA	M3	2.5963	\$5.00
	MAMA04	BARROTE DE PINO DE 2a. DE 1.5.	PT	10.0000	\$3.50
	MOMM0015	OFICIAL ALBAÑIL	JOR	5.6000	\$594.00
	%MO00001	HERRAMIENTA MENOR.	%MO	154.8000	\$0.00
6	ALB002	DOVELAS LOSA REMOVIBLE	Unidad	1	
	MAAC01	ACERO FY=4200 KG/CM2 No. 3	TON	0.0349	\$9,000.00
	MAAC02	ACERO FY= 4200 KG/CM2 No. 4	TON	0.0349	\$9,500.00
	MAAG01	ARENA DE MINA	M3	3.0553	\$75.00
	MAAG02	GRAVA DE 3/4" TRITURADA	M3	4.8392	\$75.00
	MAAL02	ALAMBRE RECOCIDO No. 18	KG	10.0000	\$7.50
	MACE01	CEMENTO GRIS	TON	0.6692	\$1,900.00
	MAHO01	AGUA	M3	1.5510	\$5.00
	MAMA01	MADERA DE PINO DE 3a.	PT	12.0000	\$4.50
	MOMM0015	OFICIAL ALBAÑIL	JOR	18.2683	\$594.00
	%MO00001	HERRAMIENTA MENOR.	%MO	6.4000	\$0.00
	EQPE63	REVOLVEDORA DE CONCRETO MIPSA R-10	HR	1.6640	\$18.71
7	EST002	CONCRETO F'C=250 KG/CM2 EN UNIONES Y ANC	M3	5.0000	
	MAAD01	FERROFEST "G"	KG	3.250	\$2.50
	MAAD02	CURAFEST ROJO	LTO	12.5000	\$2.91
	MAAG01	ARENA DE MINA	M3	8.7537	\$75.00
	MAAG02	GRAVA DE 3/4" TRITURADA	M3	13.8648	\$75.00
	MACE01	CEMENTO GRIS	TON	0.6476	\$1,900.00
	MAHO01	AGUA	M3	1.4436	\$5.00
	MOMM0015	OFICIAL ALBAÑIL	JOR	0.7632	\$594.00
	MOMM01	PEON	JOR	1.5263	\$367.00
	%MO00001	HERRAMIENTA MENOR.	%MO	0.5000	\$0.00
	EQPE07	MALACATE DE 3.0 TON.	HR	4.2857	\$13.07
	EQPE63	REVOLVEDORA DE CONCRETO MIPSA R-10	HR	4.7678	\$18.71
8	LIM002	LIMPIEZA GENERAL DE LA OBRA	M2	50	
	MAAD03	ACIDO OXALICO	LTO	10.4600	\$9.50
	MADE01	DETERGENTE EN POLVO	KG	7.9040	\$7.50
	MAHO01	AGUA	M3	0.2000	\$5.00
	MOMM01	PEON	JOR	2.0000	\$367.00
	%MO00001	HERRAMIENTA MENOR.	%MO	2.0000	\$0.00

CONCLUSIONES

Con estas acciones se inducirá la infiltración al subsuelo, de manera parcialmente natural, y al realizarse este proceso no se alterará ni se contaminará el manto acuífero.

Son ampliamente conocidas las consecuencias de la sobreexplotación de los acuíferos, que lleva al hundimiento de los suelos con graves repercusiones en numerosas estructuras urbanas e hidráulicas, así también como las graves inundaciones que sufre cualquier ciudad en cualquier estado, y que ha llevado a construir sistemas de drenaje profundo orientado a servir para este tipo de daños.

El valle de México tiene una superficie de 9600 km² y la precipitación media anual es de 74 cm. Esa precipitación equivale a un volumen anual de 7,104 millones de m³, esa agua se distribuye de tal modo que, la evapotranspiración envía a la atmosfera el 78%; la infiltración natural a los acuíferos es del 15% y el escurrimiento superficial, de sólo el 7%.³¹

La recarga de los acuíferos, principal fuente de abastecimiento en el valle, equivale a un gasto medio de 35 m³/s y la cantidad que se extrae del subsuelo es de 65 m³/s, por lo tanto la sobreexplotación es de 30 m³/s; es decir el gasto medio sustentable del que podemos disponer es igual a la recarga de 35 m³/s.

La disponibilidad total del agua generada dentro del valle de México es de 37 m³/s.³²

Es muy importante que los escurrimientos pluviales se aprovechen al máximo, además de poder solicitar apoyo a las autoridades para contemplar este tipo de proyectos.

Por otra parte, la sustentabilidad y la protección del medio ambiente son conceptos medulares en la dinámica de México. Con estos prefabricados en la industria de la construcción se tratará de asumir el desafío de generar procesos productivos limpios, de mayor eficiencia y rendimiento, que contribuyan en la conservación del planeta.

³¹ Referencia: conagua.gob

³² Luis F. Robledo Cabello, *Revista Ingeniería Civil* Núm. 502/año LXI/ febrero 2011, órgano oficial del colegio de ingenieros civiles de México

Bibliografía

Meli Piralla, Diseño Estructural
Segunda Edición, Editorial Limusa

Suárez Salazar, Carlos.- Costo Y Tiempo En Edificación.
Tercera Edición. Editorial Limusa.

No. 404.- Diseño y Construcción De Estructuras De Madera.
Instituto De Ingeniería, UNAM.

Popov, Egor P.- Introducción A La Mecánica De Sólidos.
Primera Reimpresión. Editorial Limusa.

Normas Del A.C.I (American Concrete Institute)

Parker, Harry.- Diseño Simplificado De Estructuras De Madera.
Primera Edición. Editorial Limusa.

Norris y Wilbur.- Análisis Elemental De Estructuras.
Segunda Edición. Editorial Mcgraw - Hill.

Luis F. Robledo Cabello, Revista Ingeniería Civil Núm. 502/Año LXI/ Febrero 2011,
Órgano Oficial Del Colegio De Ingenieros Civiles De México

Formwork For Concrete Mary K. Hurd. ACI

El Diccionario De La Lengua Española Es La Obra De Referencia De La Academia. La
Última Edición Es La 23.^a, Publicada En Octubre De 2014.

Manual De Supervisar Obras De Concreto ACI-311-99
Publicación Sp-2 IMCYC.

Tecnología del concreto: Neville A.M. Brooks, J.J. Editorial Trillas

Aditivos Químicos e inclusores de aire para el concreto

Revista Construcción y tecnología febrero 2010, Núm 261 IMCYC.

Norma Oficial Mexicana Nom-015-Conagua-2007, Infiltración Artificial De Agua A Los
Acuíferos. Características Y Especificaciones De Las Obras Y Del Agua.

Colegio De Postgraduados. 1991. Manual De Conservación Del Suelo Y Del Agua.
Tercera Edición. Editorial Del Colegio De Postgraduados. Montecillo, Edo De México. 248
Pág.

Páginas Web:

United States Department Of Agriculture, Natural Resources Conservation Service (Nracs). The Best Management Practices Of Natural Resources Conservation Service. <http://www.Wsi.Nracs.Usda.Gov/Products/Urbanbmpps/Water.Html>

Consultado El: 04/04/2015

Secretaría De Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca Y Alimentación De México (Sagarpa), Desarrollo Rural. Fichas Técnicas Sobre Actividades Del Componente De Conservación Y Uso Sustentable De Suelo Y Agua (Coussa). Responsables: Dir. General De Promoción De La Eficiencia Y Calidad En Los Servicios. <http://www.Sagarpa.Gob.Mx/Desarrollorural/Publicaciones/Paginas/Fichascoussa.AspX>

Consultado El: 04/04/2015

<http://www.Eluniversal.Com.Mx/Ciudad/105268.Html>

Consultado 2/04/2015

http://www.Ciclohidrologico.Com/Infiltracin_Del_Agua
http://www.Ciclohidrologico.Com/Escurrenta_Superficial

Consultado 25/04/2015

<http://hidropluviales.Com/Infiltracion/>

Consultado 25/04/2015

<http://Tesis.Uson.Mx/Digital/Tesis/Docs/20827/Capitulo5.Pdf>

Consultado 18/05/2015

http://administracionytecnologiaparaeldiseno.Azc.Uam.Mx/Publicaciones/2003/12_2003.Pdf

Consultado 25/05/2015

http://www.Imcyc.Com/50/Simposi09/Educacion_Superior/Mesa1/1m1tecmat_Cdjuarezrdz.Pdf

Consultado 25/05/2015

<http://www.imcyc.com/cyt/Junio04/conceptos.Pdf>

Consultado 25/05/2015

Arquitecto Javier Martínez Dircio. <http://imcyc.com/revista/1998/junio/constru.htm>

Anexo

Matrices

de Precios

Unitarios

Análisis de costo de Pieza 1

“PROCESO CONSTRUCTIVO DE CAJA PREFABRICADA PARA LA INFILTRACIÓN DE AGUAS PLUVIALES”

OBRA : FACULTAD DE INGENIERIA
 UBICACIÓN: Ciudad Universitaria
 No. Pieza **PIEZA 1**
 FRENTE:
 VIGENCIA: jun-15
 TIPO: COSTO DIRECTO

OBSERVACIONES
 Base de cimentación tipo escarpio en todo el perímetro de caja de filtración con espesor de 15 cm, y una altura de 0.39 m con un volumen de 0.756 m³ de concreto su peso es de aprox. 1.500 ton.

ANALISIS DE COSTOS

CODIGO	CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%
ANALISIS : BASE DE CAJA DE FILTRACIÓN		MEDIDA 0.39 M DE ALTURA				
MATERIALES						
	DIESEL	LTO	\$ 25.00	0.500	\$ 12.50	0.96%
	MOLDE ALUM RENTA MES X USO (2M2 A \$200.00M2)	USO	\$ 50.00	1.000	\$ 50.00	3.84%
	MALLA 10-10 "2.5M DE ALTURA 40M ML"	M2	\$ 15.60	3.900	\$ 60.84	4.68%
	VARILLA DE 3/8 AMARRES Y ANCLAS PARA IZAR	PZA	\$ 106.67	1.000	\$ 106.67	8.20%
	CORBATAS DE 8 CM	PZA	\$ 7.00	4.000	\$ 28.00	2.15%
	ALAMBRE RECOCIDO CAL 16 REFUERZO	KG	\$ 16.00	0.250	\$ 4.00	0.31%
	REDONDO DE 19.1MM CON PRIMER PARA ESCALERA	ML	\$ 35.00	0.700	\$ 24.50	1.88%
	SUBTOTAL DE MATERIALES				\$ 286.51	22.02%
BASICOS						
	CONCRETO F' C=200 KG/CM2	M3	\$ 1,038.22	0.756	\$ 784.89	60.32%
	SUBTOTAL: DE BASICOS				\$ 784.89	60.32%
MANO DE OBRA 11.5%						
	AYUDANTE (RENDIMIENTO ES DE 4 PZAS AL DÍA)	JOR	\$ 367.00	0.19	\$ 68.81	5.29%
	OFICIAL ALBAÑIL	JOR	\$ 594.00	0.06	\$ 37.13	2.85%
	JEFE DE TALLER	JOR	\$ 768.00	0.02	\$ 14.40	1.11%
	SUBTOTAL : MANO DE OBRA				\$ 120.34	9.25%
HERRAMIENTA MENOR 6%						
		LOTE	\$ 1,191.74	0.06	\$ 71.50	5.50%
					\$ 71.50	5.50%
MERMA 3%						
		LOTE	\$ 1,263.24	0.03	\$ 37.90	2.91%
					\$ 37.90	2.91%
COSTO DIRECTO					\$ 1,301.14	100%

NOTA Este costo es sin contar maniobra de fabricación, transporte, instalación y utilidad

Análisis de costo de Pieza 2

“PROCESO CONSTRUCTIVO DE CAJA PREFABRICADA PARA LA INFILTRACIÓN DE AGUAS PLUVIALES”

OBRA : FACULTAD DE INGENIERIA
 UBICACIÓN: Ciudad Universitaria
 No. Pieza **PIEZA 2**
 FRENTE:
 VIGENCIA: jun-15
 TIPO: COSTO DIRECTO

OBSERVACIONES Análisis de anillo para conformar caja prefabricada de concreto con espesor de 15 cm, y una altura de 1.30cm (Peso Propio anillo=3.5 ton)

ANALISIS DE COSTOS

CODIGO	CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%
ANALISIS : ANILLO DE CAJA UNIDAD:PZA		MEDIDA 1.3 M DE ALTURA				
MATERIALES						
	DIESEL	LTO	\$ 25.00	0.500	\$ 12.50	0.49%
	MOLDE ALUM RENTA MES X USO (2M2 A \$200.00M2)	USO	\$ 50.00	1.000	\$ 50.00	1.97%
	MALLA 10-10 "2.5M DE ALTURA 40M ML"	M2	\$ 15.60	13.000	\$ 202.80	8.00%
	VARILLA DE 3/8 AMARRES Y ANCLAS PARA IZAR	PZA	\$ 106.67	2.000	\$ 213.33	8.41%
	CORBATAS DE 15 CM	PZA	\$ 7.00	8.000	\$ 56.00	2.21%
	ALAMBRE RECOCIDO CAL 16 REFUERZO	KG	\$ 16.00	1.000	\$ 16.00	0.63%
	REDONDO DE 19.1MM CON PRIMER PARA ESCALERA	ML	\$ 35.00	0.700	\$ 24.50	0.97%
	SUBTOTAL DE MATERIALES				\$ 575.13	22.68%
BASICOS						
	CONCRETO F' C=200 KG/CM2	M3	\$ 1,038.22	1.5	\$ 1,557.33	61.42%
	SUBTOTAL: DE BASICOS				\$ 1,557.33	61.42%
MANO DE OBRA 11.5%						
	AYUDANTE (RENDIMIENTO ES DE 4 PZAS AL DÍA)	JOR	\$ 367.00	0.25	\$ 91.75	3.62%
	OFICIAL ALBAÑIL	JOR	\$ 594.00	0.13	\$ 74.25	2.93%
	JEFE DE TALLER	JOR	\$ 768.00	0.03	\$ 24.00	0.95%
	SUBTOTAL : MANO DE OBRA				\$ 190.00	7.49%
HERRAMIENTA MENOR 6%						
		LOTE	\$ 2,322.46	0.06	\$ 139.35	5.50%
					\$ 139.35	5.50%
MERMA 3%						
		LOTE	\$ 2,461.81	0.03	\$ 73.85	2.91%
					\$ 73.85	2.91%
COSTO DIRECTO					\$ 2,535.67	100%

NOTA Este costo es sin contar maniobra de fabricación, transporte, instalación y utilidad

Análisis de costo de Pieza 3

“PROCESO CONSTRUCTIVO DE CAJA PREFABRICADA PARA LA INFILTRACIÓN DE AGUAS PLUVIALES”

OBRA : FACULTAD DE INGENIERIA
 UBICACIÓN: Ciudad Universitaria
 No. Pieza **PIEZA 3**
 FREENTE:
 VIGENCIA: jun-15
 TIPO: COSTO DIRECTO

OBSERVACIONES Losa tapa fija con contratrabe monolíticamente integrada de caja de filtración con peralte de 10 cm de 1.33m x2.66m (1 piezas)

ANALISIS DE COSTOS

CODIGO	CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%
ANALISIS : LOSA TAPA FIJA CAJA UNIDAD:PZA		MEDIDA 10 CM PERALTE				
					\$ 3.75	0.43%
MATERIALES					\$ 50.00	5.70%
	DIESEL	LTO	\$ 25.00	0.150	\$ 46.80	5.33%
	MOLDE	USO	\$ 50.00	1.000	\$ 160.00	18.23%
	MALLA 10-10 "2.5M DE ALTURA 40M ML"	M2	\$ 15.60	3.000	\$ 8.00	0.91%
	VARILLA DE 3/8 AMARRES Y ANCLAS PARA IZAR	PZA	\$ 106.67	1.500	\$ 268.55	30.60%
	ALAMBRE RECOCIDO CAL 16 REFUERZO	KG	\$ 16.00	0.500		
	SUBTOTAL DE MATERIALES				\$ 345.21	39.34%
BASICOS						
	CONCRETO F'C=200 KG/CM2	M3	\$ 1,038.22	0.3325	\$ 345.21	39.34%
	SUBTOTAL: DE BASICOS					
					\$ 91.75	10.46%
MANO DE OBRA 11.5%					\$ 74.25	8.46%
	AYUDANTE (RENDIMIENTO ES DE 4PZAS AL DÍA)	JOR	\$ 367.00	0.25	\$ 24.00	2.73%
	OFICIAL ALBAÑIL	JOR	\$ 594.00	0.13		
	JEFE DE TALLER	JOR	\$ 768.00	0.03	\$ 190.00	21.65%
	SUBTOTAL : MANO DE OBRA				\$ 48.23	5.50%
HERRAMIENTA MENOR 6%		LOTE	\$ 803.76	0.06	\$ 48.23	5.50%
					\$ 25.56	2.91%
MERMA 3%		LOTE	\$ 851.98	0.03	\$ 25.56	2.91%
					\$ 877.54	100%

COSTO DIRECTO|

NOTA Este costo es sin contar maniobra de fabricación, transporte, instalación y utilidad

Análisis de costo de Pieza 4

“PROCESO CONSTRUCTIVO DE CAJA PREFABRICADA PARA LA INFILTRACIÓN DE AGUAS PLUVIALES”

OBRA :	FACULTAD DE INGENIERIA
UBICACIÓN:	Ciudad Universitaria
No. Pieza	PIEZA 4
FRENTE:	
VIGENCIA:	jun-15
TIPO:	COSTO DIRECTO
OBSERVACIONES	Losa Tipo Dovela de caja de filtración con peralte de 10 cm de 1.20m x0.50m (5 piezas)

ANALISIS DE COSTOS

CODIGO	CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%
ANALISIS : LOSA TIPO DOVELA CAJA UNIDAD:PZA		MEDIDA 10 CM PERALTE				
MATERIALES						
	DIESEL	LTO	\$ 25.00	0.005	\$ 0.13	0.05%
	MOLDE	USO	\$ 50.00	1.000	\$ 50.00	19.60%
	MALLA 10-10 "2.5M DE ALTURA 40M ML"	M2	\$ 15.60	1.000	\$ 15.60	6.12%
	VARILLA DE 3/8 AMARRES Y ANCLAS PARA IZAR	PZA	\$ 106.67	0.400	\$ 42.67	16.73%
	ALAMBRE RECOCIDO CAL 16 REFUERZO	KG	\$ 16.00	0.250	\$ 4.00	1.57%
	SUBTOTAL DE MATERIALES				\$ 112.39	44.06%
BASICOS						
	CONCRETO F'c=200 KG/CM2	M3	\$ 1,038.22	0.06	\$ 62.29	24.42%
	SUBTOTAL: DE BASICOS				\$ 62.29	24.42%
MANO DE OBRA 11.5%						
	AYUDANTE (RENDIMIENTO ES DE 8 PZAS AL DÍA)	JOR	\$ 367.00	0.13	\$ 45.88	17.99%
	OFICIAL ALBAÑIL	JOR	\$ 594.00	0.02	\$ 11.14	4.37%
	JEFE DE TALLER	JOR	\$ 768.00	0.00	\$ 1.92	0.75%
	SUBTOTAL : MANO DE OBRA				\$ 58.93	23.11%
HERRAMIENTA MENOR 6%						
		LOTE	\$ 233.62	0.06	\$ 14.02	5.50%
					\$ 14.02	5.50%
MERMA 3%						
		LOTE	\$ 247.63	0.03	\$ 7.43	2.91%
					\$ 7.43	2.91%
COSTO DIRECTO					\$ 255.06	100%

NOTA Este costo es sin contar maniobra de fabricación, transporte, instalación y utilidad

Análisis de costo horario de Retroexcavadora.

Costo Horario de maquina

OBRA: CAJA DE INFILTRACIÓN
UBICACIÓN: UNAM

CAJA DE INFILTRACIÓN

CONCEPTO: CONCRETO
GENERO: Oscar Del Valle López
REVISO: Oscar Del Valle López

Retroexcavadora cat 416 cucharon 0.76m3

tipo de combustible: diesel

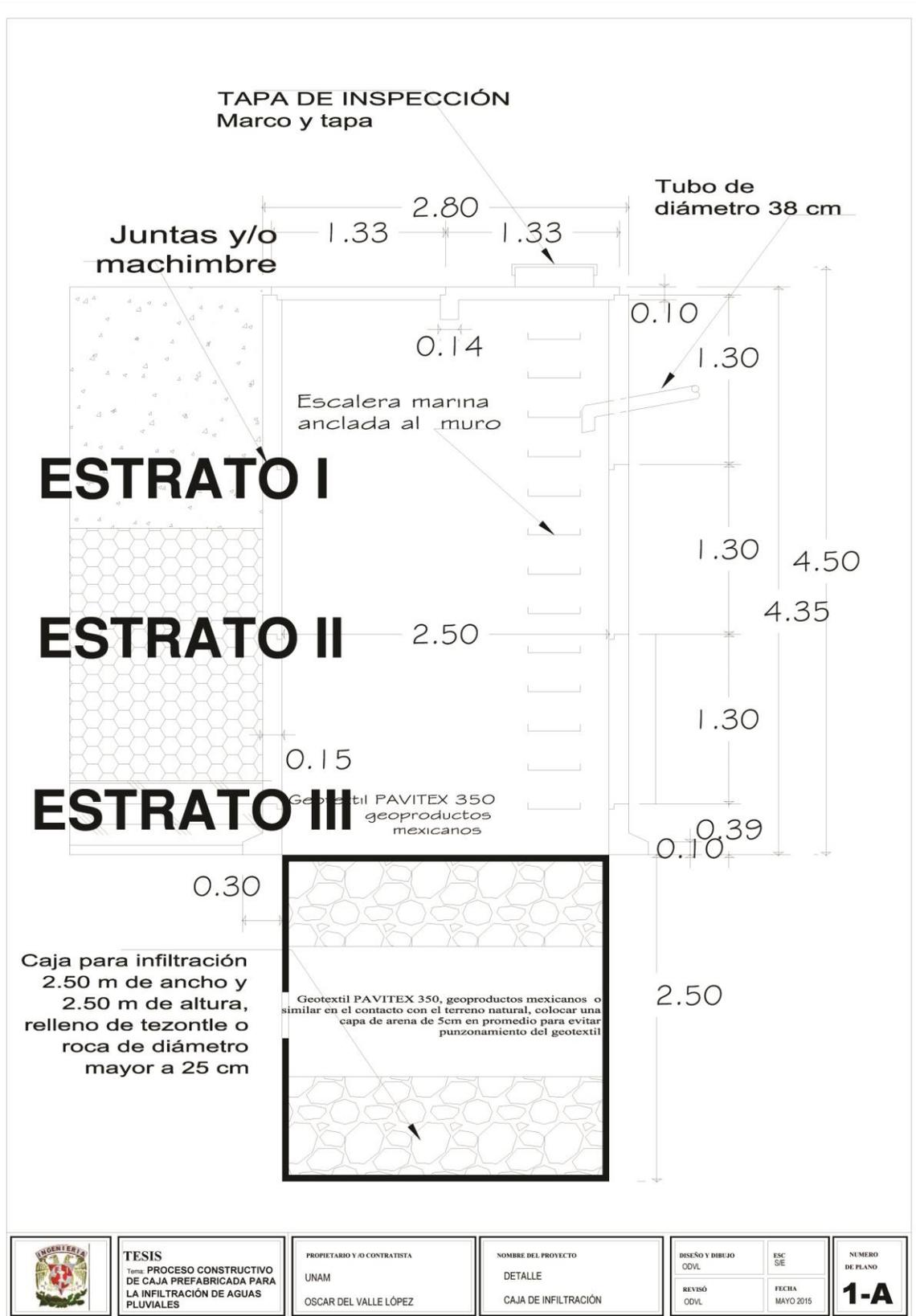
datos :

Precio de adquisición (Vm)	\$907,048.70
llantas (Pn) adicional	
vida economica de llantas (juego)(Vn)	
valor de rescate (Vr)	\$90,704.87
tasa de interes anual (i)	10%
prima anual de promedio de seguros (s)	12%
Salario real del operador (S)	\$332.89
horas efectivas de trabajo x turno (Ht)	8 hrs
tiempode cambio de lubricante	200 hrs

vida economica en años	5
horas x año (Hea)	2000 hrs
vida economica (Ve)	10000 hrs
costo de combustible (Pc)	\$ 12.28 /lts
costo de lubricante (Pa)	\$ 29.40 /lts
potencia nominal	75 HP
Factor de Operación (Fo)	0.7
Potencia de operación (Pop)	52.5
factorde mantenimiento (Ko)	0.8
coeficiente de lubricante(Fa)	0.1514
coeficiente de combustible(Fc)	0.002
capacidad de carter(CC)	2 lts
factor de rendimiento (Fr)	1

cargos fijos = \$ 186.84			
Depreciación $D=(Vm-Vr)/Ve$	$(907048.7-90704.87)/10000$		\$81.63
Inversión..... $Im=(Vm+Vr)*i/2Hea$	$(907048.7+90704.87)*12\%/(2X2000)$		\$29.93
Seguros $Sm=(Vm+Vr)*s/2Hea$	$(907048.7+90704.87)*4\%/(2X2000)$		\$9.98
Mantenimiento $M=Ko*D$	$(0.80*81.63)$		\$65.30
Consumos = \$100.98			
combustible $Co=Fc*Pop*Pc$	$0.1514*52.5*12.28$		\$97.60
lubricante..... $Lb=((Fa*Pop)+CC/Ca)*Pa$	$((0.002*52.5)+2/200)*29.4$		\$3.38
Operación=\$ 41.61			
operador de la maquina	cantidad	Unidad	salario real
	8hrs	Jor	332.89
Suma operación $Po=S/Ht$			\$41.61
costo directo horario			\$329.43

Anexo de Planos



TESIS
Tema: PROCESO CONSTRUCTIVO DE CAJA PREFABRICADA PARA LA INFILTRACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

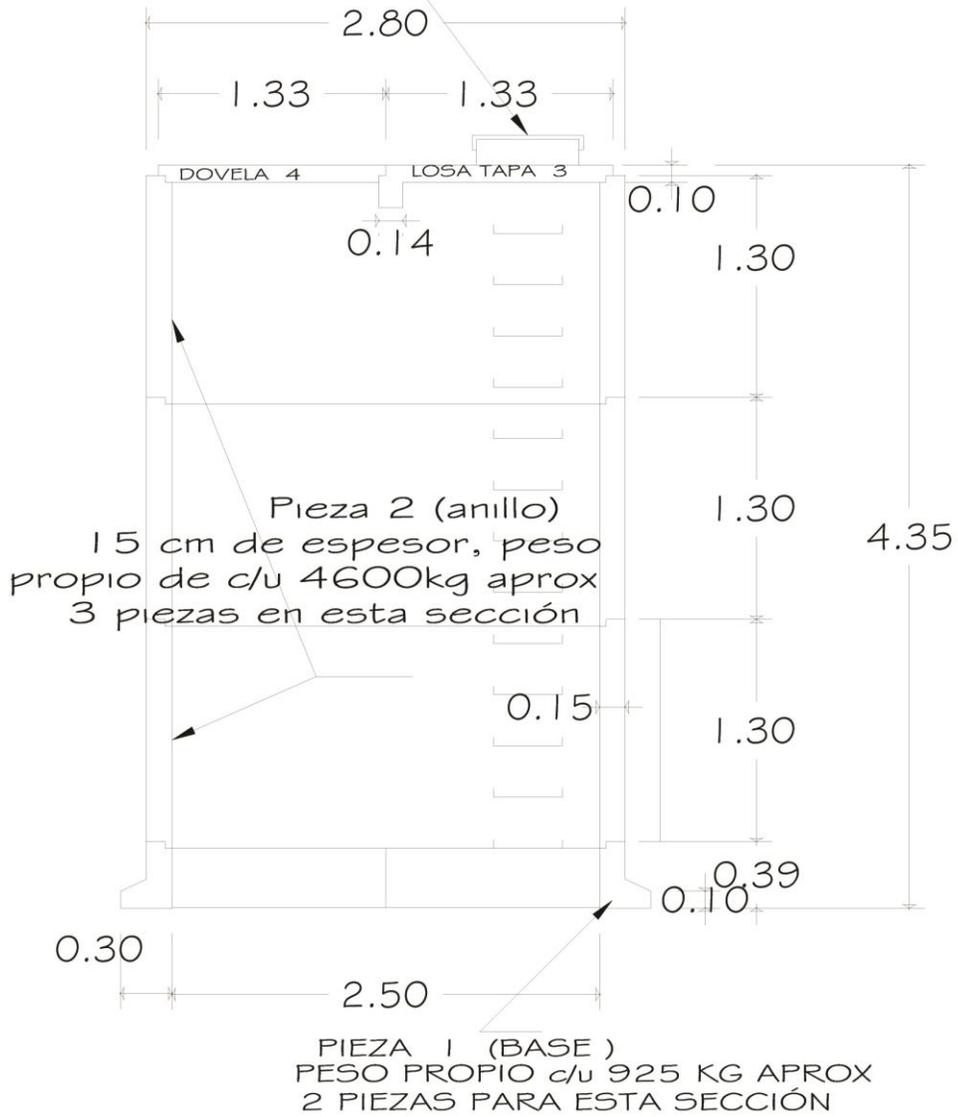
PROPIETARIO Y/O CONTRATISTA
UNAM
OSCAR DEL VALLE LÓPEZ

NOMBRE DEL PROYECTO
DETALLE
CAJA DE INFILTRACIÓN

DISEÑO Y DIBUJO ODVL	ESC SIE
REVISÓ ODVL	FECHA MAYO 2015

NUMERO DE PLANO
1-A

TAPA DE INSPECCIÓN
Marco y tapa

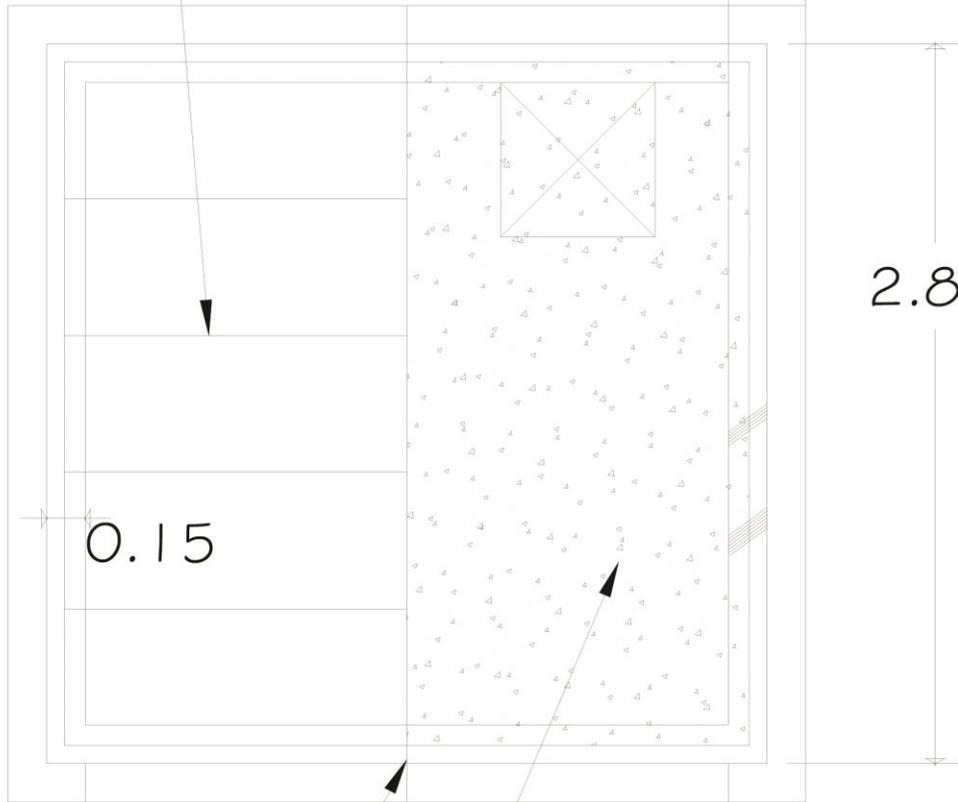


ALZADO

	TESIS Tema: PROCESO CONSTRUCTIVO DE CAJA PREFABRICADA PARA LA INFILTRACIÓN DE AGUAS PLUVIALES	PROPIETARIO Y/O CONTRATISTA	NOMBRE DEL PROYECTO	DISEÑO Y DIBUJO	ESC	NUMERO DE PLANO 2-A
		UNAM	ALZADO	ODVL	SIE	
		OSCAR DEL VALLE LÓPEZ	CAJA DE INFILTRACIÓN	REVISÓ	FECHA	
				ODVL	MAYO 2015	

PIEZA 4 (DOVELA)
 10 CM PERALTE
 PESO PROPIO c/u 150 KG APROX
 5 PIEZAS PARA ESTA SECCIÓN

0.30



2.80

0.15

2.50

Union
base

PIEZA 3 (LOSA TAPA)
 10 CM PERALTE
 PESO PROPIO 800 KG APROX
 1 PIEZA PARA ESTA SECCIÓN

PLANTA



TESIS
 Tema: PROCESO CONSTRUCTIVO
 DE CAJA PREFABRICADA PARA
 LA INFILTRACIÓN DE AGUAS
 PLUVIALES

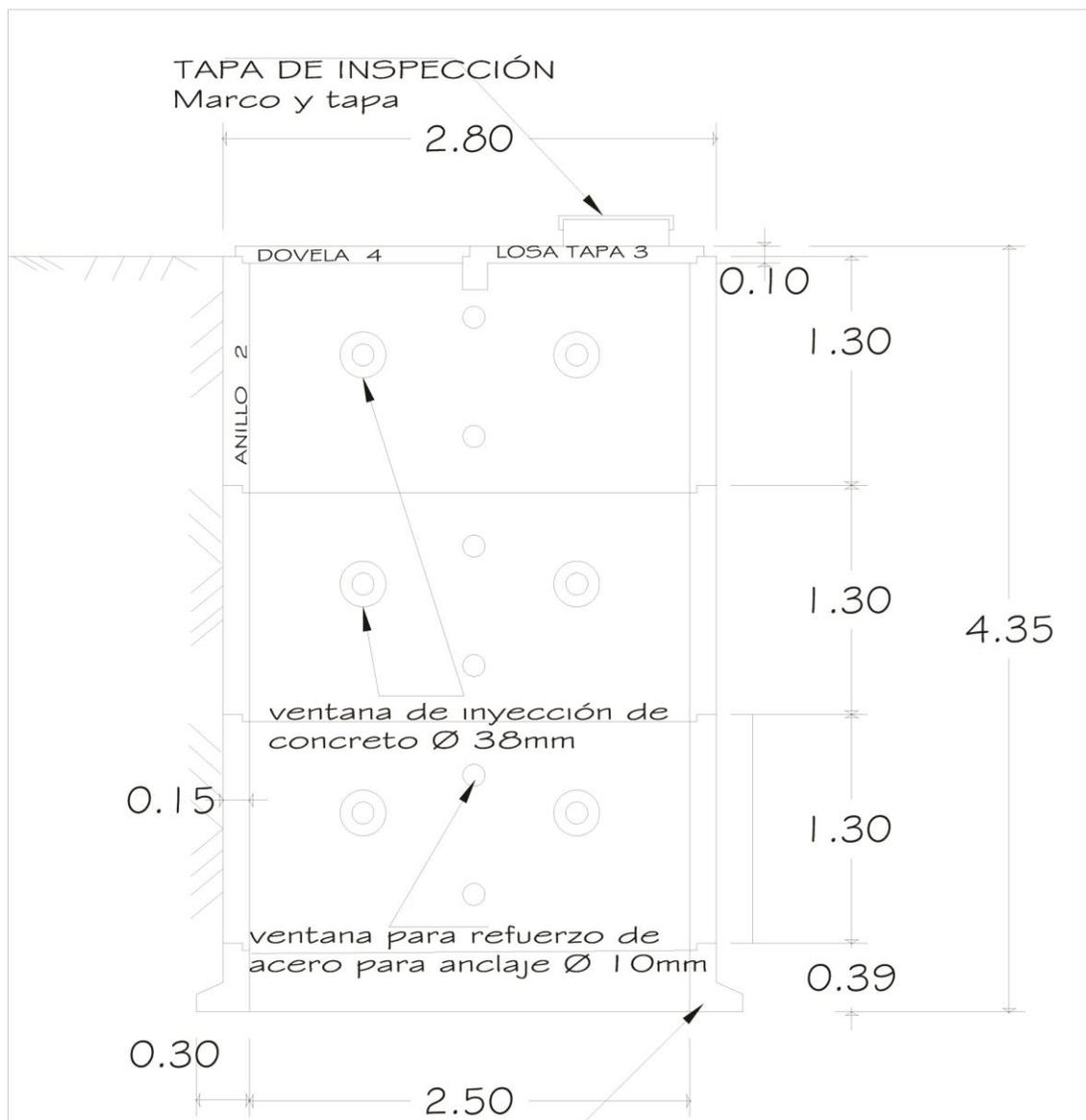
PROPIETARIO Y/O CONTRATISTA
 UNAM
 OSCAR DEL VALLE LÓPEZ

NOMBRE DEL PROYECTO
 PLANTA
 CAJA DE INFILTRACIÓN

DISEÑO Y DIBUJO
 ODVL

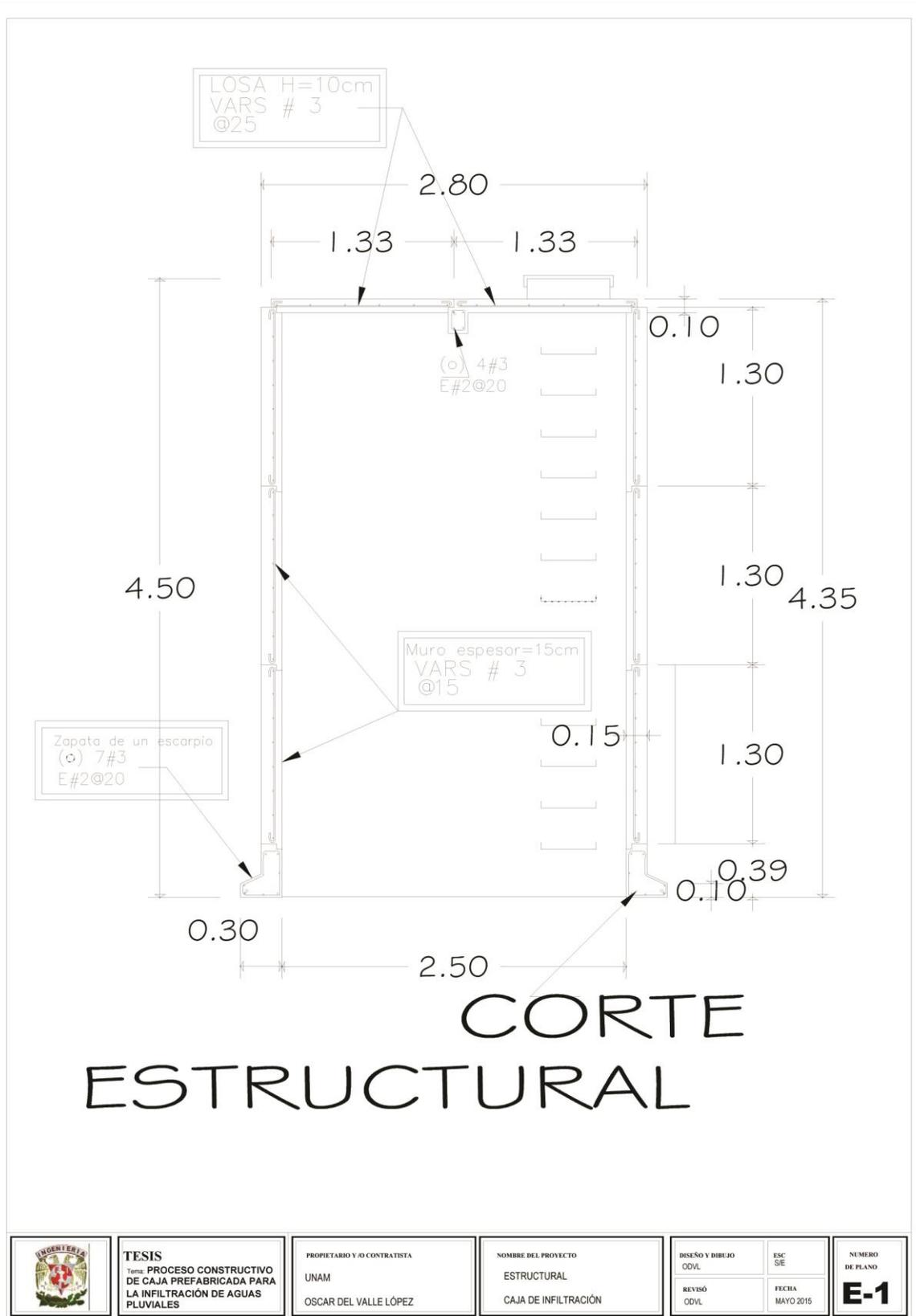
ESC
 SIE
 REVISÓ
 ODVL
 FECHA
 MAYO 2015

NÚMERO
 DE PLANO
2-B

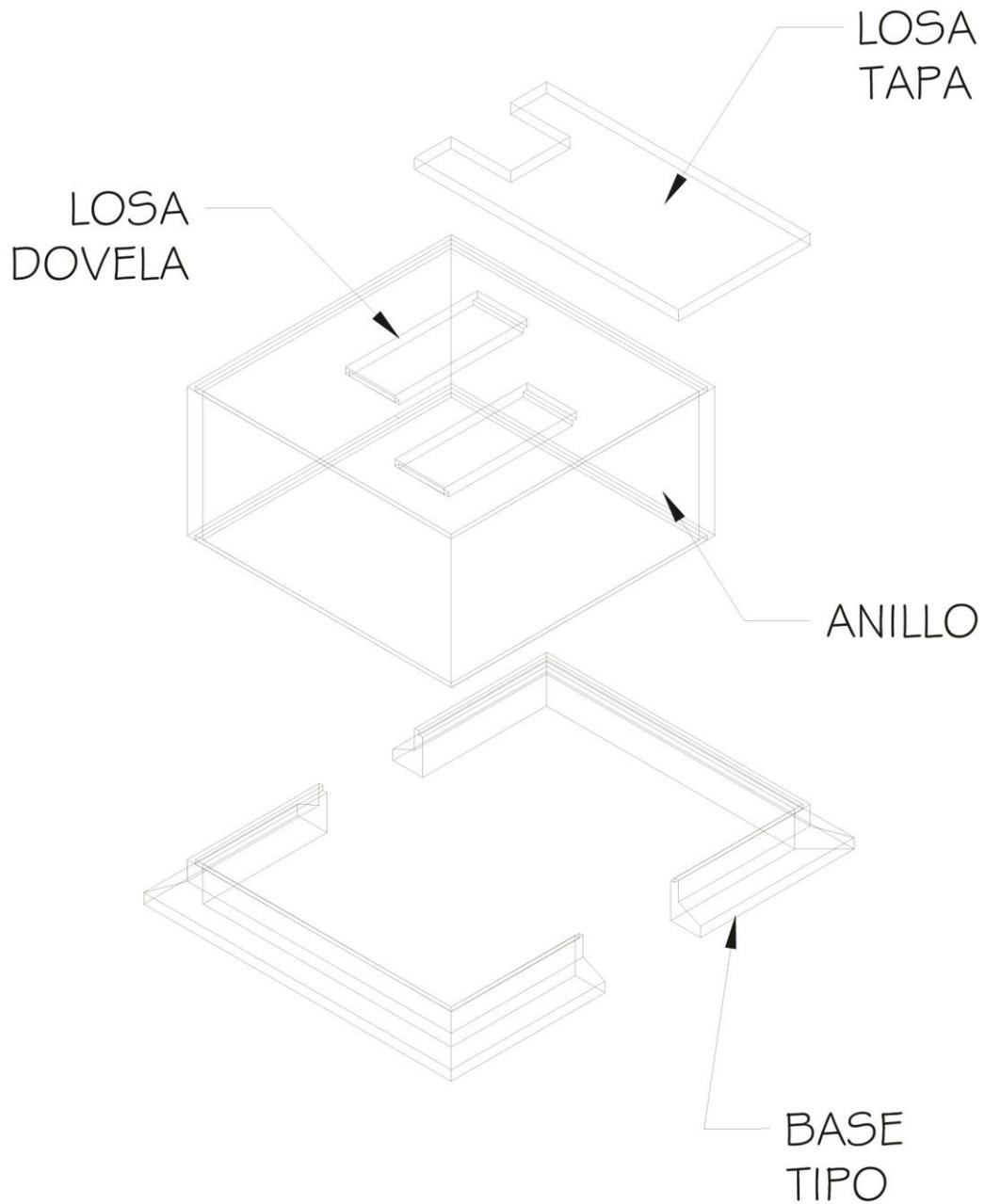


INYECCIÓN Y ANCLAJE CON CONCRETO

	TESIS Tema: PROCESO CONSTRUCTIVO DE CAJA PREFABRICADA PARA LA INFILTRACIÓN DE AGUAS PLUVIALES	PROPIETARIO Y/O CONTRATISTA UNAM OSCAR DEL VALLE LÓPEZ	NOMBRE DEL PROYECTO DETALLE INYECCIÓN Y ANCLAJE PARA CAJA DE INFILTRACIÓN	DISEÑO Y DIBUJO ODVL	ESC SIE	NÚMERO DE PLANO 2-C
				REVISÓ ODVL	FECHA MAYO 2015	



SECUENCIAL DE ARMADO DE PREFABRICADOS PARA CAJA DE INFILTRACIÓN



TESIS
Tema: PROCESO CONSTRUCTIVO
 DE CAJA PREFABRICADA PARA
 LA INFILTRACIÓN DE AGUAS
 PLUVIALES

PROPIETARIO Y/O CONTRATISTA
 UNAM
 OSCAR DEL VALLE LÓPEZ

NOMBRE DEL PROYECTO
 ISOMETRICO
 CAJA DE INFILTRACIÓN

DISEÑO Y DIBUJO
 ODVL

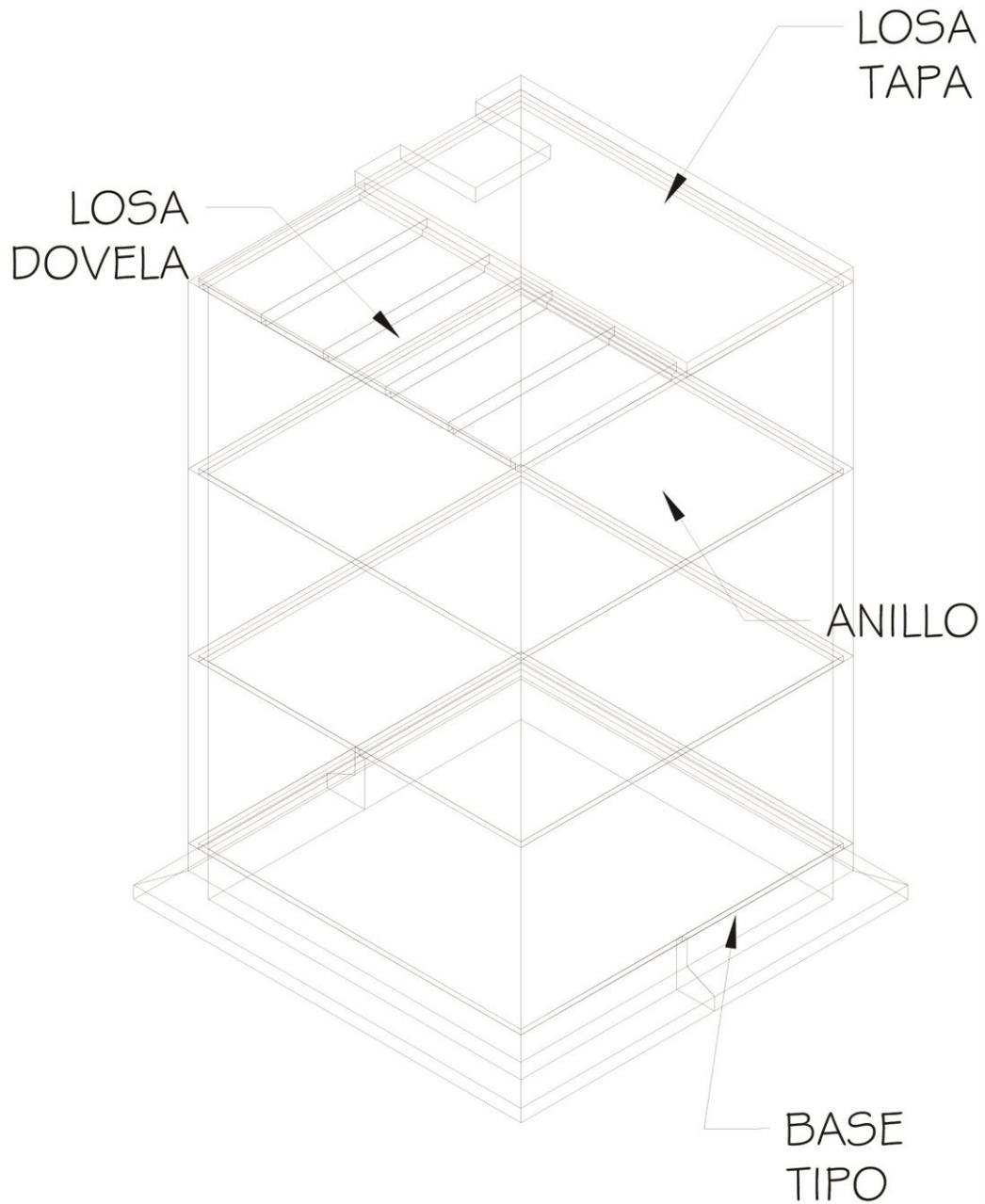
ESC
 SIE

NUMERO
 DE PLANO
ISO-1

REVISÓ
 ODVL

FECHA
 MAYO 2015

SECUENCIAL DE ARMADO DE PREFABRICADOS PARA CAJA DE INFILTRACIÓN



TESIS
Tema: PROCESO CONSTRUCTIVO
 DE CAJA PREFABRICADA PARA
 LA INFILTRACIÓN DE AGUAS
 PLUVIALES

PROPIETARIO Y/O CONTRATISTA
 UNAM
 OSCAR DEL VALLE LÓPEZ

NOMBRE DEL PROYECTO
 ISOMETRICO
 CAJA DE INFILTRACIÓN

DISEÑO Y DIBUJO
 ODVL

ESC
 SIE
REVISÓ
 ODVL

FECHA
 MAYO 2015

NUMERO
 DE PLANO
ISO-2