

CALIDRA
SIEMPRE AHÍ

GUÍA PRÁCTICA PARA LA CONSTRUCCIÓN



Guía Práctica para la Construcción

Elaboró:

Ing. Arq. Rosario Tovar Alcázar

Revisó:

Ing. Arturo García Silva

Agradecimientos:

Ing. Luis Riefkohl Heinrich †

Ing. Roberto Amorós Riefkohl

CALIDRA
SIEMPRE AHÍ



**Para aprender no es suficiente
con saber cómo hacer las cosas,
hay que hacerlas...**





Esta guía representa el interés de **Calidra** en proporcionar una referencia técnica de los procedimientos constructivos a seguir, principalmente en la edificación menor.

El proceso constructivo es extenso, por lo que esta edición aborda únicamente los conceptos básicos de un proyecto convencional. Considerando la importancia de la práctica constructiva, se describen cada una de las actividades a realizar en el proceso de obra y se recomienda el uso de la **CAL** en los puntos que así lo permiten. Esto, en virtud de que la cal en México tiene gran variedad de aplicaciones, que no sólo la han convertido en un material indispensable en toda construcción, sino que también, han consolidado su participación en diversos ámbitos como el industrial y el del cuidado del ambiente.

En nuestro país, el uso de la cal como cementante tuvo sus orígenes en la época prehispánica, ya que los vestigios encontrados revelan que la mayoría de las ciudades fueron construidas con este material, piedras de distinta morfología y tierra -en algunas ocasiones-.

Actualmente, los sistemas constructivos son cada vez más industrializados y la gama de productos disponibles en el mercado es mayor; sin embargo, no ha aparecido un material sustituto de la cal que brinde tantos beneficios a un costo tan accesible.

Calidra pretende ofrecer al lector de este ejemplar, referencias de fácil comprensión que le permitan levantar muros aún y cuando tenga poca experiencia en ello.

INTRODUCCIÓN

Considerando que se propone un formato simplificado, para la selección del contenido de esta Guía se dio preferencia a los conceptos de mayor interés y utilidad; es decir, a la información que puede ser un verdadero respaldo técnico para quien está interesado en el proceso constructivo.

Este documento establece en principio, una clasificación genérica y posteriormente el desarrollo de las actividades correspondientes a cada uno de los rubros.

Los apartados principales son:

- › Preliminares
- › Cimentación
- › Albañilería
- › Instalaciones
- › Acabados, trabajos complementarios y exteriores

Cada partida está compuesta por trabajos específicos, los cuales se describen tratando de respetar el orden de su ejecución. De igual forma, se listan los materiales a utilizar, así como los procedimientos constructivos a seguir. Finalmente, se hacen algunas recomendaciones para la obtención de mejores resultados.

En el caso -específico- de esta edición, se han integrado algunos trabajos referentes a lo que -eventualmente - se conoce como Bioconstrucción, estas opciones se inspiran en los sistemas constructivos tradicionales y se fundamentan en el uso de materiales naturales de bajo impacto ambiental; es decir, insumos poco industrializados que, por su condición y desempeño, contribuyen a la mitigación del deterioro del planeta.

Como conclusión, se presenta el apartado de la cal con una breve reseña de su origen, composición, características, aplicaciones más comunes y ciclo de vida; información esencial para conocer las bondades de este omnipresente material.

ÍNDICE

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO POR PARTIDAS

01

PRELIMINARES

Limpieza y desmonte del terreno	10
Secado, mejoramiento y estabilización de suelos arcillosos con cal	11
Trazo y nivelación	15
Excavaciones, acarreos y rellenos	18

02

CIMENTACIONES

Plantilla de cimentación	21
Cimiento de mampostería de piedra	24
Cimiento de concreto armado	25

03

ALBAÑILERÍA

Superestructura	29
1. Elementos estructurales de concreto armado	29
a) Trabes	29
b) Losas	29
c) Columnas	29
d) Muros	29
e) Rampas de escalera	29
2. Elementos de apoyo estructural de concreto armado	31
a) Cadenas de desplante o liga	31
b) Cadenas de remate o cerramiento	31
c) Castillos	33

Muros	35
1. Muros de tabique rojo recocido	35
2. Muros de block de concreto hueco	37
3. Muros de piedra	39
4. Muros de tierra compactada -tapial-	40
5. Muros de adobe	42
6. Muros de block de tierra comprimida -BTC-	44
7. Muros de hempcrete	46
Aplanados y recubrimientos en muros	49
1. Repellado con mezcla de cemento-cal hidratada-arena	49
2. Aplanado fino con mezcla de cal hidratada-arena	49
3. Aplanado con mezcla de cemento-cal hidratada-polvo de mármol	49
4. Aplanado de tierra y cal	52
5. Azulejo / losetas en muros	54
6. Recubrimiento de piedra natural en muros	56
7. Recubrimiento de piedra artificial en muros	58
Bases	60
1. Relleno en entrepisos	61
2. Firme de concreto armado	62
3. Solera de cal (piso)	64
4. Escalones de tabique rojo recocido o precolados	66
Recubrimientos en pisos	68
1. Pisos de loseta de granito	68
2. Pisos de loseta de mármol	70
3. Pisos de loseta de barro vidriado y natural	72

Relleno, entortado y enladrillado	74
1. Relleno de tepojal (cacahuatillo).....	74
2. Entortado acabado fino pulido.....	74
3. Enladrillado.....	77
Techos y cubiertas	80
1. Losas de concreto -impermeables-.....	80
2. Bóvedas de adobe y ladrillo.....	80
3. Terrado sobre vigas de madera.....	82
Impermeabilización	84
1. Impermeabilización con cal hidratada, jabón y alumbre.....	84
2. Impermeabilización con material emulsionado.....	86

04

INSTALACIONES

Instalaciones hidráulicas.....	89
Instalaciones sanitarias.....	89
Instalaciones eléctricas.....	90
Instalaciones especiales.....	90

05

ACABADOS, TRABAJOS COMPLEMENTARIOS Y EXTERIORES

Yesería	92
Aplanado de yeso en columnas, trabes, muros y plafones.....	92
Tirol, pasta texturizada, estuco y tadelakt	94
1. Tirol rústico en plafones.....	94
2. Tirol planchado en muros.....	94
3. Pasta texturizada.....	96

4. Estuco.....	97
5. Tadelakt	101
Pinturas	103
1. Pintura de cal hidratada	104
2. Pintura natural.....	106
3. Pintura vinil acrílica	108
4. Pintura vinílica.....	108
5. Encalado convencional.....	109
6. Jabelga	110
Guarniciones, banquetas y andadores	112
1. Guarniciones de concreto	112
2. Banquetas y andadores de concreto.....	113
Herrería	116
Carpintería y cerrajería	116
Jardinería	116

06

ANEXOS

Apéndice de la cal.....	118
Ciclo de vida de la cal	122
Agregados pétreos.....	123
Especificaciones y dosificación del concreto.....	125
Elementos estructurales y de apoyo estructural para sistemas de bajo impacto ambiental.....	127
Lineamientos de higiene y seguridad en la obra	134

07

GLOSARIO	137
-----------------------	-----

08

BIBLIOGRAFÍA	142
---------------------------	-----

01

PRELIMINARES



PRELIMINARES

Los preliminares son aquellas actividades que se ejecutan para habilitar el terreno en donde se realizará la obra.

Limpeza y desmonte del terreno

La limpieza del terreno es el retiro de basura, arbustos, hierba, escombros y desperdicios que existen en el lugar, se realiza con la intención de preparar la superficie donde se construirá.

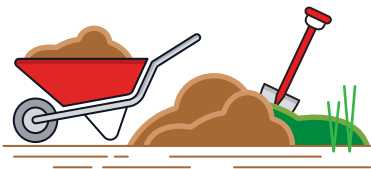
MATERIALES



cal
hidratada



agua



Procedimiento

El desmonte o desyerbe contempla el retiro de maleza, plantas y en general toda la vegetación, con excepción de los árboles.

El despalme consiste en retirar la capa superficial de tierra (materia orgánica), la cual por sus características no es adecuada para el desplante de una construcción.

Es necesario identificar el tipo de suelo para seleccionar la herramienta y/o el equipo a utilizar en estos trabajos.

Clasificación de los suelos:

- a) **Terreno suave.** Presenta aspecto húmedo y suelto; la pala se clava simplemente arrojándola.
- b) **Terreno regular.** De consistencia blanda, se ataca fácilmente con pala.

- c) **Terreno intermedio.** Tiene un aspecto más sólido y sólo permite su intervención con pala y zapapico.
- d) **Terreno duro.** De gran consistencia, su excavación se realiza a presión y para ello se utiliza básicamente el zapapico.

Una vez que se conoce el tipo de suelo, se puede determinar si es viable el uso de cal viva o hidratada para el tratamiento del suelo.

Recomendaciones

- El material producto de la limpieza debe sacarse de la obra o colocarse en un lugar donde no estorbe.
- Si se determina que los árboles deben respetarse, es necesario protegerlos para no dañarlos.
- No es recomendable la quema de material producto de estos trabajos.

Secado, mejoramiento y estabilización de suelos arcillosos con cal

Una vez que se ha llevado a cabo la limpieza y desmonte del terreno es importante asegurarse de que el terreno sobre el que se va a edificar tiene la capacidad de carga necesaria para recibir la estructura.

Un suelo apto para construir se compacta fácilmente mojando la superficie y utilizando una herramienta llamada pisón con la cual se va a ejercer una fuerza sobre el terreno logrando su compactación. Si el suelo al ser mojado y recibir la presión no se compacta y tiene una consistencia chiclosa o arcillosa se debe de mejorar con el uso de cal.

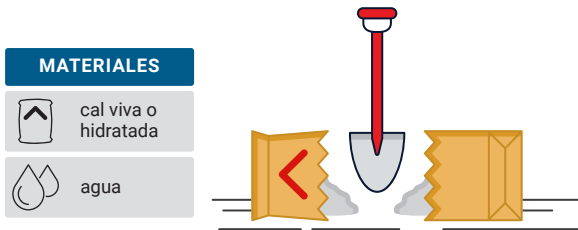
Este proceso de transformación del suelo que permite la compactación de los materiales base del terreno se llama estabilización de suelos, con ello se obtiene un incremento en la resistencia y su capacidad de carga, así como la disminución de absorción de agua y a los cambios de volumen.

Para tratar un suelo arcilloso se utiliza cal en diferentes proporciones y tipos dependiendo del objetivo, el nivel más bajo de tratamiento se utiliza únicamente para secar y modificar los suelos temporalmente; este mejoramiento produce una base más estable para trabajar o bien

para habilitar caminos provisionales y se considera necesario cuando existe un suelo saturado de agua; sin embargo, para conseguir este efecto se recomienda el uso de cal viva, con la intención de que el calor que ésta desprende al entrar en contacto con la humedad del suelo, propicie su secado mediante la evaporación.

El nivel más alto de tratamiento es aquel que se respalda con pruebas de laboratorio, diseño y técnicas de construcción adecuadas, éste produce una estabilización permanente de los suelos haciéndolos aptos para soportar cualquier tipo de construcción.

La estabilización del terreno requiere la adición de cal en distinta proporción, con el objetivo de que el suelo alcance resistencias más altas. Por lo general, las arcillas y tierras con alto grado de expansión son neutralizadas con la cal; formando una mezcla de suelo natural, lo que permite obtener a los pocos días resistencias mayores a las del mismo suelo compactado sin cal.



Procedimiento

Si lo que se requiere es el mejoramiento de un terreno arcilloso seco, se prepara una lechada de cal adicionándola uniformemente a la superficie. Para lograr la compactación en un terreno con presencia de humedad, sólo se necesita la adición de cal sobre la superficie del terreno hasta obtener el porcentaje óptimo de humedad y la compactación requerida. Esta adición puede ser entre 4 y 12 kg de cal por m^2 de superficie.

La estabilización de suelos se realiza con la incorporación de cal en el terreno a una profundidad de 20 a 40 cm considerados a partir del nivel

previamente establecido, se mezclan uniformemente el suelo y la cal viva o hidratada, se añade suficiente agua y se termina con una compactación de la superficie usando un pisón o maquinaria para compactar dependiendo de la extensión del área. Si la humedad del suelo es un 3% superior a la humedad óptima, el uso de cal viva es inminente.

En el caso del secado de suelos, lo usual es el suministro de cal viva ya sea en polvo o bien, en terrón; por lo regular, la cantidad a utilizar está en función del porcentaje de agua presente en el suelo.

Mejoramiento de suelos

Se considera una capa de 10 cm de profundidad, para áreas de tránsito o caminos temporales.

CONDICIONES DEL SUELO	CAL kg/m ²	AGUA (l.)	OBSERVACIONES
seco	7	20	El suelo deberá ser picado y aflojado aproximadamente a 5 cm de profundidad a fin de que la lechada de cal hidratada, penetre y el suelo pueda ser posteriormente compactado
húmedo	7	10	
saturado	7	0	Aplicación directa de la cal hidratada sobre el suelo, picando o simulando un arado para que la cal hidratada se incorpore con el suelo

Nota: Para obtener mejores resultados y facilitar la aplicación de la cal, se deben realizar los trabajos cuando el suelo esté seco o húmedo.

Estabilización de suelos

Edificaciones de 1 planta: Se considera la estabilización del suelo a 20-30 cm de profundidad.

Edificaciones de 2 plantas: Se considera la estabilización del suelo a 40 cm de profundidad, estabilizando en 2 fases en espesores de 20 cm cada una.

PROFUNDIDAD	CAL kg/m ²	AGUA (l.)	OBSERVACIONES
20 cm	13 a 15	La necesaria para humedecer el suelo con cal hidratada	La mezcla de suelo, cal hidratada y agua deberá tener una apariencia granular que permita ser compactada sin expulsar agua.
30 cm	15 a 17		

Nota: A diferencia del mejoramiento, la estabilización se realiza mezclando la cal con el suelo en seco, aplicando posteriormente el agua y apisonando al final.

Recomendaciones

- La cantidad de agua a agregar debe de ser la suficiente para mantener el material húmedo y no en exceso, ya que se debe evitar la formación de lodos.
- Se debe obtener una mezcla uniforme entre la cal hidratada y el suelo.
- Si se requiere hacer un cálculo preciso de la cantidad de cal hidratada a utilizar por m² en la estabilización de suelos, se recomienda realizar la Prueba de Eades & Grim.

Método de Prueba de Eades & Grim

El objetivo de este método es proporcionar una referencia más precisa de la cantidad de cal que debe ser adicionada para lograr una estabilización de suelos arcillosos; sin embargo, es importante realizar pruebas de laboratorio para verificar la capacidad de carga final del suelo estabilizado.

1. Tomar una muestra de suelo seco o húmedo de aproximadamente 2 kg y almacenar en bolsa o envase de plástico herméticamente cerrado; secar el suelo durante 24 horas a 110° C (de preferencia).
2. Tamizar la muestra con una malla No. 40 (425 micras) procurando desbaratar todos los grumos manualmente para hacer pasar todo el material a través de la malla.

3. Pesar una serie de 5 muestras de 20 g cada una y colocarlas en frascos individuales con tapa roscada.
4. Pesar por separado una serie de muestras de cal equivalentes al 3, 4, 5, 6 y 7% del peso de la muestra de suelo.
5. Adicionar a cada uno de los frascos una de las muestras de cal y marcar cada frasco con la cantidad adicionada.
6. Mezclar perfectamente las muestras de suelo y cal en los frascos.
7. Agregar 100 ml de agua a cada uno de los frascos, utilizar de preferencia agua -de la que será utilizada en la obra-, cerrar perfectamente cada frasco y agitar vigorosamente por lapsos de 30 segundos cada 10 minutos, durante 1 h.
8. Posteriormente, se medirá el pH de la solución obtenida con ayuda de un medidor de pH digital o de tiras de papel (con escala 1-14).

Interpretación:

- La mezcla que arroje como resultado un pH de 12.4, indica el porcentaje de cal que ha de ser adicionado al suelo para lograr una estabilización completa.
- Si 2 mezclas arrojan resultados iguales de 12.4, se considera como referencia el porcentaje de adición menor.
- Si ninguna muestra reporta un $\% \geq 12.4$, se deben preparar otras muestras, utilizando $\%$ más elevados de cal (8, 9, 10%...) hasta conseguir el pH requerido.







Ref. Apéndice Norma ASTM C977-03

Trazo y nivelación

El trazo consiste en marcar sobre el terreno las medidas y ejes a seguir en la ejecución de los trabajos.

La nivelación se trata de fijar los niveles sobre los cuales se desplanta o inicia la construcción, para ello se necesitan marcar las referencias correspondientes que permitan su clara identificación y seguimiento.

MATERIALES

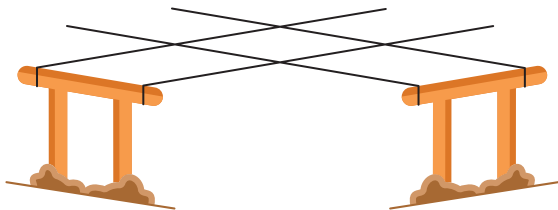
	cal hidratada		hilo		madera
	clavos		pintura de esmalte		manguera transparente

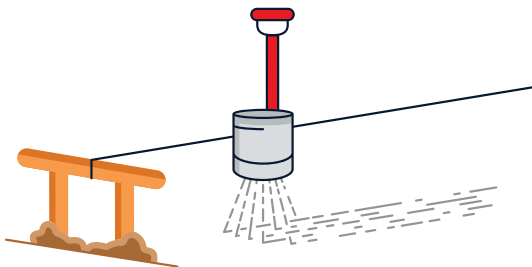
Procedimiento

Los trazos y alineamientos, así como los niveles sobre los que se trabajará son establecidos previamente.

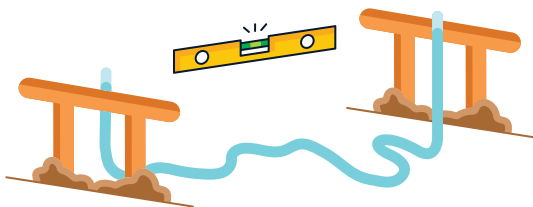
En el trazo de la obra es necesario delimitar con precisión el terreno y tomar como guía una o dos líneas de colindancia, clavando dos estacas en sus extremos y tendiendo un hilo entre ellos, que no debe moverse cuando se haga el trazo con cal hidratada.

Durante el proceso de trazo es importante determinar sobre la superficie unas líneas que formen un ángulo de 90° , por medio del método 3-4-5 o con una escuadra de madera -elaborada para tal fin-. Esta acción se realiza para marcar los ejes que van a ser perpendiculares o paralelos a los hilos que se han tomado como punto de partida. Condición que permite la delimitación de las áreas que se deben excavar y dan origen a las cepas o zanjas de cimentación, esto se hace midiendo la mitad del ancho total del cemento a cada lado del hilo y tendiendo hilos paralelos a éste.





En el caso de los cimientos de colindancia con otras construcciones o terrenos, la cepa o zanja se marca de un solo lado del hilo y se trazan estas líneas con cal hidratada, procurando que al quitar los hilos no se muevan las estacas, ya que sirven también para el trazo de los ejes en muros y otros elementos.



Para establecer las referencias de los niveles se elaboran bancos de nivel y se colocan las marcas necesarias, procurando que su localización sea adecuada para evitar cualquier tipo de desplazamiento. Para trasladar niveles, se llena una manguera con agua dejando libres de 10 a 15 cm en cada extremo procurando que no queden burbujas de aire en su interior, se hace una marca, se coloca un extremo de la manguera cerca del nivel base -establecido previamente- y se lleva el otro extremo hasta el punto en donde se desee retomar el nivel especificado. Esto es posible ya que el agua siempre tiene el mismo nivel.

Recomendaciones

- Se debe considerar desde el trazo de la obra, el nivel de piso terminado; el cual queda aproximadamente 25 ó 30 cm por arriba del nivel del terreno, con la intención de evitar inundaciones y la aparición de humedad en los muros.
- Se deben rectificar los trazos asegurándose que las medidas tomadas entre los hilos coincidan con las indicadas y que los ejes sean perpendiculares entre sí.

Excavaciones, acarreo y rellenos

Las excavaciones son la extracción de tierra en secciones previamente marcadas en el terreno, dan origen a las cepas o zanjas que alojarán los cimientos de la construcción.

El proceso de acarreo es el retiro del suelo resultado de la excavación y otros trabajos preliminares.

El relleno es el llenado de las cepas o zanjas posterior a la cimentación, con el material producto de la excavación.

Procedimiento

Para la excavación y corte del terreno, se fijan -con anterioridad- las dimensiones y niveles a considerar.

El ancho y profundidad de las excavaciones deben ser adecuados a las dimensiones de los cimientos.

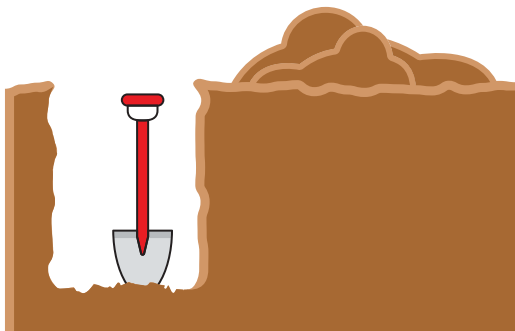
Antes de efectuar cualquier trabajo de excavación, se establece la forma de extracción del material; ya sea por medio manual o mecánico.

Terminada la cimentación, las cepas o zanjas se rellenan con tierra producto de la excavación; el relleno se hace en capas de 20 cm de espesor aproximadamente, dando simultáneamente al material la humedad necesaria para obtener la compactación requerida.

Para el acarreo del material sobrante de los trabajos ejecutados, se marcan previamente las circulaciones de acceso, salida y transportación con la finalidad de simplificar su traslado.

Recomendaciones

- Es necesario nivelar la superficie del suelo -dentro de la cepa o zanja- para controlar los posibles movimientos que se llegaran a registrar.



02

CIMENTACIONES



CIMENTACIONES

La cimentación es el elemento destinado a transmitir el peso de la construcción y distribuir al terreno las cargas procedentes de la estructura.

Toda construcción debe ser soportada por una cimentación apropiada, que satisfaga todas las medidas de seguridad y funcionamiento, por lo que es necesario analizar el suelo y calcular el peso de la construcción antes de decidir el tipo de cimentación a realizar.

Las cimentaciones se dividen en superficiales y profundas.

PLANTILLA DE CIMENTACIÓN

Es el elemento intermedio entre el suelo y la cimentación, se coloca en el fondo de la cepa o zanja para ofrecer una superficie nivelada que permita el desplante de los cimientos; es básicamente una superficie de contacto firme y uniforme.

La plantilla puede ser de pedacería de tabique o de concreto simple, según sea la resistencia requerida.

Plantilla de pedacería de tabique

MATERIALES



cal
hidratada



arena
y agua



pedacería
de tabique

Procedimiento

Se realiza colocando pedacería de tabique en la cepa en forma plana, con un espesor aproximado de 6 a 7 cm tratando de dejar el menor número de huecos posible; sin embargo, los que surjan se rellenan con mezcla de cal hidratada-arena y se apisona la superficie.



1
saco +

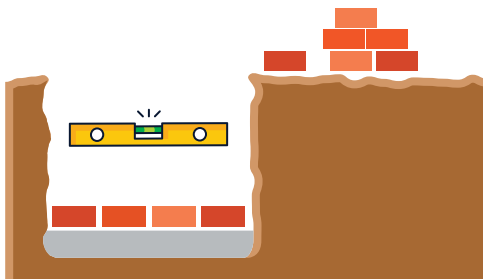


4 a 6 botes
arena +



agua
necesaria

• Mayor adherencia • Menos agrietamientos • Mejor trabajabilidad



Plantilla de concreto simple

MATERIALES



cal viva o
hidratada



cemento



agua



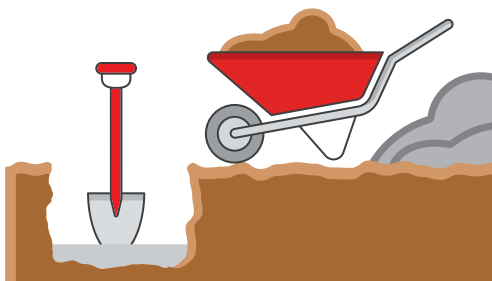
grava



arena

Procedimiento

Se prepara concreto simple, se vacía en la cepa y se extiende dando un espesor mínimo de 5 cm, se nivela con una regla o pedazo de madera.



Un batch (f'c)=100 kg/cm ²		Para 1 m ³ de concreto (f'c)=100 kg/cm ²	
cal hidratada saco 25 kg	1	cal hidratada (kg)	120
cemento saco 50 kg	1/2	cemento (kg)	120
arena bote (18 l.)	6	arena (kg)	780
grava bote (18 l.)	7	grava (kg)	812
agua bote (18 l.)	la necesaria	agua (kg)	la necesaria

Nota: El comportamiento de la mezcla puede variar de acuerdo al tipo de agregado utilizado.

Recomendaciones

- La superficie del terreno donde se coloca la plantilla debe estar exenta de troncos, raíces, hierbas y demás cuerpos extraños que dificulten el trabajo.

- Antes de colar la plantilla se humedece la superficie del terreno de desplante.
- **La adición de cal hidratada al concreto otorga múltiples beneficios en su comportamiento y manejo; mismos que pueden conocerse en el apartado de ESPECIFICACIONES Y DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO, incluido al final de este ejemplar.**

CIMIENTO DE MAMPOSTERÍA DE PIEDRA BRAZA

MATERIALES



piedra
braza



cal
hidratada



arena
y agua

Procedimiento

Las piedras se deben mojar, previo a su colocación para evitar que absorban el agua de la mezcla. Una vez que se conocen las dimensiones de la cimentación, se pasan hilos a la altura de la corona de la cimentación para tener una guía y facilitar la superposición de las piedras.

Las piedras de mayor tamaño se colocan en la parte inferior. Se acomodan de forma cuatrapeada; es decir, alternando las juntas verticales con las horizontales, cuidando que se asienten bien una con otra.

Al colocar las piedras deben rellenarse todos los huecos que queden entre ellas, esto se hará con mezcla de cal hidratada-arena y piedras pequeñas.



1
saco



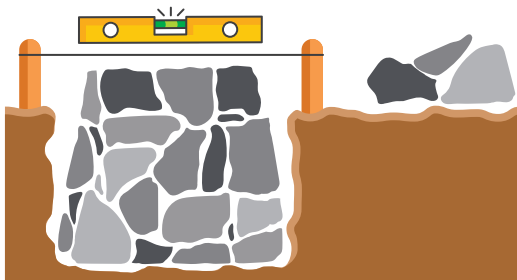
3 a 5 botes
arena



agua
necesaria

• Mayor adherencia • Menos agrietamientos • Mejor trabajabilidad

En los cruces y esquinas de la cimentación se dejan piedras grandes salidas para amarrar con el cimiento que se planea llegue en otro sentido.



Recomendaciones

- La piedra braza debe estar limpia, presentar caras planas, ser dura, pesada y resistente a la intemperie.
- Las juntas entre piedra y piedra no deben tener más de 2.5 cm de espesor.
- Es importante considerar los pasos de drenaje y registros, antes de elaborar los cimientos.

CIMIENTO DE CONCRETO ARMADO

MATERIALES					
	acero de refuerzo (varilla)		alambre recocado		silletas o separadores de concreto
	madera		cal hidratada		cemento
	arena y grava		agua		aditivos

Procedimiento

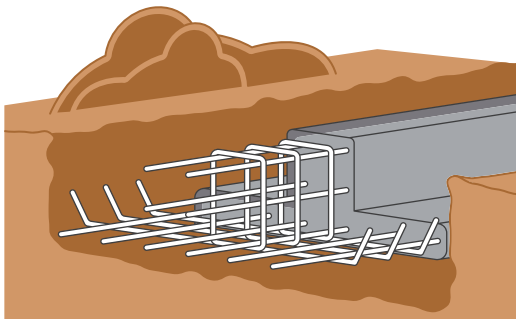
En la realización de este elemento es necesario revisar el apartado de ESPECIFICACIONES Y DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO incluido al final de este ejemplar, para obtener una mayor referencia de los pasos a seguir, considerando que éstos deben adecuarse a las dimensiones y características que se requieran.

Se arma una parrilla con el acero de refuerzo (varilla) amarrando los cruces o empalmes con alambre recocido. El armado se hace a lo largo de la cepa y se apoya sobre silletas, de esta manera se asegura contra desplazamientos. Este armado debe estar perfectamente alineado; es decir, a nivel y a plomo (sentido horizontal y vertical) para proceder al colado.

Previo al colado se coloca la cimbra, la cual debe satisfacer las condiciones de estabilidad y acabado, además de respetar la forma, líneas y niveles establecidos.

El concreto se elabora de acuerdo con la resistencia a la compresión mínima requerida.

Si se adiciona cal hidratada al concreto, considerar que el tiempo de descimbrado o retiro de la cimbra debe ser mayor, dado que el fraguado es ligeramente más lento.



Recomendaciones

- Es necesario que la dosificación de los materiales a utilizar en la elaboración del concreto se derive del resultado de las pruebas efectuadas por un laboratorio o bien, que se consideren las proporciones sugeridas por el fabricante de cemento.
- El humedecido para controlar el fraguado de las superficies coladas, se hace con agua limpia.
- **La adición de cal hidratada al concreto otorga múltiples beneficios en su comportamiento y manejo; mismos que pueden conocerse en el apartado de ESPECIFICACIONES Y DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO.**

03

ALBAÑILERÍA



ALBAÑILERÍA

SUPERESTRUCTURA

La superestructura es toda construcción que se asienta y apoya sobre la infraestructura o cimentación. Es todo elemento que se desplanta del nivel del suelo hacia arriba.

1. Elementos estructurales de concreto armado

a) Trabes

Son elementos horizontales de sección rectangular que ligan las columnas entre sí y transmiten las cargas que reciben de las losas y los muros que están sobre ellas. Se utilizan cuando la losa no se puede apoyar sobre los muros.

b) Losas

Son elementos horizontales planos que en conjunto con las columnas y trabes canalizan las cargas que actúan en ellas, tanto vivas como muertas.

c) Columnas

Son elementos verticales de soporte que transmiten las cargas que reciben de las losas y las trabes hasta la cimentación. Su sección puede ser cuadrada, rectangular o circular.

d) Muros de concreto

Son elementos verticales que soportan a la losa de entrepiso y azotea. Ofrecen rigidez a la estructura.

e) Rampas de escalera.

Son la base o losa que sostiene a los escalones.

03

ALBAÑILERÍA

MATERIALES

	acero de refuerzo (varilla)		alambre recocido		silletas o separadores de concreto
	madera y perfiles metálicos		cal hidratada		cemento
	arena y grava		agua		aditivos

Procedimiento

En la realización de cualquiera de los elementos anteriormente citados es necesario revisar el apartado de ESPECIFICACIONES Y DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO incluido al final de este ejemplar, para obtener una mayor referencia de los pasos a seguir, considerando que éstos deben adecuarse a las dimensiones y características que se requieran.

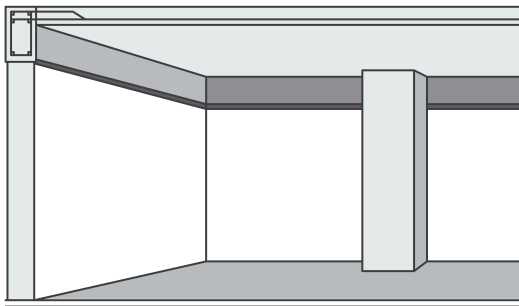
Se habilita un armado con el acero de refuerzo (varilla), amarrando los cruces o empalmes con alambre recocido. El armado se hace a lo largo de la sección correspondiente y se apoya en puntos específicos, de esta manera se asegura contra desplazamientos.

Este armado debe estar perfectamente alineado; es decir, a nivel y a plomo (sentido horizontal y vertical) para proceder al colado.

Previo al colado se coloca la cimbra, la cual debe satisfacer las condiciones de estabilidad y acabado, además de respetar la forma, líneas y niveles establecidos.

El concreto se elabora de acuerdo con la resistencia a la compresión mínima requerida, según sea el elemento a colar.

Si se adiciona cal hidratada al concreto, considerar que el tiempo de descimbrado o retiro de la cimbra debe ser mayor, dado que el fraguado es ligeramente más lento.



Recomendaciones

- Es necesario que la dosificación de los materiales a utilizar en la elaboración del concreto se derive del resultado de las pruebas efectuadas por un laboratorio o bien, que se consideren las proporciones sugeridas por el fabricante de cemento.
- El humedecido para controlar el fraguado de las superficies coladas, se hace con agua limpia.
- **La adición de cal hidratada al concreto otorga múltiples beneficios en su comportamiento y manejo; mismos que pueden conocerse en el apartado de ESPECIFICACIONES Y DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO.**

2. Elementos de apoyo estructural de concreto armado

a) Cadenas de desplante o liga

Elementos horizontales que se realizan sobre las coronas de los cimientos, su función es la de proporcionar una superficie adecuada para desplantar los muros, además de absorber pequeños hundimientos de la cimentación.

b) Cadenas de remate o cerramiento

Elementos horizontales que limitan la altura libre de los muros, funcionan como cerramientos de puertas y ventanas mejorando considerablemente la rigidez del muro, al conformar en conjunto con los castillos un marco o cuadrícula de concreto armado o reforzado.

MATERIALES

	acero de refuerzo (varilla)		alambre recocado		silletas o separadores de concreto
	madera y perfiles metálicos		cal hidratada		cemento
	arena y grava		agua		aditivos

Procedimiento

En la realización de cualquiera de los elementos anteriormente citados es necesario revisar el apartado de ESPECIFICACIONES Y DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO incluido al final de este ejemplar, para obtener una mayor referencia de los pasos a seguir, considerando que éstos deben adecuarse a las dimensiones y características que se requieran.

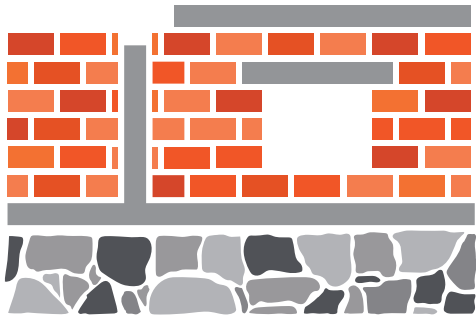
Se habilita un armado con el acero de refuerzo (varilla) amarrando los cruces o empalmes con alambre recocido. El armado se hace a lo largo de la sección correspondiente y se apoya en puntos específicos, de esta manera se asegura contra desplazamientos.

Este armado debe estar perfectamente alineado; es decir, a nivel y a plomo (sentido horizontal y vertical) para proceder al colado.

Previo al colado se coloca la cimbra, la cual debe satisfacer las condiciones de estabilidad y acabado, además de respetar la forma, líneas y niveles establecidos.

El concreto se elabora de acuerdo con la resistencia a la compresión mínima requerida, según sea el elemento a colar.

Si se adiciona cal hidratada al concreto, considerar que el tiempo de descimbrado o retiro de la cimbra debe ser mayor, dado que el fraguado es ligeramente más lento.



Recomendaciones

- Deben construirse cadenas de concreto sobre el coronamiento de los cimientos de mampostería de piedra braza para el desplante de muros, remates o cerramiento de pretilas y muros.
- Se coloca una cadena de concreto en todo extremo horizontal del muro a menos de que este último esté ligado a un elemento de concreto reforzado de por lo menos 15 cm de peralte y en el interior del muro a una separación no mayor de 3 m.
- Previo al colado de las cadenas se deben anclar los armados de los castillos.
- Se pueden impermeabilizar las cadenas de cimentación para que la humedad del suelo no suba a los muros.
- **La adición de cal hidratada al concreto otorga múltiples beneficios en su comportamiento y manejo; mismos que pueden conocerse en el apartado de ESPECIFICACIONES Y DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO.**

c) Castillos

Son refuerzos verticales que evitan el flambéo (curvatura) en los muros, sirven como protección en esquinas y aumentan la capacidad de carga.

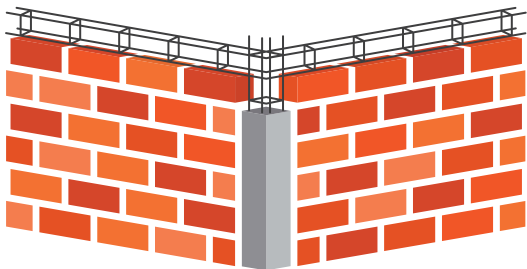
MATERIALES

	acero de refuerzo (varilla)		alambre recocido		silletas o separadores de concreto
	madera y perfiles metálicos		cal hidratada		cemento
	arena y grava		agua		aditivos

Procedimiento

En la realización del elemento anteriormente citado es necesario revisar el apartado de ESPECIFICACIONES Y DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO incluido al final de este ejemplar, para obtener una mayor referencia de los pasos a seguir, considerando que éstos deben adecuarse a las dimensiones y características que se requieran.

Se habilita un armado con el acero de refuerzo (varilla) amarrando los cruces o empalmes con alambre recocido. El armado se hace a lo largo



de la sección correspondiente y se apoya en puntos específicos, de esta manera se asegura contra desplazamientos.

Este armado debe estar perfectamente alineado; es decir, a nivel y a plomo (sentido horizontal y vertical) para proceder al colado.

Previo al colado se coloca la cimbra, la cual debe satisfacer las condiciones de estabilidad y acabado, además de respetar la forma, líneas y niveles establecidos.

El concreto se elabora de acuerdo con la resistencia a la compresión mínima requerida, según sea el elemento a colar.

Si se adiciona cal hidratada al concreto, considerar que el tiempo de descimbrado o retiro de la cimbra debe ser mayor, dado que el fraguado es ligeramente más lento.

Recomendaciones

- Es necesario que la dosificación de los materiales a utilizar en la elaboración del concreto se derive del resultado de las pruebas efectuadas por un laboratorio o bien, que se consideren las proporciones sugeridas por el fabricante de cemento.
- El humedecido para controlar el fraguado de las superficies coladas, se hace con agua limpia.
- Se construyen castillos a ambos lados de los vanos de las puertas y ventanas siempre y cuando no existan elementos estructurales colindantes que los sustituyan en su función.

- Los castillos también son necesarios en los extremos de todos los muros aislados. Los castillos se construyen con las dimensiones de sección, armado y tipo de acero de refuerzo requerido.
- Se colocarán castillos en los extremos de los muros y en puntos intermedios del mismo a una separación no mayor de 1.5 veces su altura ó 4 m como máximo.
- Previamente al colado, se deben humedecer los elementos contiguos al castillo por colar.
- El tipo de acabado del castillo puede ser aparente o común.
- **La adición de cal hidratada al concreto otorga múltiples beneficios en su comportamiento y manejo; mismos que pueden conocerse en el apartado de ESPECIFICACIONES Y DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO.**

MUROS

Los muros son elementos verticales, tipo placa cuya función es delimitar espacios, así como soportar cargas y empujes.

Existen muros divisorios (fijos o móviles) que son los que aíslan o separan un área determinada, deben tener características acústicas, térmicas, impermeables, resistentes a la fricción o impacto y servir como límite entre espacios. Los muros de carga trabajan a compresión y funcionan de forma semejante a una columna, ya que reciben y transmiten a la cimentación las cargas generadas en niveles superiores.

Los muros mixtos cumplen con ambas funciones.

Los muros de contención están sujetos a tensión ya que soportan empujes horizontales, se utilizan para contener aire, agua o tierra, esto gracias a su diseño que les permite tener una mayor resistencia.

1. Muros de tabique rojo recocido

MATERIALES



tabique
de barro
recocido



cal
hidratada



arena
y agua

Procedimiento

Para muros construidos con tabique de barro recocido se debe usar mezcla de cal hidratada-arena.



1
saco

+



4 a 6 botes
arena

+

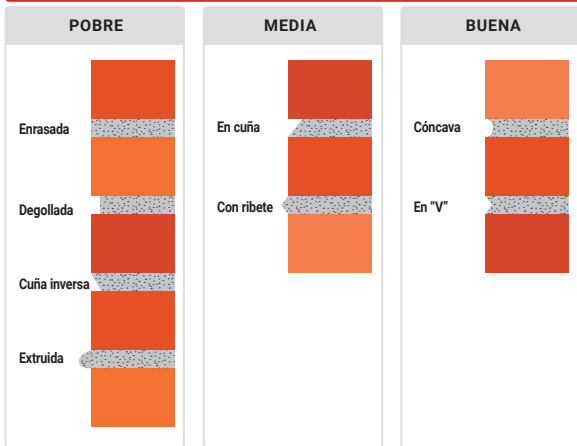


agua
necesaria

- Mayor adherencia
- Menos agrietamientos
- Mejor trabajabilidad
- Buena opción en zonas cálidas
- Juntas más impermeables

Previamente a su colocación, los tabiques se deben saturar con agua, a fin de evitar pérdidas de ésta durante el fraguado de la mezcla. Al ser aplicada debe repetirse esta acción de manera que, al asentar el tabique, la junta resulte homogénea y de espesor uniforme.

TIPOS DE JUNTAS



Se debe poner un hilo de lado a lado de lo que será el muro, ya que esto ayuda a tener una correcta alineación de las piezas.

Una vez que se termina la primera hilada, se sube el hilo a la segunda fila y se continúa la colocación, vigilando constantemente que el hilo se conserve siempre de forma horizontal.

Los tabiques de hiladas contiguas deben cuatrarse, las juntas verticales deben construirse a plomo y las horizontales a nivel.

El espesor de las juntas tanto verticales como horizontales no debe ser mayor de 1.5 cm ni menor de 0.5 cm.

Para muros con acabado aparente, las juntas se marcan con objeto de que queden bien delineadas y selladas.

Los tabiques colocados en las orillas del muro deben despuntarse para formar dentellones (piezas sobresalientes) y facilitar el amarre o fijación de los castillos adyacentes.

Recomendaciones

- Con objeto de evitar desplomes y derrumbes, no deben levantarse muros a una altura mayor de 2 m sin que se hayan construido los castillos adyacentes.
- Deben considerarse previamente los vanos para puertas y ventanas.

2. Muros de block de concreto hueco

MATERIALES



blocks de
concreto
hueco



acero de
refuerzo
(varilla)



cal
hidratada



cemento



arena



agua

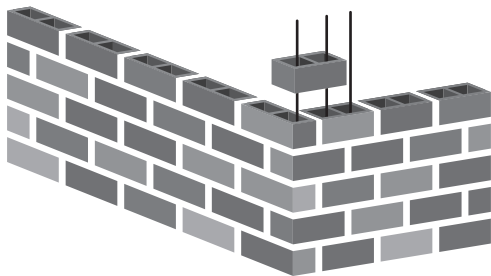
Procedimiento

Para la colocación de block hueco se elabora una mezcla de cal hidratada-cemento-arena.

Durante la construcción de los muros al colocarse cuatrapeados los blocks, los huecos deben coincidir para que puedan colarse castillos integrales de sección transversal uniforme.

El acero de refuerzo horizontal y vertical debe ser de escalerilla de alambre del no. 2 y varilla de 3/8", respectivamente.

El espesor de las juntas tanto verticales como horizontales no debe ser mayor de 1.5 cm ni menor de 0.5 cm.



1 saco + 3 paladas cemento* + 18l. 3 a 5 botes arena + agua necesaria

- Mayor adherencia
- Menos agrietamientos
- Mejor trabajabilidad
- Juntas más impermeables

Nota: La cantidad de arena podrá incrementarse hasta 6 botes; dependiendo del tipo y la zona. Se recomienda realizar pruebas antes de utilizar la proporción recomendada.

Recomendaciones

- El refuerzo vertical en el interior del muro debe ser con una separación no mayor a 6 veces el espesor del muro, ni mayor de 80 cm. El refuerzo de escalerilla de alambre se debe colocar a cada 3 ó 4 hiladas.
- Deben considerarse previamente los vanos para puertas y ventanas.
- * Si se requiere aglizar el fraguado, considerar la inclusión del cemento; de lo contrario, la mezcla puede funcionar sólo con cal hidratada y arena.

3. Muros de piedra

MATERIALES



piedra



cal
hidratada



arena
y agua

Procedimiento

Para muros construidos con piedra se debe usar mezcla de cal hidratada-arena, razón por la cual, a este sistema constructivo se le conoce -desde la antigüedad- con el nombre de cal y canto; básicamente porque es la superposición de piedras (canto) pegadas con cal.

Las piedras se deben mojar, previo a su colocación para evitar que absorban el agua de la mezcla. Una vez que se conoce el espesor del muro, se pasan hilos para tener una guía y facilitar la colocación de las piedras.

Se mezclan en seco los materiales; arena con cal hidratada, para posteriormente añadir agua -haciendo una mezcla fluida y manejable-.



1
saco

+



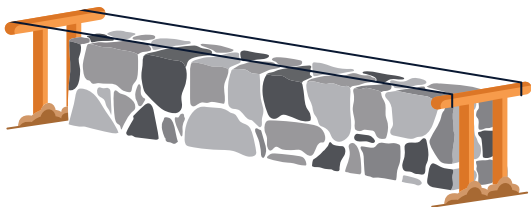
4 a 6 botes
arena

+



agua
necesaria

- Mayor adherencia
- Menos agrietamientos
- Mejor trabajabilidad
- Juntas más impermeables



Una vez que se consigue uniformidad en la mezcla, se incluyen pequeñas piedras con la intención de rellenar las cavidades que se generen entre las piedras principales.

Las piedras se acomodan de forma cuatrapeada; es decir, alternando las juntas verticales con las horizontales, cuidando que embonen una con otra. Al ser aplicada la mezcla se deben asentar las piedras, para que la junta resulte homogénea y de espesor constante.

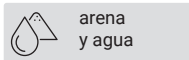
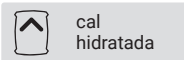
Como la mayoría de los muros de piedra tienen acabado aparente, las juntas se marcan con objeto de que queden bien delineadas y selladas.

Recomendaciones

- Se deben seleccionar las piedras que tengan caras planas, ausencia de grietas o restos orgánicos, ya que esto facilitará su manipulación y unión.
- Las juntas entre piedras no deben tener más de 2.5 cm de espesor.

4. Muros de tierra compactada -tapia-

MATERIALES



Procedimiento

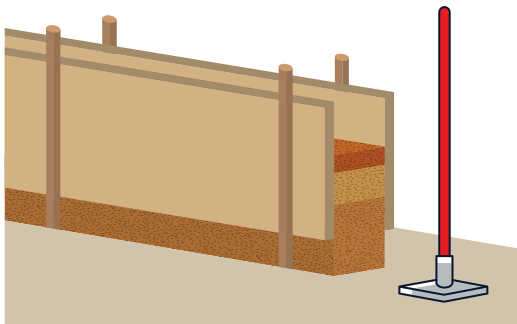
Esta técnica consiste en construir con tierra estabilizada con cal, toda vez que ésta limita los efectos de la absorción hídrica, la dilatación y la retracción de las arcillas.

La tierra húmeda se apisona hasta crear elementos compactos, por lo que, para el levantamiento de muros, se utiliza un encofrado de madera -tapial- diseñado para contener el material; mismo que se conforma de dos piezas paralelas (debidamente reforzadas y apoyadas) que permiten el vaciado de tierra en espesores variables; sin embargo, los más comunes van de los 10 a los 15 cm hasta llegar a los 50 u 80 cm.

Después de remover los contenedores habilitados para confinar la tierra, cada capa de tierra apisonada permite la colocación de la capa siguiente. La tierra arcillosa se mezcla con cal hidratada (en una cantidad que varía del 4 al 10% del peso de la tierra) para conseguir una resistencia y estabilidad mayores; además, se puede integrar algún tipo de fibra vegetal, si se requiere mantener la flexibilidad de la estructura.

En algunas regiones, es conveniente comenzar el muro sobre un basamento de piedra para evitar la degradación acelerada de la capa base.

Debido a que esta técnica permite que la tierra presente menor retracción y mayor solidez, al final del proceso se consigue un muro que funciona como elemento monolítico de gran durabilidad.



Recomendaciones

- Si se requiere hacer un cálculo preciso de la cantidad de cal hidratada a utilizar para estabilizar la tierra, se recomienda realizar la Prueba de Eades & Grim (integrada en esta guía).
- Un acabado rugoso en los muros, mejora la absorción acústica y por ende el aislamiento de los espacios.
- Es importante considerar que la capa superior en los muros, contiene un grado de humedad mayor que el de la capa inmediata inferior, lo que puede ocasionar la aparición de fisuras a lo largo de la unión entre una y otra. Esta situación se evita con la aplicación de una mezcla de cal-arena entre cada una de ellas; ya que, gracias al fraguado gradual de la cal, ésta mantiene su plasticidad hasta que la tierra detiene su retracción.

Nota: Para conocer opciones de elementos estructurales y/o de apoyo estructural de bajo impacto ambiental, revisar el apartado correspondiente -incluido al final de este ejemplar-.

5. Muros de adobe

MATERIALES



tierra
arcillosa y
fibras (op.)



cal
hidratada

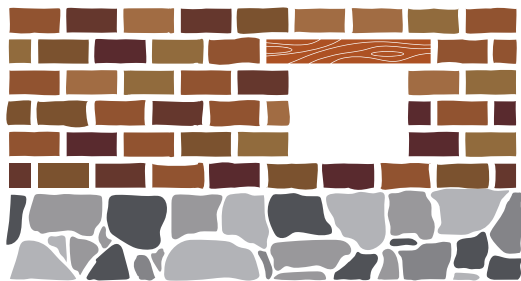


arena
y agua

Procedimiento

El adobe es una pieza hecha con tierra / arcilla sin cocer, se le agrega agua para facilitar su compactación. Sus dimensiones más comunes son: 40 x 30 x 10 cm.

La mezcla idónea para un adobe puede contener aproximadamente 20% de arcilla, 30% de limo y 50% de arena. Estos materiales, mezclados con agua, adquieren una consistencia plástica y fluida que permite su vaciado en moldes con dimensiones específicas. Su estabilización con cal resulta recomendable, toda vez que este tipo de tierra es vulnerable a los cambios bruscos de volumen -en presencia de agua o humedad-.



Cuando parte del agua se evapora a las 8 horas posteriores a su vaciado, la pieza de adobe es capaz de sostenerse; así que se deja expuesta al sol para promover su secado total. Después de 28 días la pieza de adobe adquiere la resistencia necesaria para ser colocada.

Es opcional la adición de alguna fibra natural como: paja, astilla de bambú, ceniza de madera o incluso estiércol. Sin embargo, su uso no es muy generalizado puesto que es mejor hacer una buena selección y/o dosificación del material arcilloso a utilizar.

El sistema constructivo para muros consiste en cuatrapear y pegar el adobe con tierra y agua -lodo- o con una mezcla de cal-arena.



1
saco



3 a 4 botes
arena



agua
necesaria

-
- Mayor adherencia • Menos agrietamientos • Mejor trabajabilidad
 - Buena opción en zonas cálidas • Juntas más impermeables
-

La colocación de algún refuerzo metálico como malla ligera de acero o alambres de $\frac{1}{4}$ " (cada 3 ó 4 hiladas) obedece más a la técnica del ejecutor que a la necesidad de rigidizar la estructura.

El desplante de los muros de adobe debe hacerse desde el nivel del piso terminado interior y este último, debe estar por lo menos 20 cm por encima del nivel del terreno.

Recomendaciones

- Como la arcilla es higroscópica, su volumen está condicionado a la humedad ambiental. Por eso, los adobes deben resguardarse en sitios protegidos o techados.
- Si se requiere hacer un cálculo preciso de la cantidad de cal hidratada a utilizar para estabilizar los adobes, se recomienda realizar la Prueba de Eades & Grim (integrada en esta guía).
- Los repellados, aplanados e incluso pintura requieren ser ejecutados con cal para garantizar que los muros conserven su transpirabilidad. Éstos pueden ser aplicados sobre una malla de acero fuertemente sujeta a los adobes, a fin de darle mayor resistencia.

Nota: Para conocer opciones de elementos estructurales y/o de apoyo estructural de bajo impacto ambiental, revisar el apartado correspondiente -incluido a final de este ejemplar-.

6. Muros de block de tierra comprimida -BTC-

MATERIALES



tierra
arcillosa



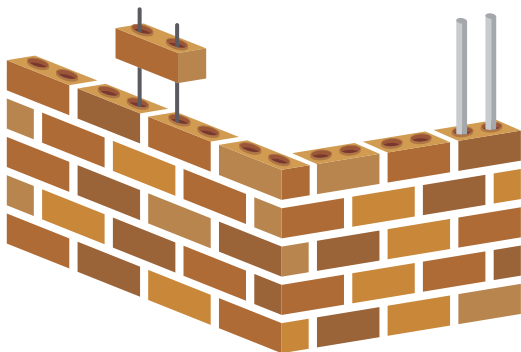
cal
hidratada



arena
y agua

Procedimiento

El block de tierra comprimida -BTC- está hecho de tierra arcillosa. No se cuece y al igual que el adobe, tiene medidas recomendadas: 30 x 14 x 9 cm.



Los bloques de tierra comprimida -por lo regular- se elaboran con una máquina de compresión manual o automatizada -in situ-; es decir, en el mismo lugar en donde serán utilizados.

Para ello, es esencial conocer la composición del suelo presente en el terreno y realizar pruebas que ayuden a determinar la formulación idónea de los bloques, cuidando la uniformidad de los mismos.

Se dice que las propiedades de la tierra -arcillosa- utilizada, no sufren variaciones con la compresión; sin embargo, existen referencias que indican que al recibir presión los bloques liberan el aire contenido en su masa, comprometiéndose seriamente su eficiencia térmica. Esta posibilidad, puede ser mitigada si se considera que el BTC puede incrementar su resistencia a la compresión y a la humedad, si se estabiliza y/o consolida con cal hidratada.

Finalmente, el proceso de levantamiento de muros es muy similar al de cualquier otra pieza rectangular, ya que el cuatrapeado de bloques permite el trabado y creación de elementos que trabajan de manera monolítica.

Para el pegado de los bloques es viable el empleo de barro húmedo, siempre y cuando las piezas estén secas. Si, por el contrario, las piezas a unir están húmedas una mezcla de cal hidratada-arena será lo indicado para este fin.



1
saco +



3 a 4 botes
arena +



agua
necesaria

- Mayor adherencia • Menos agrietamientos • Mejor trabajabilidad
- Buena opción en zonas cálidas • Juntas más impermeables

Recomendaciones

- Si se requiere hacer un cálculo preciso de la cantidad de cal hidratada a utilizar para estabilizar los bloques de tierra comprimida, se recomienda realizar la Prueba de Eades & Grim (integrada en esta guía).
- Los acabados ideales para este tipo de block, son primeramente los aparentes; es decir, aquellos que permiten la exposición directa de los bloques, dando una apariencia natural y rústica. Otra opción es el enlucido con tierra o bien, con cal hidratada, ya que ambos materiales permiten la transpiración de las piezas y por ende, su conservación en óptimas condiciones -por más tiempo-
- El BTC se puede cortar, perforar o triturar, si es que la pieza no tiene la forma requerida.

Nota: Para conocer opciones de elementos estructurales y/o de apoyo estructural de bajo impacto ambiental, revisar el apartado correspondiente - incluido a final de este ejemplar -.

7. Muros de hempcrete

MATERIALES



fibras de
cañamo
(cañamiza)



cal
hidratada



arena
y agua

Procedimiento

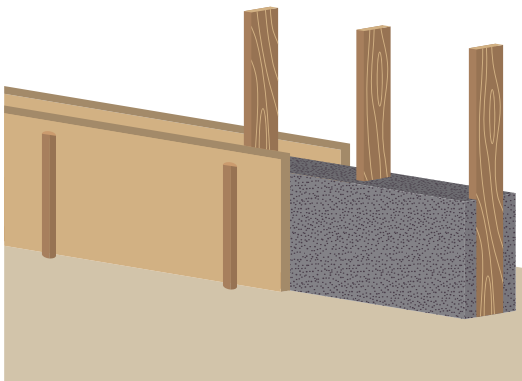
Hempcrete es una palabra compuesta de *hemp*=cáñamo y *concrete*=concreto. Se considera un concreto hecho con cañamiza (fibras de cáñamo) aunque no lo es, dado que no requiere de agregados.

El cáñamo textil es un cultivo milenario que no necesita ningún tratamiento químico para ser cultivado y la cañamiza -que se utiliza para la construcción-, es sólo una parte de esta planta.

Al unir fibras de cáñamo con cal hidratada, se obtiene un material con propiedades mecánicas; es decir, con alta resistencia a la compresión.

Asimismo, las paredes de *hempcrete* actúan como un regulador natural de humedad, al impedir que el agua atraviese el muro y el moho se acumule dentro de los espacios.

Para las construcciones con *hempcrete* es importante obtener y utilizar la proporción adecuada de materiales, siendo recomendable hacer pruebas previamente; ya que las propiedades químicas de las fibras pueden propiciar variaciones.



Una vez que se conocen las cantidades adecuadas, se procede a mezclar (lo más uniforme posible) los materiales -en seco- para, posteriormente verter agua y continuar con su incorporación, hasta conseguir una consistencia húmeda y pastosa.

Para terminar, se procede a vaciar y compactar -enérgicamente- la mezcla en moldes convencionales o en un encofrado de madera tipo tapial, según sea el requerimiento del muro a levantar. Ambas modalidades demoran 28 días en secarse totalmente y adquirir su resistencia final.

En el caso de que se elaboren los bloques de *hemprete*, el junteo de piezas se hará con mezcla de cal hidratada-arena.



1
saco



4 a 6 botes
arena



agua
necesaria

-
- Mayor adherencia • Menos agrietamientos • Mejor trabajabilidad
 - Buena opción en zonas cálidas • Juntas más impermeables
-

Recomendaciones

- Los muros hechos con *hemprete* requieren de protección especial en época de lluvias.
- El encofrado (molde de madera) se debe retirar después de aproximadamente un día para garantizar que el muro se mantenga firme.
- El cáñamo es un buen aislante, casi como los producidos con lana, roca o vidrio; por lo que puede ser utilizado para hacer placas aislantes en otro tipo de muros.
- Para los repellados o aplanados, se pueden considerar las mezclas con cal hidratada-arena, ya que permiten la transpiración de las superficies y por ende, su conservación en óptimas condiciones -por más tiempo-.

Nota: Para conocer opciones de elementos estructurales y/o de apoyo estructural de bajo impacto ambiental, revisar el apartado correspondiente -incluido a final de este ejemplar-.

APLANADOS Y RECUBRIMIENTOS EN MUROS

Se les denomina aplanados o recubrimientos a todos los materiales de protección o acabado, con los que se cubren las superficies externas e internas de cualquier elemento vertical en una construcción.

En función del tipo de acabado superficial que se proporcione a los recubrimientos con mezcla, éstos pueden ser:

1. **Repellado con mezcla de cemento-cal hidratada-arena**
2. **Aplanado fino con mezcla de cal hidratada-arena**
3. **Aplanado con mezcla de cemento-cal hidratada-polvo de mármol**

MATERIALES







Procedimiento

Si la mezcla se elabora a mano, los agregados se mezclan en seco en una superficie limpia y nivelada hasta que se logre un color uniforme, agregando a continuación agua en la cantidad necesaria para obtener una revoltura trabajable.

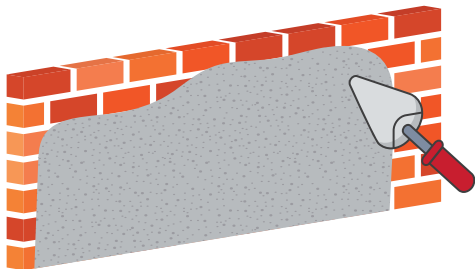
Si la mezcla se elabora en máquina, el mezclado debe llevarse a cabo durante un período mínimo de 1.5 minutos, contados a partir del momento en que todos los materiales que intervienen se encuentran en la revolvedora.

La superficie por recubrir debe estar libre de materiales sueltos o mal adheridos y debe humedecerse con anterioridad, a fin de evitar la pérdida de agua en el proceso de fraguado del mortero.

Para el repellado, se utiliza mezcla de cal hidratada-cemento-arena, sobre el área a recubrir se hacen lanzados de mezcla con cuchara de albañil hasta dar -aproximadamente- el espesor requerido y se empareja con una plana de madera y regla.



 1 saco +
 
 2 paladas cemento* +
 
 4 a 6 botes arena +
 
 agua necesaria

- Mayor adherencia
- Superficies higiénicas
- Mejor trabajabilidad
- Menos desperdicio



El aplanado fino consiste en un pulido con llana metálica, utilizando mezcla de cal hidratada-arena fina, la operación de pulido se hace después de que se presenten las fisuras en el repellado.

El acabado final puede ser rayado o desgranado.


 1 saco +
 
 2 a 4 botes arena fina +
 
 agua necesaria

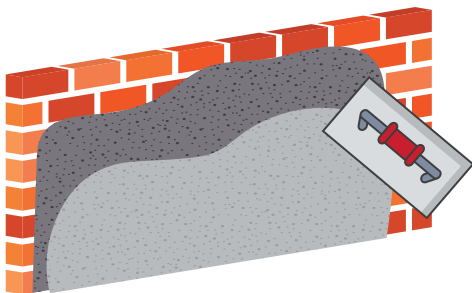
- Mayor adherencia
- Superficies higiénicas
- Mejor trabajabilidad
- Menos desperdicio

El aplanado con polvo de mármol se realiza de la misma forma que el aplanado fino, se incluyen cal hidratada, cemento y se sustituye la arena fina por el polvo de mármol; lo que permite obtener un acabado más fino y uniforme.



1 + 6 + 1 ½ +
saco paladas polvo de agua
cemento* mármol necesaria

- Mayor adherencia
- Superficies higiénicas
- Mejor trabajabilidad
- Menos desperdicio



Recomendaciones

- Antes de vaciar los materiales para hacer la mezcla es conveniente humedecer la superficie, la incorporación de éstos se da en el siguiente orden: primero la arena, cemento, cal hidratada y por último, el agua, una vez que los materiales hayan sido completamente mezclados.
- Es necesario considerar previo al aplanado, la colocación de las instalaciones que deben ir ocultas.
- La superficie de elementos de concreto como cadenas y castillos deben picarse antes de colocar cualquier tipo de mezcla, lo anterior para favorecer su adherencia a la superficie.

- El espesor de los aplanados no debe ser mayor a 2 cm, para evitar desprendimientos de la capa aplicada.
- Se debe curar (humedecer) la superficie durante dos días aproximadamente.
- * Si se requiere agilizar el fraguado, considerar la inclusión del cemento; de lo contrario, la mezcla puede funcionar sólo con cal hidratada, arena o polvo de mármol.

4. Aplanado de tierra y cal

MATERIALES



tierra
arcillosa



cal
hidratada



fibras
(opcionales)



pigmento
mineral



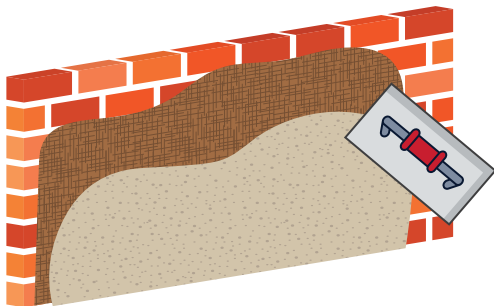
agua

Procedimiento

El aplanado con tierra y cal es un recubrimiento que tradicionalmente se ha utilizado en los muros de adobe o tierra compactada, dada la compatibilidad natural de los materiales. Por lo general, se compone de dos capas para reforzar, nivelar y proteger superficies.

La primera capa (gruesa) es de soporte y suele complementarse con la adición de algún tipo de material fibroso -como la paja-, lo que permite el empleo de tierra con mayor porcentaje de arcilla (20-25%), ya que evita los agrietamientos. También es viable la estabilización de la tierra con cal hidratada; lo cual favorece la impermeabilidad de la superficie base.

La segunda capa es considerada de acabado final y se hace con tierra cernida -parcialmente arcillosa-, su espesor debe ser delgado para facilitar la cobertura de las superficies en su totalidad. En esta capa es posible el uso de cal hidratada o de algún otro aditivo que facilite y mejore el desempeño del aplanado.



Existe una amplia gama de aditivos naturales que pueden ser utilizados para la formulación de un aplanado de este tipo. Cabe mencionar que cada uno de ellos tiene distinta función y su adición debe ser -previamente- probada, ya que modificará las propiedades del acabado de manera sustancial. Estos son: caseína, colas animales, aceite de linaza, de oliva o girasol, estiércol de caballo o vaca, fibras diversas como pelo de animales, cáñamo picado, caña triturada, cuerdas de esparto troceadas, mucílago (baba) de nopal, pasta de almidón (harina blanca), viruta de madera, minerales como la arlita, perlita, piedra volcánica y arena de colores.

La cantidad de agua a verter, dependerá de la consistencia que se requiera para efectos de garantizar la untuosidad de las mezclas y la adherencia de las capas.

Por último, la consideración de pigmentos minerales, brinda la posibilidad de que la segunda capa de aplanado tenga -integrada- alguna tonalidad específica y con ella, se omita la aplicación posterior de pintura.

Recomendaciones

- Si se requiere hacer un cálculo preciso de la cantidad de cal hidratada a utilizar para estabilizar las capas de tierra, se recomienda realizar la Prueba de Eades & Grim (integrada en esta guía).
- Los recubrimientos con tierra y cal hidratada brindan a las estructuras mayor transpirabilidad y mejor apariencia; además, propician ambientes sanos al interior de los espacios.
- Si aparecen grietas en el aplanado, se humedece la superficie para regresar la plasticidad al material y con ella, conseguir su consecuen- te reparación.

5. Azulejo en muros

Los revestimientos realizados con azulejo reciben la denominación de alicatados y su uso es principalmente en muros de baños y cocinas, ya que el azulejo es una pasta cerámica de poco espesor, recubierta por una capa de esmalte que le proporciona impermeabilidad y resistencia al desgaste del muro.

MATERIALES



azulejo



cemento
adhesivo
(pega azulejo)



cal
hidratada



cemento



polvo de
mármol



agua

PARA EL LECHADEADO



cal
hidratada



cemento
blanco



pigmento
mineral y agua

Procedimiento

La colocación de azulejo es igual a la de los materiales similares; es decir, las piezas se sumergen en agua un tiempo mínimo de 2 horas y deben estar húmedas al momento de su colocación, el muro también debe humedecerse a fin de que no absorba el agua del cementante.

El cemento adhesivo o mezcla de cal hidratada-cemento-polvo de mármol se esparce con llana dentada, con un espesor promedio de 4 mm.

Las hiladas pueden colocarse cuatrapeadas y las piezas al cartabón (con un ángulo de 45°) o al hilo.



1/2
saco

+



6 paladas
cemento*

+



1 bote
polvo de
mármol

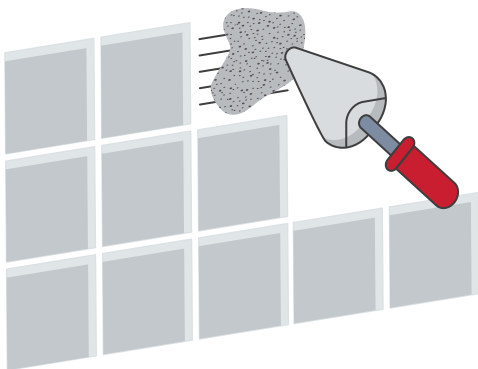


agua
necesaria

-
- Mayor adherencia • Mejor trabajabilidad • Menos desperdicio
 - Consolida la unión del mortero con la pieza
-

Nota: Colocación de piezas en posición vertical (sobre muro).

Sobre las juntas se aplica lechada de cal hidratada-cemento blanco (con color opcional).





1
saco



1 saco
cemento blanco*



agua
necesaria

- Mayor adherencia • Mejor trabajabilidad • Menos agrietamientos
- Juntas más impermeables • Facilita la penetración, evitando huecos

Nota 1: La adición de pigmento recomendado es de 5 a 7% del peso del cementante.

Nota 2: Los materiales se deben mezclar perfectamente -primero- en seco.

03

ALBAÑILERÍA

Recomendaciones

- Los emboquillados y en general las intersecciones de paños deben quedar limpias y correctamente definidas, para lo cual es necesario hacer cortes a 45° en las aristas de las piezas.
- * Si se requiere agilizar el fraguado, considerar la inclusión del cemento; de lo contrario, la mezcla puede funcionar sólo con cal hidratada y polvo de mármol.

6. Recubrimiento de piedra natural en muros

Para el recubrimiento de muros con piedra natural existe una gran variedad de materiales pétreos a elegir, entre los que podemos mencionar a los mosaicos, terrazos, losetas, canteras, mármol, piedra braza, tezontle, baldosas o cintillas de barro.

MATERIALES



material
pétreo



cal
hidratada



cemento



arena



agua

PARA EL LECHADEADO



cal
hidratada



cemento
blanco



pigmento
mineral y agua

Procedimiento

Antes de colocar el recubrimiento se humedece el muro con la intención de que no absorba el agua de la mezcla.

Previo a la colocación de las piedras, la superficie debe estar libre de polvo y de materias extrañas.

Las piedras se colocan sobre una capa de mezcla cal hidratada-cemento-arena con un espesor de 1.5 cm las juntas de las piezas son a tope, paralelas y a escuadra con los muros adyacentes.



1
saco

+



2 paladas
cemento



3 a 5 botes
arena
cernida

+



agua
necesaria

- Mayor adherencia • Mejor trabajabilidad • Menos desperdicio
- Consolida la unión del mortero con la pieza

Nota: Colocación de piezas en posición vertical (sobre muro).

Se lechadea con cal hidratada-cemento blanco y agua antes de que fragüe.



1
saco

+



1 saco
cemento blanco

+



agua
necesaria

- Mayor adherencia • Mejor trabajabilidad • Menos agrietamientos
- Juntas más impermeables • Facilita la penetración, evitando huecos

Nota 1: La adición de pigmento recomendado es de 5 a 7% del peso del cementante.

Nota 2: Los materiales se deben mezclar perfectamente -primero- en seco.

Recomendaciones

- Si la superficie a recubrir es de concreto, se debe picar previamente para permitir mayor adherencia.
- * **Si se requiere agilizar el fraguado, considerar la inclusión del cemento; de lo contrario, la mezcla puede funcionar sólo con cal hidratada y arena.**

03

ALBAÑILERÍA

7. Recubrimiento de piedra artificial en muros

Este recubrimiento se hace con todas aquellas piezas fabricadas cuyas características de resistencia, apariencia, durabilidad y dureza puedan compararse o superar ampliamente las cualidades de las piedras naturales.

MATERIALES



pedras
artificiales



cal
hidratada



cemento



arena
y agua



taquetes
y pijas

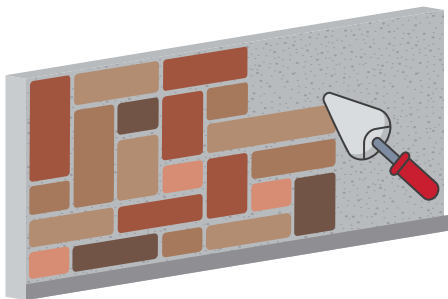


alambre
recocido

Procedimiento

Antes de colocar el recubrimiento se humedece el muro con la intención de que no absorba el agua de la mezcla.

Se fijan adecuadamente las anclas al muro y a las piezas, las cuales se sujetan mediante amarres de alambre. Colocada una hilada se aplica la mezcla de cal hidratada-cemento-arena entre las piezas y el muro; así sucesivamente se repite la acción.



1 + 2 + 3 a 5 +
 saco paladas arena botes
 cemento* cernida agua
 necesaria

- Mayor adherencia • Mejor trabajabilidad • Menos desperdicio
- Consolida la unión del mortero con la pieza

Nota: Colocación de piezas en posición vertical (sobre muro).

Se lechadea con cal hidratada-cemento blanco y agua antes de que fragüe.



1 + 1 +
 saco cemento blanco agua
 necesaria

- Mayor adherencia • Mejor trabajabilidad • Menos agrietamientos
- Juntas más impermeables • Facilita la penetración, evitando huecos

Nota 1: La consistencia para pisos será más líquida que la mezcla requerida para muros.

Nota 2: La adición de pigmento recomendado es de 5 a 7% del peso del cementante.

Nota 3: Los materiales se deben mezclar perfectamente -primero- en seco.

Las intersecciones de paños deben quedar limpias y correctamente definidas. El espesor máximo de la mezcla debe ser de 2 cm.

Recomendaciones

- Si la superficie a recubrir es de concreto se debe picar previamente para permitir mayor adherencia.
 - Las piezas previamente humedecidas se colocan con junta a hueso o del ancho y forma requeridos.
- * Si se requiere agilizar el fraguado, considerar la inclusión del cemento; de lo contrario, la mezcla puede funcionar sólo con cal hidratada y arena.**

BASES

Son las superficies horizontales destinadas al tránsito, se hacen con el fin de tener la base para colocar el recubrimiento que se elija como acabado final.

1. Relleno en entrepisos

Para relleno en entrepisos se utilizan los materiales con el menor peso volumétrico posible para no incrementar en exceso las cargas que recaerán sobre la estructura.

MATERIALES



tezontle



tepojal



tepetate
ligero



arena o
piedra pómez



cal
hidratada



agua

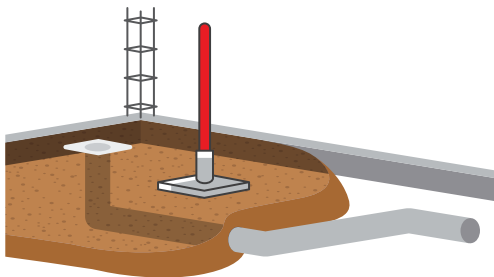
Procedimiento

Previamente a la ejecución del relleno, la superficie de apoyo debe limpiarse y quedar desprovista de todo material extraño y perjudicial para las instalaciones que en él se alojen.

Se debe verificar la correcta localización de coladeras y desagües, incluyendo los niveles respectivos y que las tuberías estén recibidas debidamente en su posición o con los recubrimientos correspondientes.

Antes de proceder a ejecutar los rellenos, deben estar construidas las maestras (guías) que definan las pendientes y los espesores a considerar. El relleno se elabora mezclando la cal hidratada con el material de relleno y se agrega la menor cantidad posible de agua para formar una mezcla semiseca.

El relleno se compacta con pisón de mano, respetando los niveles y las pendientes marcadas.



1 saco +



4 a 6 botes material de relleno +



agua mínima necesaria

- Mejor trabajabilidad
- Consolida la unión del mortero y el relleno
- Menos desperdicios
- Facilita la penetración, evitando huecos
- Superficies más impermeables

Recomendaciones

- Se debe comprobar que las tuberías que se alojan en el relleno hayan sido colocadas satisfactoriamente, esto evita que debido a alguna falla se remueva el relleno posteriormente.
- Los firmes deben construirse inmediatamente después de haber concluido los rellenos, con la finalidad de protegerlos.

2. Firme de concreto armado

Se denomina firme a la base rígida de concreto sobre la cual se colocan los recubrimientos de pisos. Los firmes tienen por objeto darle resistencia al piso evitando hundimientos en el mismo.

Los firmes, en función del tratamiento superficial que se les proporcione pueden tener acabado común o acabado pulido.

En el caso de superficies sujetas a esfuerzos térmicos considerables debe tomarse en cuenta su dilatación con la intención de prever tanto el armado, como el número y tipo de juntas que se requieran.

MATERIALES

 cimbra	 malla electrosoldada	/	 varilla corrugada de 3/8"
 cal hidratada	 cemento		 arena
 grava	 agua		 aditivos

Procedimiento

Antes de hacer el firme, debe humedecerse el relleno para evitar pérdidas de agua en el fraguado del concreto.

Cuando el firme necesite de mayor resistencia, se colocará una malla electrosoldada de refuerzo o armado de varilla corrugada.

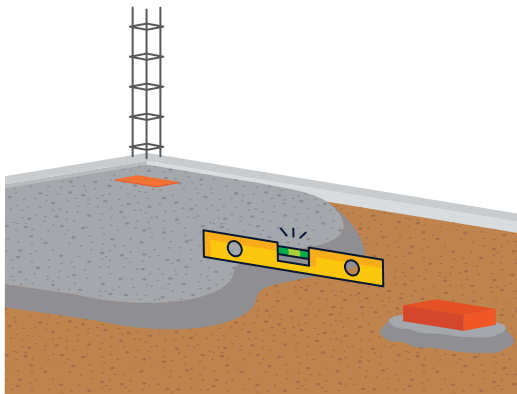
Previo al inicio del colado, debe verificarse que el relleno cumpla con el grado de compactación indicado. Se colocan maestras (guías) en dos direcciones perpendiculares entre sí, a una separación que no exceda de 2 m, para esto se utiliza concreto de la misma resistencia con la que se hace el firme, respetando los niveles especificados.

El colado se realiza en forma alternada "tablero de ajedrez", en módulos de 2.4 x 2.4 m, con un espesor mínimo de 8 cm y máximo de 10 cm. El concreto se extiende con la ayuda de reglas que se hacen pasar sobre las maestras para dar los niveles y/o pendientes especificados.

Cuando la superficie de los firmes requiera acabado pulido, se hace de forma integral al colado, sobre la superficie nivelada sin que ésta pierda su plasticidad por efecto del fraguado, se espolvorean 1 kg de cal hidratada y 1 kg de cemento por cada m² de superficie.

El acabado final del firme se realiza con llana metálica.

Una vez colado el firme se deberá mantener húmeda la superficie durante 7 días.



Recomendaciones

- Cuando el firme sirva de base a materiales de recubrimiento tales como loseta, terrazos, mármol o cualquier otra clase de piedra natural o artificial, su acabado superficial deberá ser rugoso.
- La adición de cal hidratada al concreto otorga múltiples beneficios en su comportamiento y manejo; mismos que pueden conocerse en el apartado de ESPECIFICACIONES Y DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO, incluido al final de este ejemplar.

03

ALBAÑILERÍA

3. Solera de cal (piso)

MATERIALES



tierra
arcillosa



cal
hidratada



arena



pigmento
mineral



agua

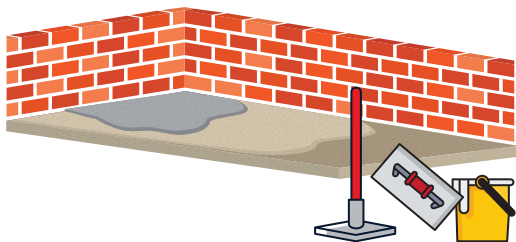
Procedimiento

Una solera de cal es simplemente un piso de tierra estabilizada (plataforma firme). La sencillez de sus materiales y la rapidez de su elaboración hacen que esté al alcance de cualquier presupuesto.

En principio, se debe extraer y remover la primera capa de suelo para que éste pueda ser mezclado con cal hidratada in-situ. La nivelación y compactación de la base del suelo a cubrir es esencial, esta superficie es justo la que queda expuesta una vez que se retira la primera capa de suelo.

Se procede a la incorporación del porcentaje de cal hidratada, al suelo que fue removido al inicio del proceso; se mezclan ambos materiales y se colocan sobre la base de suelo que fue nivelada previamente. Con esto, se realiza el acabado intermedio del suelo-cal, compactando fuertemente para recibir el siguiente acabado.

Después, se coloca y esparce un entortado de cal hidratada-arena de 1 cm de espesor aproximadamente; cuando éste seca se hace un enlucido fino con mezcla de cal hidratada-arena y algún pigmento adicional si es que se desea que el piso tenga color.



1 saco + 6 paladas cemento* + 18l. 5 a 7 botes arena + agua necesaria

- Mejor trabajabilidad
- Superficies más impermeables
- Facilita la penetración, evitando huecos
- Menos desperdicio

Este acabado final se hace con llana metálica, por lo que tiene una apariencia similar a la de un firme de concreto, con la diferencia de que este tipo de piso no lleva armado y resulta ser mucho más económico.







Recomendaciones

- Si se requiere hacer un cálculo preciso de la cantidad de cal hidratada a utilizar para estabilizar las capas de tierra, se recomienda realizar la Prueba de Eades & Grim (integrada en esta guía).
- El entortado se cura con agua por un lapso de 3 días, humedeciéndolo -levemente- por la mañana y por la tarde.
- * Si se requiere agilizar el fraguado, considerar la inclusión del cemento; de lo contrario, la mezcla puede funcionar sólo con cal hidratada y arena.

4. Escalones de tabique rojo recocido o precolados

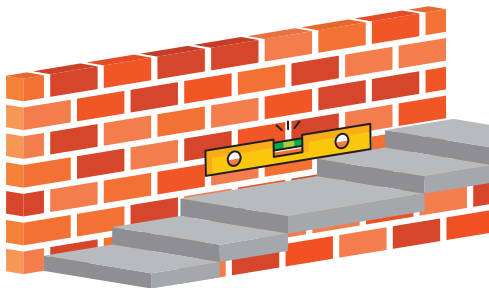
Son los elementos que colocados de forma consecutiva y escalonada permiten la circulación vertical en los diversos niveles de una construcción.

MATERIALES


 cal hidratada	 cemento	 arena y grava
 agua y aditivos	 cimbra y varilla corrugada de 3/8"	 tabique rojo recocido



Procedimiento

Se traza sobre la pared la figura de la escalera, el trazo se hace tomando en consideración el nivel del piso terminado en donde se desplantará. Se marca una línea inclinada a 5 cm de los ángulos inferiores de los escalones trazados; posteriormente, se hace otra línea paralela a 10 cm de separación de la línea anterior, a lo largo de ese espacio se ranura el muro con una profundidad de 5 cm aproximadamente, esta ranura sirve para empotrar la rampa, misma que debe apoyarse también sobre la losa o trabe, por eso es necesario dejar unas varillas sueltas en la losa para poder anclar posteriormente el armado de la escalera.




Se habilita la cimbra y el armado de la rampa, se hace el vaciado del concreto y se deja fraguar, una vez que es posible retirar la cimbra, sobre la rampa limpia y húmeda se forja el escalón base con tabiques que darán la forma y tamaño deseados, el junteo se hace con mezcla de cal hidratada-arena iniciando de abajo hacia arriba.






1 saco +  18l. 4 a 6 botes arena +  agua necesaria

- Mayor adherencia • Mejor trabajabilidad • Menos agrietamientos
- Juntas más impermeables • Buena opción en zonas cálidas

Para los escalones precolados, se colocarán las piezas con mezcla de cal hidratada-cemento-arena hasta 72 horas después de terminada la base o rampa; comenzando de abajo hacia arriba. Es posible fijarlas temporalmente con yeso, para facilitar su posición final.



1 saco +  2 paladas cemento* +  18l. 3 a 5 botes arena +  agua necesaria

- Mayor adherencia • Mejor trabajabilidad
- Menos agrietamientos • Juntas más impermeables

Nota: La cantidad de arena podrá incrementarse hasta 6 botes dependiendo del tipo y la zona. Se recomienda realizar pruebas antes de utilizar la proporción recomendada.

Para cualquier tipo de escalón se debe considerar una huella de 30 cm de ancho con un peralte mínimo de 15 cm y máximo de 18 cm.

Si los escalones no llevan recubrimiento, se empareja la superficie de huellas y peraltes con una mezcla para pulido, nivelándolos perfectamente. El acabado de los escalones puede ser escobillado, martelinado o con algún recubrimiento específico.

Recomendaciones

- Antes de que la mezcla fragüe se debe verificar el nivel y alineación de las piezas con reventones (hilos), regla y nivel.
 - Se debe evitar transitar sobre las piezas recién colocadas.
 - Si los escalones llevan recubrimiento de mosaico, se debe prever que el forjado de los mismos quede 5 cm por debajo de las líneas de trazo.
 - Es conveniente que la nariz del escalón no tenga filo, por lo que debe ser redondeado o si lleva algún recubrimiento, colocarse éste de forma inclinada.
 - Los pasamanos o barandales pueden ser metálicos, de madera o de tabique.
- * Si se requiere agilizar el fraguado, considerar la inclusión del cemento; de lo contrario, la mezcla puede funcionar sólo con cal hidratada y arena.

RECUBRIMIENTOS EN PISOS

Los recubrimientos son la superficie expuesta y de contacto en un piso, por ello necesitan tener ciertas características tales como factibilidad para la limpieza, aislamiento térmico y acústico, impermeabilidad, flexibilidad, dureza y economía.

1. Pisos de loseta de granito

MATERIALES



loseta



cemento
adhesivo
(pega mármol)



cal
hidratada



cemento



arena



agua

PARA EL LECHADEADO



cal
hidratada



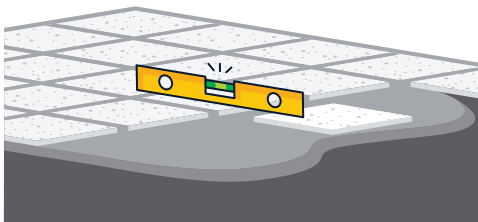
cemento
gris o blanco







pigmento mineral,
polvo de mármol
y agua

Procedimiento

Sobre el firme de concreto se colocan maestras (guías) a nivel o considerando la pendiente especificada para el piso terminado.



Se humedece el firme y se aplica una capa de cemento adhesivo o de mezcla cal hidratada-cemento-arena, sobre la que se asienta la loseta, dando pequeños golpes para asegurar su correcta adhesión.

 1 +  6 paladas +  3 a 5 botes +  agua necesaria

• Mayor adherencia • Mejor trabajabilidad
• Menos desperdicios • Consolida la unión del mortero con la pieza

Nota: Colocación de piezas en posición horizontal (sobre piso).

Concluida la colocación, se procede al junteo de las piezas aplicando una lechada de cal hidratada-cemento gris o blanco, polvo de mármol y color si es necesario.



1  + 1 saco cemento blanco + 1  + 2 botes polvo de mármol + 1  agua necesaria

- Mayor adherencia • Mejor trabajabilidad • Menos agrietamientos
- Juntas más impermeables • Facilita la penetración, evitando huecos

Nota 1: La consistencia para pisos será más líquida que la mezcla requerida para muros.

Nota 2: La adición de pigmento recomendado es de 5 a 7% del peso del cementante.

Nota 3: Los materiales se deben mezclar perfectamente primero en seco.

Recomendaciones

- Para la colocación de la loseta es necesario verificar su nivel y alineación con ayuda de reventones, reglas y niveles.
- * Si se requiere agilizar el fraguado, considerar la inclusión del cemento; de lo contrario, la mezcla puede funcionar sólo con cal hidratada y arena.

2. Pisos de loseta de mármol

MATERIALES



loseta



cemento adhesivo (pega mármol)



cal hidratada



cemento



arena



agua

PARA EL LECHADEADO



cal hidratada



cemento gris o blanco

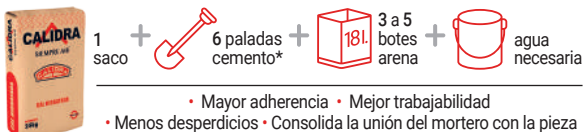


pigmento mineral y agua

Procedimiento

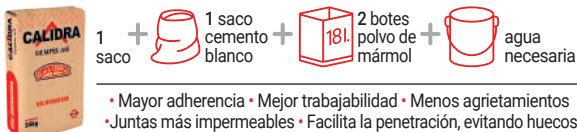
Se colocan maestras a una distancia máxima de 2 m y reventones en sentido perpendicular entre sí, en medio de cada hilada; de acuerdo a los niveles y pendientes indicados.

Se hace una repartición previa de las piezas para reducir los recortes en los perímetros del área, iniciando la colocación en el centro de ésta, asentándolas con cemento adhesivo (pega mármol) o con mezcla de cal hidratada-cemento-arena.



Nota: Colocación de piezas en posición horizontal (sobre piso).

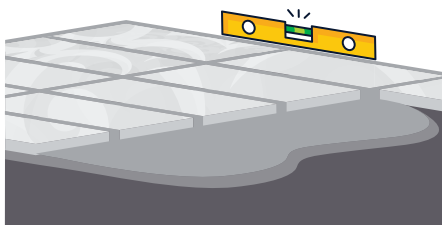
Concluida la distribución, se procede al junteo de las piezas aplicando una lechada de cal hidratada-cemento gris o blanco, polvo de mármol y color si es necesario.



Nota 1: La consistencia para pisos será más líquida que la mezcla requerida para muros.

Nota 2: La adición de pigmento recomendado es de 5 a 7% del peso del cementante.

Nota 3: Los materiales se deben mezclar perfectamente primero en seco.



Al finalizar la obra se lava el piso con agua y jabón, posteriormente se pule.

Recomendaciones

- Las piezas de mármol se deben nivelar en sus cuatro ángulos y en el centro.
- Las piezas de mármol requieren ser pulidas con cierta frecuencia.
- * Si se requiere agilizar el fraguado, considerar la inclusión del cemento; de lo contrario, la mezcla puede funcionar sólo con cal hidratada y arena.

3. Pisos de loseta de barro vidriado y natural

MATERIALES



loseta



cemento
adhesivo
(pega mármol)



cal
hidratada



cemento



arena



agua

PARA EL LECHADEADO



cal
hidratada



cemento
gris o blanco

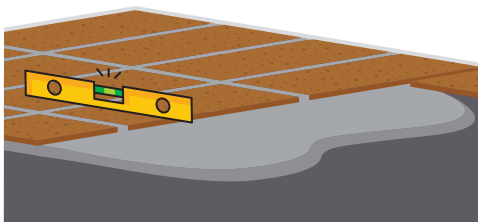


pigmento
mineral y agua

Procedimiento

Los pisos de loseta se colocan sobre un firme de concreto con acabado rugoso, libre de grasa o polvo.

Las piezas se colocan con cemento adhesivo dando un espesor de 4 mm o con mezcla de cal hidratada-cemento-arena en un espesor de 1.5 cm; las piezas se nivelarán apoyándose sobre las maestras (guías).



1/2
saco

+



6 paladas
cemento*

+



2 a 4
botes
arena

+



agua
necesaria

-
- Mayor adherencia
 - Mejor trabajabilidad
 - Menos desperdicio
- Consolida la unión del mortero con la pieza
-

Nota: Colocación de piezas en posición horizontal (sobre piso).

Se debe juntear la loseta aplicando una lechada de cal hidratada-cemento gris o blanco y color.



1 saco +  1 saco cemento blanco +  agua necesaria

-
- Mayor adherencia • Mejor trabajabilidad • Menos agrietamientos
 - Juntas más impermeables • Facilita la penetración, evitando huecos
-

Nota 1: La consistencia para pisos será más líquida que la mezcla requerida para muros.

Nota 2: La adición de pigmento recomendado es de 5 a 7% del peso del cementante.

Nota 3: Los materiales se deben mezclar perfectamente -primero- en seco.

Recomendaciones

- Las piezas, así como la superficie donde se coloquen, deben humedecerse previamente a la colocación.
- Después de haber sido colocado el piso, no se debe permitir la circulación durante 48 horas.
- * Si se requiere agilizar el fraguado, considerar la inclusión del cemento; de lo contrario, la mezcla puede funcionar sólo con cal hidratada y arena.

RELLENO, ENTORTADO Y ENLADRILLADO

1. Relleno de tepojal (cacahuatillo)

2. Entortado acabado fino pulido

Estos trabajos se ejecutan con la intención de preparar las superficies de azotea que se requieren nivelar e impermeabilizar.

MATERIALES



tepojal
(cacaahuatillo)

/



material de
relleno
disponible



cal
hidratada



cemento



arena

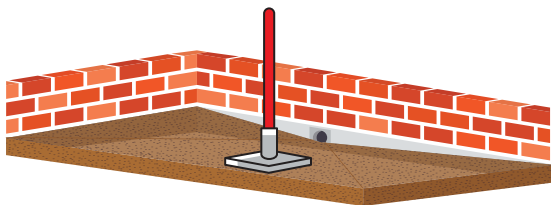


agua

Procedimiento

El relleno se coloca en la losa con el propósito de dotar a la azotea de las pendientes suficientes para el fácil y rápido desplazamiento de las aguas pluviales.

El relleno a utilizar no debe sufrir asentamientos locales provocados por la consolidación del material, por lo que debe ser correctamente apisonado. Para los rellenos se hace una mezcla con el material ligero que se usa como agregado y cal hidratada como cementante; finalmente, se agrega la menor cantidad posible de agua, formando una mezcla semiseca.



1
saco

+



5 a 7 botes
tepojal o
material de relleno

+



agua
necesaria

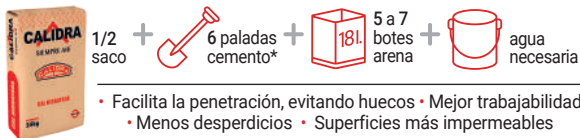
-
- Superficies más impermeables
 - Mejor trabajabilidad
 - Menos desperdicios
 - Facilita la penetración, evitando huecos
-

La mezcla se coloca sobre la losa de azotea, se acomoda y compacta con pisón de mano, respetando las pendientes especificadas y guiándose con maestras o con hilos, de modo que la superficie que se genere sea lo más continua posible.

Las bajadas pluviales se localizan en los lugares indicados previamente.

03

ALBAÑILERÍA



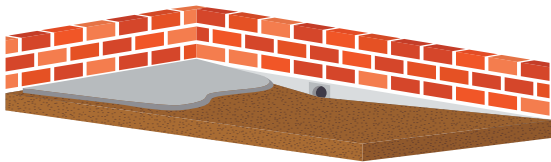
1/2 + 6 paladas + 18l. + agua
saco cemento* botes arena necesaria

- Facilita la penetración, evitando huecos
- Mejor trabajabilidad
- Menos desperdicios
- Superficies más impermeables

El entortado con mezcla de cal hidratada-cemento-arena con espesor de 1 cm se hace inmediatamente después de concluir con los rellenos y se da tiempo para que reviente; una vez que aparezcan las grietas, se deberán cerrar.

Sobre la superficie limpia del entortado se aplica una lechada de cal hidratada que cubra todos los poros, formando una capa no menor de 3 mm ni mayor de 5 mm.

El acabado final se hace con llana metálica.



Recomendaciones

- Las maestras y los hilos se colocan en forma radial tomando como centro las bajadas pluviales. Se colocan tantos hilos o referencias como sean necesarios para obtener una superficie cónica.
 - Las pendientes de una azotea no deben ser menores del 2%.
 - Se debe considerar una bajada pluvial por cada 100 m² de azotea.
 - El entortado se cura con agua por un lapso de 3 días, humedeciéndolo -levemente- por la mañana y por la tarde.
- * Si se requiere agilizar el fraguado, considerar la inclusión del cemento; de lo contrario, la mezcla puede funcionar sólo con cal hidratada y arena.

03

ALBAÑILERÍA

3. Enladrillado

MATERIALES



ladrillo de barro
recocido común
de 2.5 x 13 x 26 cm



cal
hidratada



cemento



arena



agua

PARA LA PASTA



cal
hidratada



agua

PARA EL LECHADEADO



cal
hidratada



arena
cernida

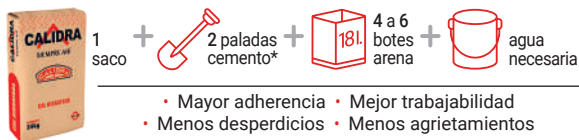


agua

Procedimiento

Sobre el relleno y el entortado se coloca el enladrillado, mismo que debe hacerse con ladrillo de barro recocido común, con dimensiones homogéneas.

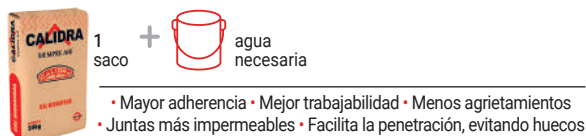
El enladrillado se coloca en forma de petatillo (disposición transversal) con la cara áspera hacia arriba y las juntas deben tener como separación máxima 3 mm.



El ladrillo se pega directamente sobre el entortado, usando una mezcla de cal hidratada-cemento-arena, con un espesor mínimo de 2 cm.

Una vez concluida la colocación del enladrillado, se procede a la construcción del chaflán, que se hace con pedacería de tabique de barro recocido y mezcla de cal hidratada-cemento-arena.

Después de construir el chaflán mixto, se procede al junteo entre ladrillo y ladrillo en toda la superficie de azotea, estas juntas se hacen con cal hidratada-cemento y agua suficiente como para formar una pasta consistente, el ladrillo debe estar saturado de agua.

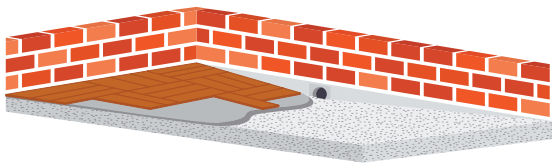


Nota 1: La consistencia para pisos será más líquida que la mezcla requerida para muros.

Nota 2: La adición de pigmento recomendado es de 5 a 7% del peso del cementante.

Nota 3: Los materiales se deben mezclar perfectamente primero en seco.

Finalmente, se da un escobillado con lechada espesa de cal hidratada-arena cernida; se vacía sobre el enladrillado y se barre con escoba, procurando que el sobrante se deposite en las juntas entre ladrillo y ladrillo. Se deja fraguar perfectamente.



1 saco +  18l. 2 a 4 botes arena cernida +  agua necesaria

- Mayor adherencia • Mejor trabajabilidad • Menos agrietamientos
- Juntas más impermeables • Facilita la penetración, evitando huecos

Nota : Se agregará agua hasta conseguir la consistencia necesaria para permitir que el material penetre fácilmente en las juntas..

Recomendaciones

- El enladrillado se debe terminar 3 cm antes de llegar al pretil.
- Previo a la construcción del chaflán, la superficie del pretil que queda en contacto con éste se debe picar finamente y después tallar con cepillo de alambre, quitando simultáneamente cualquier partícula suelta o floja.
- * Si se requiere agilizar el fraguado, considerar la inclusión del cemento; de lo contrario, la mezcla puede funcionar sólo con cal hidratada y arena.

TECHOS Y CUBIERTAS

Los techos y cubiertas son sistemas de cierre estructural superior que tienen la función de confinar, aislar y proteger los espacios.

1. Losas de concreto -impermeables-

Este efecto impermeabilizante se consigue con la adición de cal hidratada en la mezcla de concreto a utilizar para el colado de losas. Las partículas de cal hidratada son más finas que las del cemento propiciando el relleno de los huecos existentes entre éste y los agregados, haciendo al concreto más compacto y permitiendo que la superficie de contacto sea más uniforme. El resultado es un concreto protegido de las variaciones de temperatura y de la absorción del agua.

2. Bóvedas de abobe y ladrillo

MATERIALES



adobes



ladrillos



tierra
arcillosa



cal
hidratada



arena



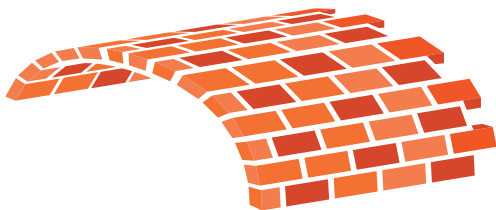
agua

Procedimiento

Las bóvedas son un sistema de cubiertas cóncavas que, se conforma mediante la unión de arcos consecutivos que se auto soportan entre sí.

Las cúpulas, además de otras formas de techumbre generadas a partir de arcos, también son catalogadas como bóvedas. Su principal característica es que las formas curvas que se obtienen, son el resultado de un cálculo matemático similar al de las circunferencias, las hipérbolas, las elipses e incluso, las parábolas.

En las bóvedas de adobe y ladrillo, es importante constituir curvas que en cualquier punto -de la cubierta- generen sólo esfuerzos de compresión, ya que las piezas deben apoyarse en las piezas que las anteceden y así sucesivamente; transmitiendo la carga a los muros o a los apoyos estructurales.



En términos generales, para facilitar la elaboración de las bóvedas, se recomienda que el adobe sea de tierra arcillosa con alto contenido de sílice y aluminio. Además de que tenga un tamaño específico 5 x 10 x 20 cm.

Los adobes son piezas que requieren tener sus caras limpias para pegarse entre sí con una capa de barbotina (arcilla líquida)-arena o mezcla de cal hidratada-arena.

Por otro lado, el ladrillo para bóvedas debe tener las mismas dimensiones del adobe, pero ser de arcilla recocida.

Los ladrillos también requieren tener sus caras libres de otros elementos para pegarse entre sí con una capa muy fina de mezcla de cal hidratada-arena.

La superficie exterior -tanto de los adobes como de los ladrillos- debe tener una textura ligeramente rugosa, para favorecer la adherencia del lodo o de la mezcla de cal hidratada-arena, en cada uno de los arcos que darán forma a la bóveda.

La colocación de las piezas de adobe o ladrillo, requiere de una técnica específica que permita el desarrollo de la bóveda, respetando el diseño original.



1
saco



4 a 6
botes
arena



agua
necesaria

-
- Mayor adherencia • Mejor trabajabilidad • Menos agrietamientos
 - Juntas más impermeables • Buena opción en zonas cálidas
-

Recomendaciones

- La mezcla de cal hidratada-arena debe ser más líquida que la usada para el junteo del ladrillo convencional. Su consistencia debe ser pastosa pero lechosa, ya que la junta entre piezas debe ser muy delgada.
- Estas bóvedas no requieren de cimbras, ya que son autoportantes. Sin embargo, en condiciones muy específicas, se pueden utilizar tensores de alambre o caballetes de madera, sólo mientras las mezclas fraguan y los arcos adquieren estabilidad.
- * Para conocer opciones de elementos estructurales y/o de apoyo estructural de bajo impacto ambiental, revisar el apartado correspondiente - incluido a final de este ejemplar -.

3. Terrado sobre vigas de madera

MATERIALES



vigas, troncos,
tablas de madera



placas de
barro



tierra



ladrillos



cal
hidratada



arena



jabón
de pan



alumbre

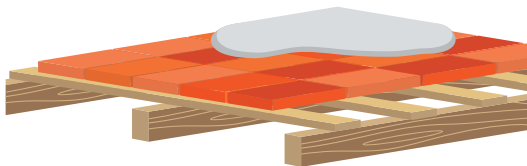


agua

Procedimiento

El terrado es un tipo de techo con estructura de madera (vigas o troncos), una capa de placas de barro cuatrapeadas o tablas de madera colocadas de manera transversal, una capa de tierra inorgánica, una capa de entortado de cal hidratada-arena (que permitirá marcar pendientes) y finalmente, una capa de ladrillos colocados en forma de petatillo.

Para proteger de la lluvia a esta última capa, es necesario impregnar la superficie porosa del ladrillo de barro con un impermeabilizante de cal hidratada, jabón, alumbre y agua (revisar la preparación del impermeabilizante con cal hidratada, incluida en este documento).



1 + 6 + 5 a 7 +
saco paladas botes
cemento* arena agua
necesaria

- Mejor trabajabilidad
- Superficies más impermeables
- Facilita la penetración, evitando huecos
- Menos desperdicios

Recomendaciones

- Los elementos de madera deben ser tratados con pentaclorofenol o algún otro tipo de repelente para insectos o termitas. La pintura de cal hidratada puede ser una excelente opción.
- En la mayoría de los casos, la colocación de los ladrillos se hace sin mezcla de albañilería de por medio; sin embargo, esta característica favorece la absorción de agua, por lo que se sugiere un junteo de piezas muy delgado con mezcla de cal hidratada-arena.

- El entortado se cura con agua por un lapso de 3 días, humedeciéndolo -levemente- por la mañana y por la tarde.
- * Para conocer opciones de elementos estructurales y/o de apoyo estructural de bajo impacto ambiental, revisar el apartado correspondiente - incluido a final de este ejemplar -.

IMPERMEABILIZACIÓN

La impermeabilización es el tratamiento que se da a la superficie final de una construcción para evitar la absorción de agua o la concentración de vapor, esto se consigue aplicando un revestimiento impermeable o utilizando un aditivo adecuado.

1. Impermeabilización con cal hidratada, jabón y alumbre

MATERIALES



cal
hidratada



jabón de pan
y piedra de
alumbre



agua

Procedimiento

La preparación del impermeabilizante consiste en llenar con agua la mitad de un tambor de 200 lt de capacidad. Se vacía la cal hidratada y se agita hasta incorporar.

En agua caliente se disuelven las pastillas de jabón de pan y piedra de alumbre, cada uno por separado.



2
sacos



10 pastillas
de jabón
de pan

+

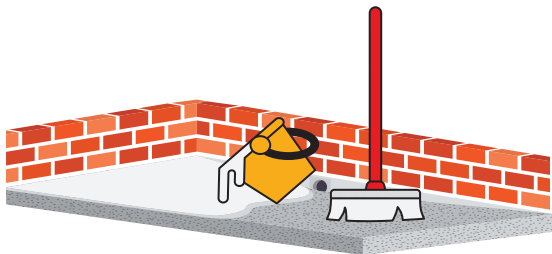


5 kg.
piedra de
alumbre

+



200 l.
1 tambor
agua



La primera capa de recubrimiento de la superficie se da con el alambre disuelto en agua.

De forma independiente, se agita la mezcla de cal hidratada con agua y se agrega el jabón disuelto, hasta que se integren por completo, después se suministra la mitad de la solución de piedra de alumbre y se agita nuevamente, al final se adiciona el agua restante.

La aplicación de la segunda capa se realiza agitando la mezcla ya preparada y se esparce sobre la superficie a impermeabilizar con un cepillo tipo escoba, asegurando la cobertura total del área, incluyendo las esquinas. Se repite la aplicación dos veces, sin olvidar agitar la solución regularmente para evitar que algunos de los materiales se asienten. Se deja secar la superficie durante 10 minutos para repetir la aplicación con la otra mitad de solución de alumbre disuelto.

La mezcla impermeabilizante se impregna en la superficie, penetrando en los poros y formando una capa protectora. Por lo que fisuras y uniones deben ser cubiertas con mezcla de cal hidratada-cemento-arena, antes de la aplicación de la mezcla impermeabilizante.

Recomendaciones

- La aplicación de este tipo de impermeabilizante, sólo se debe considerar en azoteas que no tengan una impermeabilización previa con cualquier otro material; es decir, la superficie debe ser virgen -de preferencia-, para garantizar su efectividad.

- Además, debe estar libre de polvo o cualquier otro material sólido e incluso, líquido.
- Es importante que la mezcla se utilice inmediatamente después de prepararse. No se debe almacenar.
- Debe evitarse lavar o tallar la superficie impermeabilizada.

2. Impermeabilización con material emulsionado

MATERIALES



primer
base agua



sellador
elástico



impermeabilizante
emulsionado
base agua



membrana
de refuerzo



pintura de
acabado

Procedimiento

Se retiran los materiales sueltos y se limpia la superficie a impermeabilizar.

Se revisan los chaflanes, los pasos para bajadas de agua pluvial, bases, tuberías y grietas en caso de existir.

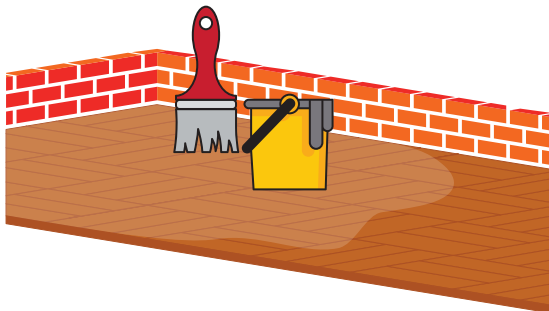
Las fisuras se perfilan rayándolas con un desarmador, para lograr una adecuada penetración del primer, el cual se aplica con brocha.

Cuando se tienen grietas se rellenan con sellador elástico.

Se colocan dos capas de impermeabilizante de 20 cm de ancho. A cada lado de las grietas se coloca una tira de membrana de refuerzo de 10 cm.

La impermeabilización se ejecuta sobre el enladrillado, cuya superficie debe estar seca.

Sobre la última capa de impermeabilizante se aplica la pintura de acabado y se deja secar.



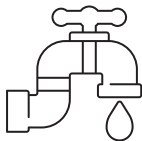
Recomendaciones

- En los sitios en donde hay pretiles se sube el impermeabilizante hasta 30 cm sobre el nivel de piso terminado de la azotea.
- Se debe tener especial cuidado al tratar los pasos de bajadas pluviales y en general de las tuberías o ductos que crucen la azotea.

04

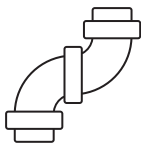
INSTALACIONES





INSTALACIONES HIDRÁULICAS

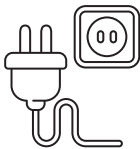
La instalación hidráulica es el conjunto de tinacos, tanques elevados, cisternas, tuberías de succión, descarga y distribución, válvulas de control, válvulas de servicio, bombas, equipos de bombeo, generadores de agua caliente, etc. necesarias para proporcionar agua fría y caliente a los muebles sanitarios y demás servicios en una construcción.



INSTALACIONES SANITARIAS

Es el conjunto de tuberías de conducción, conexiones, obturadores hidráulicos en general, sifones, céspedes, coladeras, etc. necesarias para la salida, obturación y ventilación de las aguas residuales, negras y pluviales que se generan en una construcción.

En algunos casos, la instalación sanitaria no es viable puesto que no existe un colector municipal que permita la salida de las aguas negras y residuales, por esa razón, se puede optar por un sistema de tratamiento tanto de aguas como desechos sólidos con cal hidratada, las letrinas o baños secos son un claro ejemplo de la eficiencia y sustentabilidad de este proceso.

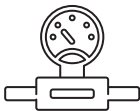


INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Es el conjunto de conductores eléctricos, canalizaciones, dispositivos de control y protección, además de los accesorios necesarios para interconectar una o más fuentes de energía eléctrica con los aparatos y máquinas receptoras en una construcción.

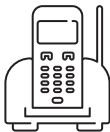
INSTALACIONES ESPECIALES

Las instalaciones especiales son aquellas que requieren del suministro específico de materiales y condiciones físicas especiales para su correcto funcionamiento.



Gas.

Es el conjunto de aparatos, dispositivos y accesorios encargados de distribuir, recibir, almacenar y controlar el gas; desde el vehículo alimentador hasta los aparatos de consumo final.



Telefonía.

Es el conjunto de dispositivos y equipo que permite la comunicación a distancia, por medio de una acometida central que se ramifica y llega hasta las cajas o salidas de aparatos telefónicos.

05

**ACABADOS, TRABAJOS
COMPLEMENTARIOS
Y EXTERIORES**



ACABADOS, TRABAJOS COMPLEMENTARIOS Y EXTERIORES

YESERÍA

Aplanados de yeso en columnas, traveses, muros y plafones

El yeso al combinarse con otros materiales como el agua, constituye diferentes mezclas según las proporciones utilizados:

Mezcla de yeso.

Es una mezcla simple de yeso a la que se le agrega agua.

Mezcla bastarda de yeso.

Esta mezcla es elaborada con yeso y cal hidratada, con cierta cantidad de agua.

Mezcla compuesta o mestiza.

Es la mezcla que se compone de yeso, cal hidratada, material inerte (arena) y el volumen de agua necesario.

MATERIALES



yeso



cal
hidratada



arena
y agua

Procedimiento

Los aplanados de yeso se realizan exclusivamente en elementos que se localizan al interior de las edificaciones como son columnas, traveses, muros y plafones.

En la ejecución de los aplanados de yeso se usan las mezclas: simple, bastarda y compuesta en las proporciones indicadas, pudiendo variar -ligeramente- dependiendo de la finura del molido del material.

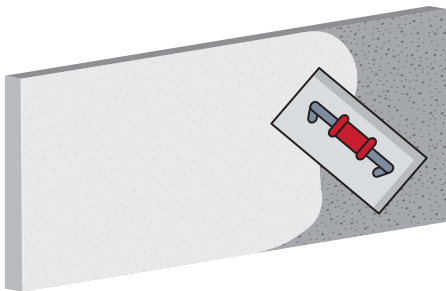
Para la mezcla bastarda de yeso se considera la siguiente proporción:



Para la mezcla compuesta o mestiza se considera la siguiente proporción:



Los aplanados se hacen a plomo y regla en muros, a nivel y regla en plafones. En ambos casos se colocan maestras (guías) a una separación máxima de 2 m, las que sirven de guía para distribuir la mezcla con la ayuda de reglas de aluminio, afinándose después la superficie.



Previamente a la aplicación del yeso se humedecen las superficies a aplanar, siempre y cuando haya un repellado previo. El espesor del aplanado no debe ser mayor de 2 cm.

En los aplanados de yeso en muros de tabique y sobre la superficie de concreto en cadenas y castillos, antes de proceder a la aplicación del yeso se realiza un picado cerrado con cincel para lograr la adherencia adecuada.

Recomendaciones

- No se deben corregir los desplomes o desniveles de muros, losas, columnas o trabes, variando -significativamente- el espesor del aplanado del yeso.
- La mezcla de materiales debe hacerse en seco para evitar que el yeso reaccione, la mezcla de yeso no debe batirse.

TIROL, PASTA TEXTURIZADA, ESTUCO Y TADELAKT

1. Tirol rústico en plafones

2. Tirol planchado en muros

Recubrimientos de apariencia rugosa o planchada, utilizados principalmente en plafones y muros.

MATERIALES



cal
hidratada



yeso



polvo de
mármol



cemento
blanco



resina y
sellador vinílico



agua

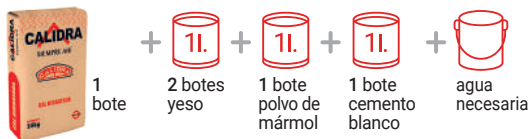
Procedimiento

Antes de aplicar el tirol, la superficie se limpia con zacate y cepillo de raíz, hasta eliminar el polvo y cualquier sustancia extraña adherida.

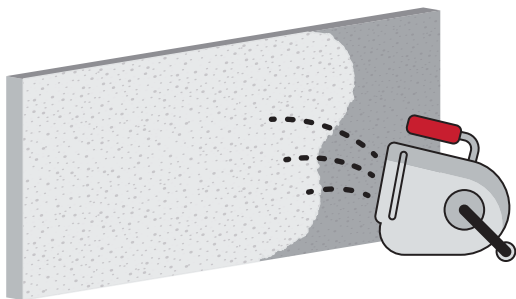
Cuando la superficie sobre la que se debe aplicar el tirol sea de paneles de yeso comprimido (tablaroca), ésta debe ser lo más lisa posible.

Previo a la aplicación del tirol, se da a la superficie una mano con sellador vinílico.

La preparación de la pasta se realiza mezclando en un recipiente adecuado al volumen requerido; cal hidratada, yeso, polvo de mármol, cemento blanco, resina (para conseguir una adherencia adecuada) y la cantidad de agua suficiente que permita obtener una consistencia densa, homogénea y sin grumos, al momento de batirse.



La aplicación del tirol, se hace con la herramienta adecuada (tiroleta), de manera uniforme hasta cubrir totalmente la superficie base.



Cuando se requiera en el proyecto tirol planchado, se pasa sobre el tirol recién terminado una llana metálica para obtener el acabado.

Recomendaciones

- Cuando el tirol se aplica sobre aplanados, la superficie debe humedecerse -previamente-.
- Preferentemente, se aplica tirol rústico en plafones y tirol planchado en muros.

3. Pasta texturizada

Acabado final de un muro previamente repellado, es un recubrimiento pastoso que se emplea regularmente para dar distintas texturas a las superficies.

MATERIALES



pasta
texturizada

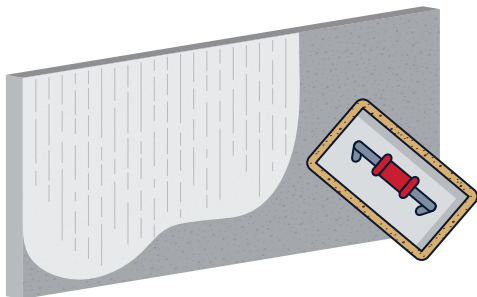


sellador
vinílico

Procedimiento

La pasta texturizada se aplica sobre cualquier superficie lisa y firme; ya sea aplanado fino, panel de yeso (tablaroca) y panel de cemento.

Sobre la superficie limpia del muro se aplica una mano de sellador y posteriormente, una capa de pasta con llana metálica, sobre la cual se desliza una espátula dentada, llana de madera, cepillo de alambre o la herramienta apropiada para lograr el acabado texturizado requerido.



Recomendaciones

- Antes de aplicar la pasta texturizada se deben seguir las instrucciones del fabricante.
- Se debe cuidar que el espesor de la pasta no sea mayor de 1 cm ni menor a 0.5 cm.
- Las aristas de los muros deben tener un terminado boleadado (redondeado), para evitar que se destapillen.

4. Estuco

El estuco es una mezcla compuesta de cal hidratada y agregado fino, es considerado una pasta de revestimiento continuo que permite dar acabados finos en muros interiores.

MATERIALES

	cal hidratada		arena cernida		granillo de mármol
	polvo de mármol		pigmento mineral		agua

Procedimiento

En un recipiente con agua se sumerge la cal hidratada, agitando hasta incorporar perfectamente y evitando la formación de grumos. Una vez realizada la mezcla, se debe tapar el recipiente, con la intención de que su contenido repose por lo menos durante 24 horas previas a su utilización (mientras más tiempo repose la cal hidratada dentro del recipiente con agua, es mejor; ya que la pasta tendrá una consistencia más cremosa, característica que facilita la aplicación y mejora su apariencia).

1. Reposo de la cal hidratada (transformación de polvo a pasta)



Transcurrido el tiempo de reposo necesario para que la cal hidratada adquiera una buena condición, es conveniente integrar el pigmento (diluído previamente en agua caliente para deshacer todos los grumos existentes) en la mezcla original hasta garantizar que el color se haya mezclado de forma uniforme.

Se ha de considerar que la pasta seca perderá entre el 40 y 50% de la intensidad del color.

Previo al comienzo del trabajo, debe cepillarse el muro para eliminar el polvo y los materiales sueltos; posteriormente a esto, el muro debe humedecerse para aplicar la primera capa de estuco.

Todos los estucos tienen en común el estar conformados por una capa de repellado y dos capas de aplanado, mismos que permiten el relleno de fisuras y al mismo tiempo eliminan los pequeños desniveles para regularizar y conseguir uniformidad en el muro.

La primera capa. Formada por una pasta de cal hidratada, arena cernida, granillo de mármol y polvo de mármol. Esta es la capa que queda en contacto directo con el muro, puede omitirse si el muro cuenta con un aplanado previo, siempre y cuando éste tenga cal hidratada, para obtener mejor adherencia con las capas posteriores.



La segunda capa. Formada por pasta de cal hidratada, granillo de mármol y polvo de mármol.



La tercera capa. Formada por pasta de cal hidratada y polvo de mármol. Es la capa final del recubrimiento, la que otorga la apariencia pulida al muro.



Durante la aplicación de la mezcla en cada capa, se comienza por perfilar las orillas y posteriormente, rellenar toda la superficie al mismo nivel.

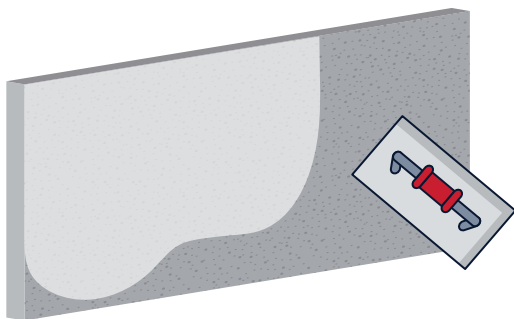
Después de aplicar cada capa, debe darse el tiempo suficiente para que la mezcla elimine el exceso de agua (esto dependerá de las condiciones climáticas de cada zona) y se perciba ligeramente húmeda la superficie, en ese momento se debe realizar la siguiente capa.

El grosor de cada una de las capas lo determina el tamaño del agregado utilizado. La granulometría varía a lo largo del proceso, por lo que primero se utiliza el material grueso y después las arenas de menor tamaño para realizar las capas de acabado.

El espesor final del estuco puede llegar a alcanzar los 2 cm. Sólo teniendo varias capas delgadas y ejerciendo presión sobre ellas, puede lograrse la cohesión del estuco al muro y evitar su desprendimiento parcial e incluso total.

05

ACABADOS




Recomendaciones

- Antes de utilizar la pasta, se debe eliminar el exceso de agua que quede en la superficie.
- El material siempre se aplica sobre una superficie húmeda. El momento idóneo para aplicar una capa de estuco sobre el muro es cuando se ha evaporado el exceso de agua de la mezcla y ésta adquiere la firmeza o solidez suficiente para soportar una nueva aplicación.
- Para lograr la adherencia y consistencia del estuco se debe evitar el secado y la carbonatación de las capas intermedias.
- Sólo el empleo de materiales de excelente calidad puede asegurar un buen trabajo de estuco.
- Para estucos coloreados se debe tener mucho cuidado en adicionar la misma cantidad de pigmento en cada preparación.

5. Tadelakt

MATERIALES

	cal hidratada		polvo de mármol		jabón de negro
	pigmento mineral		cera		agua

Procedimiento

Tadelakt es una palabra amazight que significa: frotar.

Es un revestimiento brillante y prácticamente impermeable hecho con cal hidratada; los buenos resultados en esta técnica se pueden atribuir a la pureza de la cal hidratada -empleada- y al pulido que se consiga dar a las superficies.

No se debe aplicar el tadelakt en una sola capa y el grosor habitual de cada una de las dos capas que lo conforman es de entre 2 y 4 mm.



Es muy importante que la aplicación de las capas de mezcla, se haga con una llana o espátula.

Después de que la mezcla de cal hidratada-polvo de mármol de la primera capa, se aplica en la superficie a recubrir y se percibe que está prácticamente seca, se debe alisar; humedeciéndola de manera previa con un atomizador. La segunda capa se hace de la misma forma, para posteriormente ser presionada con una llana o plana, hasta que quede lisa.



1 saco + 6 paladas cemento* + 18l. polvo mármol + agua necesaria

-
- Mayor adherencia
 - Superficies higiénicas
 - Mejor trabajabilidad
 - Menos desperdicios
-

Al día siguiente de la creación de los aplanados, se aplica una emulsión de jabón negro (preferentemente) con una esponja y se pule con una

piedra hasta que el líquido desaparece. Se puede suministrar tanto jabón como sea necesario, hasta que la superficie no absorba más; sin embargo, el exceso de jabón se debe remover para evitar marcas.

La compactación y el pulido son dos pasos importantes para conseguir una superficie impermeable y resistente al agua.

Las piedras adecuadas para el pulido no deben ser porosas, sino duras con un lado plano y cantos redondeados.

Al paso de dos semanas, se puede aplicar un tratamiento final con cera (líquida o sólida), esta espera favorecerá el proceso de carbonatación de la cal hidratada.

La cera debe aplicarse con una fibra suave para no dañar la superficie.

Recomendaciones

- La temperatura mínima para la ejecución de esta técnica es de 8°C.
- Es muy importante que la superficie a tratar esté completamente limpia.
- Es mejor si primero, se practica la técnica en pequeñas superficies.
- Se deben evitar las fuentes directas de calor para impedir que los materiales pierdan humedad de manera acelerada.
- El proceso de secado del tadelakt oscila entre las 2 y 4 semanas, por lo que se deben hacer pruebas de color previamente; considerando que además de la pérdida de humedad, la aplicación de jabón y de cera afectarán la tonalidad final.
- Los pigmentos deben ser diluidos en agua para facilitar su incorporación a la mezcla.
- No se debe pulir en un mismo punto -por mucho tiempo-, para evitar algún desprendimiento o el encapsulamiento de aire al interior de las capas.

PINTURAS

La pintura puede definirse como un material compuesto por aglomerante, disolvente y pigmento, que mezclados en proporciones adecuadas crean un líquido espeso, utilizado para cubrir de color una superficie; protegiéndola y decorándola.

1. Pintura de cal hidratada

MATERIALES



cal hidratada
en pasta



sal



pigmento
mineral



agua



sellador
vinílico

Procedimiento

La preparación de la pintura consiste en llenar con agua una cubeta de 19 l de capacidad. Se vacía la cal hidratada, se agita hasta incorporar y se deja reposar durante un par de horas.

A la mezcla de cal hidratada con agua, se agregan la sal y el sellador vinílico integrándose perfectamente; este último es opcional, ya que si se integra se crea una película plástica que impide que los muros transpiren.

05

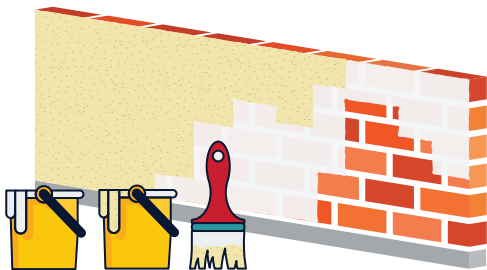
ACABADOS

9 kg. + 250 gr. sal + 1 l. sellador vinílico + Agua 19 l.

100-150 gr. pigmento mineral

9 kg. + 250 gr. sal + 100-150 gr. pigmento mineral + Agua 19 l.

Nota: La pintura de cal hidratada sin sellador vinílico se recomienda para superficies vírgenes de concreto o aplanados (superficies que no tienen aplicación previa de otro material) ya que el sellador impide la carbonatación de la película y disminuye el brillo del color blanco.



Como último paso se disuelve el pigmento en agua caliente adicionándolo a la mezcla; posteriormente, la aplicación se realiza de forma tradicional con una brocha de cerdas gruesas.

La mezcla que se obtenga debe ser ligeramente espesa.

Se puede optimizar la aplicación de pintura si la primera capa se hace sin pigmento (fondeo) y la segunda se realiza con la tonalidad requerida.

La pintura de cal hidratada permite que la pared respire y que el aire del interior de los espacios se renueve, al tiempo que impide la formación de bolsas de humedad.

La formulación de pintura puede ser enriquecida con algún tipo de aglutinante orgánico como: el mucílago de nopal o alguna otra cactácea, goma, cola o incluso, caseína. Sin embargo, será necesario hacer pruebas previamente en la superficie a pintar y evitar el uso del sellador enunciado.

Recomendaciones

- Para obtener buenos resultados con la pintura de cal hidratada, la superficie a pintar debe estar libre de polvo o cualquier otro material sólido o líquido y es necesario remover en su totalidad los materiales correspondientes a aplicaciones anteriores.
- La pintura de cal hidratada tiene la peculiaridad de que su aglomerante influye en el pigmento de la masa.
- El color blanco de la cal hidratada debe ser teñido por el pigmento y al mismo tiempo el blanco de la cal hidratada rebaja considerablemente el tono del color elegido. Además, el color de la pintura baja hasta un 50% al secar, es por ello que debe utilizarse un porcentaje razonable de pigmento. De preferencia, se sugiere hacer pruebas previas de acuerdo a la tonalidad deseada.
- La pintura sobrante puede ser usada posteriormente siempre y cuando ésta se conserve en un recipiente herméticamente cerrado y con un excedente de agua que evite que la cal hidratada entre en contacto con el aire.

2. Pintura natural

MATERIALES



tierra



cal
hidratada



pigmento
mineral



aditivos
naturales



agua

Procedimiento

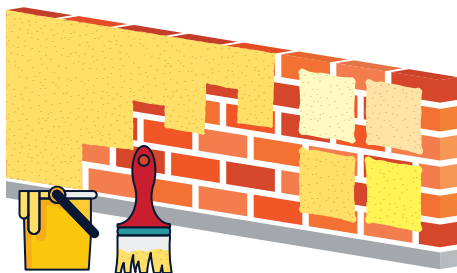
Las pinturas naturales son -en comparación con las comerciales-, económicas, transpirables, asépticas y sobre todo, de fácil aplicación. En varios casos, su elaboración no requiere de grandes esfuerzos y la adquisición de los insumos es relativamente sencilla.

La formulación de este tipo de pinturas está en función de la superficie que se intervenga y también de las características que se desean tener.

Por eso, la cantidad a utilizar de cada uno de los materiales involucrados requiere de una dosificación muy particular; comenzando con pruebas en una proporción 1:2, es decir, un volumen del material sólido por dos volúmenes de agua.

Dada la distinta composición de las tierras, de la cal hidratada e incluso de los aditivos, también se deben hacer pruebas de color -previamente-, esto evitará que se obtengan tonalidades imprevistas.

En relación a la aplicación, es viable comenzar con un par de capas de consistencia líquida, mientras que las sucesivas pueden y deben ser -ligeramente- más espesas.



Recomendaciones

- Estas pinturas requieren de retoques o réplicas cada determinado tiempo.
- Si la aplicación de pintura se hace en forma circular, se evita que se formen escamas.
- Considerar algunos de los siguientes aditivos, dependiendo del efecto que se requiera en la pintura: caseína para fácil limpieza y fijación del color | aceites de linaza, oliva o girasol para dureza, impermeabilidad y oscurecimiento del color | arcillas o caolín (arcilla natural) para bellas tonalidades y transpirabilidad | almidón para una consistencia espesa y mayor adherencia | huevo para brillo y fijación del color.

3. Pintura vinil acrílica

4. Pintura vinílica

MATERIALES



pintura
vinil acrílica



pintura
vinílica



sellador
vinílico

Procedimiento

Previo a la aplicación de la pintura, las superficies por recubrir deben estar completamente secas, libres de polvo, grasa, aceite, salitre, yeso flojo o cualquier otra sustancia extraña que impida la adherencia del recubrimiento. La limpieza se realiza con zacate y cepillo de raíz, hasta eliminar cualquier sustancia extraña adherida.

En las superficies de concreto o aplanados de mezcla para acabado rugoso, previo a la aplicación de la pintura se debe aplicar una mano de sellador vinílico.

La pintura se aplica con brocha de pelo, rodillo o cepillo, a dos manos como mínimo o las capas que sean necesarias según la textura de la base por pintar, hasta obtener una superficie tersa y uniforme en color.

El intervalo de tiempo que debe transcurrir entre la aplicación de una capa y la siguiente es de 3 horas como mínimo, para permitir el secado de la primera capa.

Todas las capas de pintura aplicadas deben presentar un aspecto uniforme, libre de escurrimientos, gotas, discontinuidades y otros defectos de acabado.

Recomendaciones

- Antes de aplicar la pintura se deben seguir las instrucciones del fabricante.
- La pintura al aplicarse debe ser de aspecto homogéneo, sin grumos, ni polvos, con viscosidad para la formación de la película.
- La pintura debe mezclarse y batirse bien para evitar las natas, una pintura buena no debe formar películas transparentes, debe tener un color uniforme con su respectiva brillantez.
- Por lo regular es necesaria la aplicación de tres manos de pintura para conseguir un buen acabado.

5. Encalado convencional

MATERIALES



cal
hidratada



agua

Procedimiento

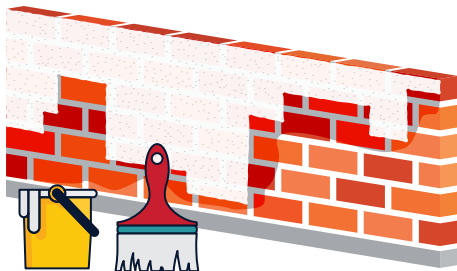
El encalado es una pintura clásica y de gran duración que promueve la transpirabilidad de las superficies. El encalado se ha empleado como capa decorativa y protectora desde tiempos ancestrales.

El encalado suele moverse a la par de la estructura de la construcción, al generarse una adherencia excepcional entre las superficies y la capa de cal hidratada.

La alcalinidad de la cal hidratada inhibe la proliferación de hongos y la aparición de alguna otra patología en los muros.

Es importante que la mezcla de cal hidratada-agua (en proporción 1:2) sea lechosa y sin grumos, para que pueda penetrar en los poros del material base; si es necesario se debe lijar o cepillar la superficie a encalar.

Una vez que la película de cal hidratada-agua sea aplicada de manera convencional, ésta comenzará a experimentar la reacción de carbonatación -en contacto con el dióxido de carbono del ambiente-; por lo que, la humectación -previa- de la superficie a encalar es fundamental para promover su secado paulatino y controlado.



Recomendaciones

- A la mezcla de cal hidratada-agua, puede añadirse algún tipo un estabilizante natural -como la caseína-; para aumentar su resistencia al tacto y facilitar su limpieza.
- El encalado suele ser aplicado con mayor frecuencia en interiores, puesto que los factores ambientales pueden deteriorar -considerablemente- el estado de las superficies exteriores y requerir así de mantenimiento continuo. Sin embargo, la sencillez y economía de esta aplicación, posibilita que los muros exteriores sean encalados cuantas veces sea necesario.
- Para encolar es mejor utilizar brochas grandes y gruesas, dada la acumulación de partículas de cal hidratada entre las cerdas.

6. Jabelga

MATERIALES



cal
hidratada



polvo de
mármol



pigmento
mineral



agua

Procedimiento

La *jabelga*, es un término que proviene del latín *exalbicare*, que significa blanquear, a esta acción se le denomina; jalbegar o enjalbegar.

Jabelga es la mezcla de cal hidratada, polvo de mármol (principalmente) en proporción 1:1, pigmentos minerales y agua.

El polvo de mármol simplifica la carbonatación integral de la mezcla; razón por la cual, es más común su uso en comparación con alguna arena que tenga alto contenido en sílice.

Al igual que el encalado, las pinturas o las pastas hechas con cal, la *jabelga* se aplica sobre superficies porosas, para garantizar su penetración y adherencia.

Se puede decir, que su consistencia es intermedia entre la de una pintura y la de una pasta de cal hidratada, por lo que la adición controlada de agua es primordial.

Su función aparte de brindar una apariencia agradable y colorida (en algunos casos), es -básicamente- de protección de superficies.

Dada la incorporación de un agregado fino a esta mezcla, el espesor que se obtiene es mayor que el que se obtiene con un encalado o pintura.

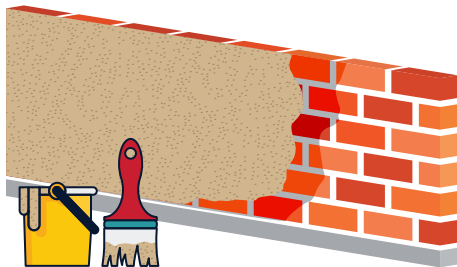
La jabelga es blanca debido la alta concentración de cal; sin embargo, la adición de pigmentos minerales (diluidos en agua previamente) permite que se añadan bellas tonalidades en las superficies intervenidas.

Es conveniente enjabelgar con dos manos -cruzadas-; es decir, la primera del lado izquierdo al derecho y (al secar), la segunda en sentido transversal de arriba hacia abajo.

El agitado continuo de la mezcla es esencial para que la aplicación sea satisfactoria.

Recomendaciones

- La superficie a enjabelgar debe estar limpia; libre de polvo o cualquier otra aplicación previa de recubrimiento.
- Se debe humedecer la superficie a intervenir, para así consumir menos mezcla.
- La brocha a utilizar debe ser grande plana o redonda, de pelos o de lana.
- La mezcla sobrante puede ser conservada en una cubeta que posea tapa, se debe agregar agua para formar un espejo superficial de 2 a 3 cm; evitando el contacto de la mezcla con el ambiente y su consecuente carbonatación. Si se desea utilizar -nuevamente- la jabelga, es suficiente con remover la mezcla desde el fondo.





GUARNICIONES, BANQUETAS Y ANDADORES

1. Guarniciones de concreto

Elementos de transición entre las banquetas y el arroyo vehicular.

MATERIALES

 cal hidratada	 cemento	 arena y grava
 agua	 aditivos	 cimbra metálica

Procedimiento

En la realización de este elemento es necesario revisar el apartado de ESPECIFICACIONES Y DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO incluido al final de este ejemplar, para obtener una mayor referencia de los pasos a seguir, considerando que éstos deben adecuarse a las dimensiones y características que se requieran.

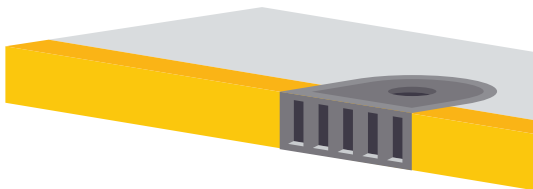
La cimbra debe ser metálica y lo suficientemente rígida para retener la mezcla. Previo al colado, se coloca la cimbra la cual debe satisfacer las condiciones de estabilidad y acabado, además de respetar la forma, líneas y niveles establecidos.

El concreto se elabora de acuerdo con la resistencia a la compresión mínima requerida, según sea el elemento a colar.

Antes de proceder al vaciado del concreto debe humedecerse la base. El colado se realiza en capas con espesor no mayor de 15 cm, se compacta con vibrador.

La sección de la guarnición de concreto simple debe ser trapezoidal de 50 cm de altura, 20 cm de base y 15 cm de corona. El acabado de la corona debe ser pulido y los cantos serán boleados.

Si se adiciona cal hidratada al concreto considerar que el descimbrado o retiro de la cimbra debe ser mayor, dado que el fraguado será ligeramente más lento.



Recomendaciones

- Es necesario que la dosificación de los materiales a utilizar en la elaboración del concreto se derive del resultado de las pruebas efectuadas por un laboratorio o bien, que se consideren las proporciones sugeridas por el fabricante de cemento.
- El humedecido para controlar el fraguado de las superficies coladas se hace con agua limpia.
- En accesos vehiculares, el nivel de la corona baja hasta 5 cm sobre el nivel de la rasante de pavimento.
- **La adición de cal hidratada al concreto otorga múltiples beneficios en su comportamiento y manejo; mismos que pueden conocerse en el apartado de ESPECIFICACIONES Y DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO.**

2. Banquetas y andadores de concreto

Circulaciones exteriores, cuya función es la de permitir el tránsito peatonal.

MATERIALES

	cal hidratada		cemento		arena
	grava		agua		aditivos
	malla electro-soldada		cimbra		materiales para juntas de dilatación

Procedimiento

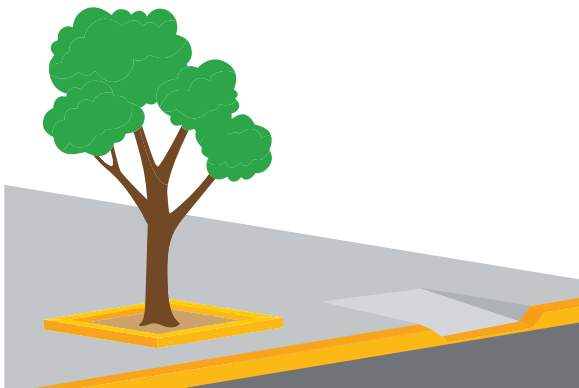
En la realización de este elemento es necesario revisar el apartado de ESPECIFICACIONES Y DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO incluido al final de este ejemplar, para obtener una mayor referencia de los pasos a seguir, considerando que éstos deben adecuarse a las dimensiones y características que se requieran.

Previo al colado se coloca la cimbra la cual debe satisfacer las condiciones de estabilidad y acabado, además de respetar la forma, líneas y niveles establecidos.

El concreto se elabora de acuerdo con la resistencia a la compresión mínima requerida, según sea el elemento a colar.

Las banquetas se construyen hasta que se ejecutan las instalaciones que se vayan a alojar por debajo de ellas y se coloca una capa de tepetate compactado de 10 cm de espesor.

Una vez efectuada esta operación, se humedecen las zonas compactadas y se vacía el concreto en moldes que en sentido longitudinal son de 2 m y en el sentido transversal abarcan la distancia entre el paramento de la construcción y la guarnición.



El espesor de las banquetas debe ser de 8 cm como mínimo, colocándose la malla electrosoldada a 2/3 partes del mismo.

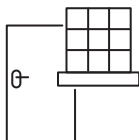
Si se adiciona cal hidratada al concreto considerar que el descimbrado o retiro de la cimbra debe ser mayor, dado que el fraguado será ligeramente más lento.

El acabado final se hace con cuchara, ralladores, escoba y volteadores, de manera que se obtenga una superficie no resbaladiza.

La pendiente de las banquetas, lo mismo que los niveles, serán los indicados por los elementos ya existentes.

Recomendaciones

- Es necesario que la dosificación de los materiales a utilizar en la elaboración del concreto se derive del resultado de las pruebas efectuadas por un laboratorio o bien, que se consideren las proporciones sugeridas por el fabricante de cemento.
- El humedecido para controlar el fraguado de las superficies coladas se hace con agua limpia.
- El acabado de las banquetas y andadores debe protegerse del paso de peatones por un mínimo de 24 horas.
- **La adición de cal hidratada al concreto otorga múltiples beneficios en su comportamiento y manejo; mismos que pueden conocerse en el apartado de ESPECIFICACIONES Y DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO.**



HERRERÍA

Contempla la ejecución de rejas, puertas, ventanas, protecciones, barandales y demás elementos cuyo material sea de origen metálico como el hierro forjado o aluminio.



CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA

Se refiere a la ejecución de puertas, ventanas, celosías, armarios y demás elementos de madera; incluye la colocación de las chapas o cerraduras necesarias.



JARDINERÍA

Consiste en la creación de las áreas verdes; habilitado del suelo, colocación de pasto, selección y sembrado de plantas, arbustos y árboles.

06

ANEXOS



APÉNDICE DE LA CAL

La cal es un químico natural conocido por el hombre desde tiempos inmemorables. Se obtiene de la roca sedimentaria caliza que forma parte de la naturaleza, con alta pureza como carbonato de calcio. Esta roca al ser calcinada produce óxido de calcio (cal viva) y en contacto con el agua -en la correcta proporción- produce hidróxido de calcio (cal hidratada) que es un polvo seco, blanco y muy fino.

Expertos en la rama industrial afirman que no existe un material sustituto de la cal, que brinde tantos beneficios con relación a su costo. Además, de que el desarrollo de la ciencia y la tecnología ha diversificado las aplicaciones de este producto natural, al grado de que en todo el mundo es reconocido como el "químico versátil"; gracias a su utilidad en distintos sectores.

La construcción es el sector industrial en donde más se aprovecha a la cal, en todas sus formas y presentaciones. La calidad del producto es el factor más importante para asegurar trabajos de excelente durabilidad, resistencia y economía.

Como material de construcción, la cal tiene múltiples aplicaciones, siendo las más relevantes la elaboración de concretos de baja resistencia, la estabilización de suelos arcillosos, las mezclas asfálticas, las mezclas para mampostería, junteo de tabique o block, los repellados y aplanados finos en muros, la impermeabilización y pintura de superficies.





Concretos

Los concretos elaborados con cal, material puzolánico, arena y grava brindan una mayor fluidez, protección al acero de refuerzo formando una capa anticorrosiva, así como impermeabilidad y reducción de costos.

Dependiendo de las especificaciones estructurales, pueden ser diseñados como concretos ligeros o con mayor resistencia simplemente con la selección y proporción adecuada de los agregados a utilizar.



Estabilización de suelos arcillosos

Gran parte del territorio nacional está formado por arcillas; es decir, partículas de tierra muy pequeñas, que tienden a cambiar su volumen con las variaciones de humedad y temperatura.

Por ello, las arcillas provocan inestabilidad en el suelo y en consecuencia un deterioro acelerado en las carreteras cimentadas sobre ellas. Para evitar esta deficiencia, es recomendable la estabilización de suelos con cal, previa a la construcción y renivelación de las bases y sub-bases.



Mezclas asfálticas

En las mezclas calientes de asfalto, la cal funciona como agente antidesgarrante, relleno y modificador de la viscosidad, con lo que se logra reducir la retención de humedad y aumentar el endurecimiento inicial. Esto evita el envejecimiento prematuro de la carpeta asfáltica.

El empleo de cal para estas labores, mejora la adhesión entre los agregados y el cemento asfáltico; de esta manera la cohesión se incrementa proporcionando alta resistencia a la compresión. Por su finura, la cal reduce tanto la porosidad como la contracción lineal.

Junteo

Las mezclas hechas a base de cal tienen la resistencia, adherencia e impermeabilidad que se requiere para el pegado de block, ladrillo y piezas de mampostería, además de tener la capacidad de sellar las micro grietas que pudieran ocasionarse y mejorar los resultados en la aplicación.

Asimismo, ofrecen la versatilidad de poder ser combinados con otros materiales como puzolanas, cementos y/o pigmentos para proporcionar propiedades particulares en aplicaciones especiales.

Aplanados y recubrimientos

La mayoría de los aplanados y recubrimientos para acabados intermedios o finales, utilizan cal como agente cementante y plastificante. Por su capacidad de aceptar componentes minerales u orgánicos en sus formulaciones, los recubrimientos con cal son ampliamente utilizados cuando se quieren evitar problemas de salitre y se desea tener una larga duración. Además, desde el punto de vista de apariencia, permanencia, durabilidad probada, protección al fuego, limpieza, sanidad, economía y bajo costo de mantenimiento, nada supera a los aplanados o repellados con cal.

Impermeabilizante

Una de las maneras más efectivas y económicas de impermeabilizar superficies terminadas en concreto virgen, ladrillo o acabados minerales, es la de usar cal; formando primeramente, una pasta cristalina que se adhiere y sella completamente las superficies a impermeabilizar. Para de manera posterior, conformar un jabón cálcico insoluble. Esta técnica es utilizada a nivel mundial, para la conservación de edificaciones consideradas patrimonio histórico de la humanidad.





Pintura

Una de las aplicaciones más antiguas de la cal fue su utilización con pigmentos minerales para pinturas rupestres y alcanzó su máximo esplendor en el Renacimiento con la pintura al fresco. Sin embargo, las aplicaciones de pintura con cal se extienden a los usos más comunes, desde el encalado de árboles hasta la pintura de monumentos coloniales y casas habitación. La pintura con cal permite que la pared respire y que el aire del interior de los edificios se renueve, al mismo tiempo que impide la formación de bolsas de humedad. El elevado pH de la cal ataca la acidez de los organismos vivos, de ahí su acción biocida y antiparasitaria. Estas cualidades higiénicas y sanitarias han sido decisivas para que el uso de la pintura con cal se mantenga hasta nuestros días.

Vibro - comprimidos

En la fabricación de block, tabicón, adoquín y cualquier elemento de este tipo utilizado en la construcción moderna, al incluir cal en sus formulaciones se mejoran las propiedades mecánicas a largo plazo, la uniformidad del color, el desmolde y curado de las piezas, logrando mejores acabados y mayor resistencia. La cal desempeña un papel decisivo para la obtención de buenos resultados durante el proceso de la obra; es la materia prima básica en la mayoría de los trabajos a ejecutar y se considera esencial porque aporta características benéficas en cada una de sus aplicaciones. Asimismo, su gran rendimiento reditúa -sin duda alguna- en ahorros significativos.

Estas son sólo algunas de las razones por las que este material milenario es utilizado hoy en día por los expertos en la construcción.



CICLO DE VIDA DE LA CAL

El ciclo de vida de un material define sus condiciones y características a lo largo de su vida útil. Este concepto surge con la intención de conocer y al mismo tiempo reducir, el impacto ambiental propiciado por los procesos de producción.

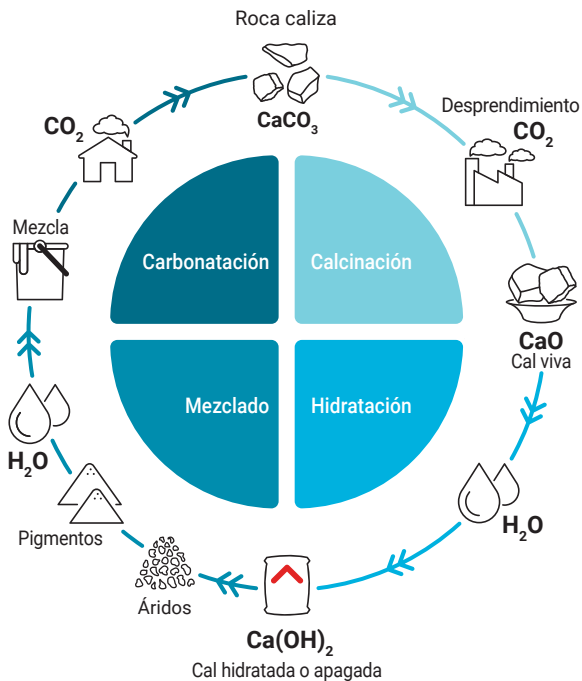
El respectivo análisis de este ciclo es un proceso que evalúa los daños ambientales asociados a cada material, básicamente a su proceso de producción y operación; por lo que permite identificar y cuantificar los consumos de materia / energía. Datos con los que se pueden estimar las emisiones contaminantes derivadas de los mismos e implementar las estrategias de mejoramiento de los procesos correspondientes.

Este estudio suele tener variantes, pero en general se pueden considerar las etapas de: extracción y empleo de materias primas, producción, transporte y distribución, uso, reutilización, mantenimiento, reciclado y disposición final.

El ciclo de vida de la cal arroja resultados inesperados para la mayoría de la gente. Si bien, la producción de cal tiene impactos ambientales negativos, -como cualquier otro proceso industrial-, es importante mencionar que la carbonatación de la cal contribuye directamente a la mitigación del cambio climático, al absorber CO₂ del ambiente.

Además, se demuestra que las cargas evitadas son realmente significativas en varias categorías de impacto ambiental, gracias a que la cal es un material que ofrece varios beneficios, entre los que se destaca la reutilización; una vez que ha cumplido con su tiempo de vida útil.

CICLO DE LA CAL



AGREGADOS PÉTREOS

Los agregados son partículas granulares de material pétreo de diversos tamaños, con la resistencia o dureza necesarias para fungir como red estructural en las mezclas de albañilería y concretos. Tienen su origen en la fragmentación de algunas rocas, ya sea de forma natural o por medios mecánicos.

Las arenas y gravas para construcción de manera muy genérica pueden tener su origen en:

- Bancos de sedimentación
- Lechos de río
- Pozos secos
- Canteras

El material que se procesa como agregados, en su mayoría corresponde a minerales no metálicos de caliza, granito, dolomita, basalto, arenisca, cuarzo y cuarcita.

Recomendaciones para la selección de agregados

En construcción, para obtener un adecuado comportamiento de las mezclas de albañilería y los concretos, es importante su diseño; tanto en estado fresco como endurecido.

Los agregados no deben estar contaminados, para evitar posibles reacciones entre el agregado y los agentes extraños.

La absorción del agregado es considerada como la cantidad de agua que es capaz de retener tanto a nivel superficial como en su interior. Es una condición que en exceso afecta la resistencia y en consecuencia el desempeño de las mezclas, de ahí la



necesidad de solicitar que los agregados estén parcialmente secos para no modificar la cantidad de agua establecida en el diseño.

El peso específico o también denominado como densidad, adquiere un sentido especial cuando se tiene o requiere de un peso límite de la mezcla a utilizar. Asimismo, el peso específico es un indicador de calidad, ya que los valores mayores pertenecen a materiales de excelente comportamiento y los menores corresponden a agregados absorbentes y débiles.

Es necesario buscar alta resistencia mecánica a la compresión y al desgaste, para obtener los mejores resultados en el funcionamiento de los elementos a construir.

La morfología del agregado influye directamente en la adherencia, ya que las formas boleadas o redondas y las superficies rugosas promueven una mejor unión entre superficies, mientras que las formas angulares y laminares, no presentan gran adherencia.

Y finalmente, la granulometría se determina mediante la separación de la arena (<5 mm) y la de la grava (>5 mm), con el diseño de mezclas y control de tamaños de partículas, lo que se pretende es precisamente la disminución de los huecos entre los diversos materiales, cementantes y agregados; promoviendo de esta forma la total integración de la mezcla, evitando la segregación y vulnerabilidad de la misma.

ESPECIFICACIONES Y DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO

Concreto

Es una mezcla de cemento como un medio aglutinador, agregado fino (arena), agregado grueso (grava) y agua.

Concreto armado

Concreto con acero de refuerzo destinado para elementos estructurales (trabes, losas, columnas, etc.) El armado le proporciona al concreto mayor resistencia a la tensión. Los concretos clase 1 tienen una resistencia igual o mayor a $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$. Los concretos clase 2 tienen una resistencia menor a $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$.

Acero

En todos los armados las varillas a utilizar deben estar libres de óxido, grasa, aceite o polvo.

Todas las varillas de refuerzo de cualquier diámetro, se doblan en frío.

Los dobleces deben tener un diámetro igual o mayor a 4 diámetros de la varilla.

Los ganchos de anclajes deben tener una vuelta semicircular y una extensión de por lo menos, 10 diámetros de la varilla o bien una vuelta de 90 grados y una extensión de 10 diámetros.

La distancia mínima de centro a centro entre dos varillas paralelas, debe ser cuando menos de 2.5 veces su diámetro; en todo caso, la separación de las varillas no debe ser menor al tamaño del agregado grueso del concreto especificado.





Los estribos o anillos serán de alambroón de 1/4 de pulgada.

Los cruces de varillas y estribos se sujetarán entre sí con alambre recocado del no. 18. Deberá existir un espacio de 2 cm entre las varillas y la cimbra, esto se logra mediante la colocación de pequeñas piedras o silletas que permiten apoyar el armado.

Las varillas de elementos de concreto, colados de forma independiente, deben tener un excedente de aproximadamente 20 cm, con la intención de poder ser anclados posteriormente con elementos contiguos.

No es recomendable colocar más varillas de las necesarias, ya que esto aumenta el peso y costo de los elementos.

Cimbra

Las cimbras se contraventean (apoyan) por ambas caras y unen adecuadamente para mantener su posición y forma durante el colado. Los moldes se hacen con la rigidez suficiente para evitar deformaciones, producto de la presión del concreto, al efecto de los vibradores y a las demás cargas y operaciones relacionadas con el vaciado del concreto.

La superficie de contacto de la cimbra con el concreto debe humedecerse antes del colado y deberán cubrirse los agujeros con papel mojado para que no se escape por ahí el concreto.

Se debe tener cuidado extremo al colocar los elementos de la cimbra de madera, porque si están flojos o apretadas, la mezcla corre el riesgo de salirse o sufrir deformaciones.

Antes del colado de los elementos de concreto deben fijarse a la cimbra todas las instalaciones que deban ir ahogadas.

La remoción de los moldes se hace sin dañar la superficie del concreto recién colado.

Concreto

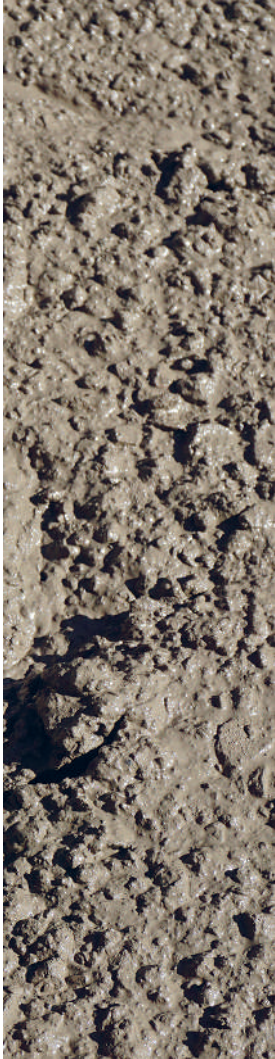
El tipo de cemento a utilizar se propone de acuerdo con las características especificadas para el concreto, tiempo de descimbrado y programa de obra.

Los agregados finos y gruesos deben ser de buena granulometría, estar exentos de arcillas o materias orgánicas que puedan disminuir la resistencia y durabilidad del concreto.

El agua para la elaboración del concreto debe estar libre de materiales que lo perjudiquen tales como grasas, ácidos, sales o material orgánico. Entre más agua se agregue a la mezcla, menor será la resistencia que se alcance. Por ello se debe dosificar correctamente la cantidad a utilizar, ya que el exceso puede estropear la mezcla.

La revoltura se vacía por frentes continuos para cubrir toda la sección de los elementos a colar. La compactación y acomodo de la revoltura se hace dentro de los 30 minutos posteriores a la iniciación del mezclado del concreto, de manera que éste llene totalmente el volumen limitado por los bordes, sin dejar huecos dentro de la masa. Esto se obtiene mediante el uso de vibradores o una simple varilla que garanticen el correcto acomodo de la revoltura en el interior de los moldes.

Debe obtenerse un concreto denso y compacto que presente una textura uniforme. La elaboración del concreto en obra se sugiere hacerlo siempre con máquina (revolvedora) para lograr una mezcla uniforme, incorporando los materiales de la siguiente forma primero los agregados el grueso y el fino, el cemento, la cal hidratada y finalmente, el agua.



El tiempo de revoltura se sugiere sea de 1.5 minutos contados a partir de que todos los materiales que intervienen se encuentren en la revolvedora.

La revoltura se endurece y pierde su resistencia al fraguar antes del vaciado en la cimbra, para ello es conveniente moverla constantemente y que no esté fuera de la cimbra por más de 45 minutos.

Una vez terminado el colado, se controla su humedad para que el concreto adquiera la resistencia especificada (curado) y evitar que se agriete por la pérdida excesiva de agua, en el caso de cemento normal se hace durante 7 días y para el cemento de resistencia rápida únicamente por 3 días.

Cal hidratada

Es conveniente agregar cal hidratada a los concretos por múltiples aspectos que se enlistan a continuación:

1. Porque hace al concreto más compacto.

Ya que siendo la cal hidratada más fina que el cemento, rellena los huecos dejados por este material. Las eflorescencias se eliminan de esta forma y el concreto más compacto se protege contra las variaciones de temperatura, evitándose así los agrietamientos.

2. Porque retarda el fraguado inicial del concreto.

Esto se obtiene debido a que la cal hidratada presente en el concreto, gracias a su poder de absorción de agua, mantiene húmeda la masa del mismo aún en clima cálido o seco, proporcionando al cemento el agua que necesita para su completa hidratación. Como se sabe, el concreto obtiene su mayor resistencia cuando puede obtener el agua suficiente para su fraguado.

En consecuencia, la cal hidratada aumenta la resistencia del concreto porque proporciona de forma indirecta al cemento el agua necesaria; es decir, tiene el efecto de curar internamente al concreto.

3. Porque da homogeneidad absoluta al concreto y con ello resistencia uniforme.

Por su gran plasticidad, la cal hidratada tiene el efecto de conservar la mezcla íntima de los materiales, evitando la segregación de los mismos y permitiendo el transporte de dichas revolturas a largas distancias.



4. Porque actúa en el concreto como un verdadero lubricante, haciendo las mezclas notablemente más fluidas.

Este aspecto es realmente importante, ya que los colados se hacen con menor esfuerzo y absoluta perfección. Con su empleo queda casi omitido el apisonamiento y varillaje en los colados, dado que la revoltura en estado tan fluido, llena fácilmente todas las esquinas y ángulos de las formas.

En el concreto armado es doblemente recomendado el uso de cal hidratada, pues se sabe que el excesivo varillaje o vibración tiene el efecto de desviar la posición exacta del acero estructural.

5. Porque hace a los colados perfectos, con superficies enteramente lisas y de colores más claros.

6. Porque la cal hidratada protege al acero estructural.

Neutralizando la acción de los ácidos que lo corroen.

7. Porque impermeabiliza al concreto.

De una manera permanente, dada su composición mineral.

Un concreto impermeable tiene también la propiedad de no producir eflorescencias.

***NOTA:** La cantidad de cal hidratada que puede sustituir al cemento sin bajar la resistencia del concreto, varía entre el 5 y el 16% del peso considerado.*

DOSIFICACIÓN PARA CONCRETO DE ACUERDO A LA RESISTENCIA REQUERIDA

USOS	PISOS, FIRMES, BANQUETAS	DALAS, TRABES, CADENAS	ZAPATAS, LOSAS, CASTILLOS	LOSAS Y COLUMNAS ESPECIALES
$f'c = f'c$ (kg/cm ²)	100	150	200	250
cemento (kg)	239	263	323	370
cal hidratada (kg)	24	26	16	19
arena (kg)	780	749	705	654
grava (kg)	812	825	812	786
agua (l)	205	205	210	210

DOSIFICACIÓN DE CONCRETO PARA ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

USOS	CEMENTO BULTO (50 kg)	CAL HIDRATADA (kg)	ARENA BOTE (19 l)	GRAVA BOTE (19 l)	AGUA BOTE (19 l)
pisos, firmes, banquetas	1	5	6 ½	7 ¼	2 ½
dalas, trabes, cadenas	1	5	5 ½	6 ¾	2 ¼
zapatas, losas, castillos	1	2,5	4 ¼	5 ½	1 ¾
losas y columnas especiales	1	2,5	3 ½	4 ½	1 ½

Nota: Estas dosificaciones son aproximadas; son parte de las recomendaciones proporcionadas por la industria cementera en México.



ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y DE APOYO ESTRUCTURAL PARA SISTEMAS DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL

La tierra y la cal han sido claros referentes de la construcción vernácula o tradicional en diversas partes del mundo, es por eso que tienen asegurado un lugar en la historia.

En la actualidad, representan opciones asequibles para el aprovechamiento racional de los recursos naturales y la consecuente mitigación del deterioro ambiental. Sin embargo, la tierra y la cal requieren ser complementados en materia estructural por otros materiales, entre los que podemos destacar a: la madera, el bambú, el carrizo y -en casos esporádicos-, el metal.

Las construcciones hechas con materiales naturales, pueden ser muy durables siempre y cuando sean correctamente seleccionados y utilizados; la calidad de los mismos es de gran importancia para asegurar que las estructuras tengan un buen desempeño a lo largo de su vida.

Dadas sus características, estos refuerzos naturales permiten la construcción rápida y eficiente de estructuras tanto horizontales como verticales, incluso transversales.

Básicamente son materiales fuertes, pero al mismo tiempo elásticos y esto permite que puedan deformarse sin colapsar; por lo que son buenas opciones antisísmicas. Son materiales que pueden cortarse tanto

transversal como longitudinalmente con relativa sencillez. Además, son materiales con tonalidades agradables y pueden ser utilizados sin un recubrimiento posterior.

La integración de estos materiales con sistemas constructivos de tierra y cal, es totalmente viable, ya que son compatibles entre sí. Solamente es necesario tomar las medidas pertinentes para la correcta utilización y ubicación de estos materiales, logrando así su aprovechamiento total.

Algunos de los sobrantes de estos materiales, inclusive pueden ser empleados para otros elementos, condición que reduce los costos finales de la construcción.

Para la preservación de estos materiales “estructurales” es necesario almacenarlos lejos de fuentes de humedad y de preferencia en sitios correctamente ventilados; en cualquier caso, su acomodo debe ser de manera vertical.

Este tipo de materiales de bajo impacto ambiental, implica un conocimiento peculiar para su tratamiento; aunque resulta sencillo aprender a diseñar y finalmente armar las estructuras requeridas.

Como última consideración, en la mayoría de estos sistemas constructivos es común aplicar un recubrimiento de cal hidratada-arena y/o pintura de cal, con la intención de proteger a las estructuras de los daños que causan diversos agentes como la temperatura, la humedad y el viento.

La implementación de estos materiales como opción estructural esta básicamente condicionada al estudio de sus propiedades, a la magnitud de la construcción, pero sobre todo a la disponibilidad en la región. Además, siempre es válido recurrir a los expertos en la materia estructural con la intención de aprender el manejo adecuado de los materiales y obtener así, el mayor beneficio posible.



LINEAMIENTOS DE HIGIENE Y SEGURIDAD EN LA OBRA

La seguridad e higiene laboral son elementos que influyen directamente en los procesos de construcción y en la administración de la obra.

Ambas condiciones, además de la capacitación de los trabajadores son aspectos que deben contemplarse como prioritarios en los programas operativos de cualquier construcción, con la intención de disminuir accidentes, incapacidades, enfermedades, gastos y muerte laboral.

Por falta de atención, revisión y corrección de las condiciones inseguras en las áreas de trabajo, se provoca la elevación de los índices de accidentes laborales.

La manera más fácil y sencilla de evitar los accidentes en la obra por actos y condiciones inseguras, es el cumplimiento de las reglas básicas para la prevención de accidentes:

- 1 Mantener el lugar de trabajo bajo una disposición de orden y limpieza
- 2 Al observar o detectar cualquier riesgo de accidente, reportarlo de inmediato
- 3 Usar el equipo de protección personal requerido
- 4 Utilizar las herramientas adecuadas para la realización de los trabajos

- 5 Al levantar objetos pesados, hacerlo flexionando las rodillas y manteniendo la espalda recta; utilizar la faja de seguridad
- 6 Caminar con precaución en las áreas de trabajo, no correr, no gritar ni empujar, aún en caso de emergencia
- 7 Realizar el trabajo concentrado, no distraerse; ya que se puede provocar o sufrir algún accidente.

Durante la ejecución de cualquier trabajo se deben tomar precauciones, adoptando las medidas técnicas correspondientes y realizando las acciones necesarias para proteger la vida e integridad física de los trabajadores y la de terceros.

En las áreas de trabajo donde se realicen labores de construcción, todo el personal debe utilizar el equipo de protección básico de acuerdo al trabajo a realizar (casco, guantes, lentes o gafas, tapones auditivos y zapatos de seguridad).



07

GLOSARIO

GLOSARIO

A

Acero de refuerzo.- Varilla corrugada.

Aditivos.- Son aquellas sustancias que se añaden al concreto para modificar ciertas características, tales como su manejabilidad, tiempo de fraguado, impermeabilidad, resistencia al ataque de ciertas sustancias, segregación, expansión, resistencia al desgaste, repelencia al agua, color, etc.

Agregado fino.- Material utilizado en los concretos; arena natural u obtenida por trituración.

Agregado grueso.- Material utilizado en los concretos; grava, piedra triturada o natural.

Alicatado.- Revestimiento de azulejos o acción que se ejecuta con ellos.

Aplanado.- Acabado que se ejecuta sobre el repellado, con una apariencia más fina.

Arcilla.- Tierra constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratado.

Armado.- Habilitado del acero en los elementos de concreto.

Aséptica.- Que no tiene gérmenes que puedan provocar una infección.

B

Bambú.- El bambú pertenece a la familia de las gramíneas, es una especie vegetal que crece en climas templados o cálidos con alto grado de humedad.

C

Cáñamo.- Es el nombre que reciben las variedades de la planta Cannabis y la fibra que se obtiene de ellas.

Caolín.- Arcilla blanca muy pura usada principalmente en la fabricación de porcelana.

Carbonatación.- Acción por la que una sustancia se transforma en carbonato.

Cartabón.- Posición con cierto ángulo de inclinación (45°).

Caseína.- Proteína de la leche de los mamíferos que contiene gran cantidad de fosfato.

Cementante.- Material con propiedades aglutinantes como el cemento o la cal hidratada, utilizado en mezclas para el pegado de piezas de albañilería.

Cepa.- Zanja que se crea para albergar la cimentación o cualquier elemento de las instalaciones.

Cimbra.- Molde de madera u otro material que se utiliza para el colado de los elementos de concreto simple y armado.

Colado.- Vaciado del concreto.

Compactación.- Acción de reducir el volumen de los materiales, eliminando vacíos y creando una superficie de mayor solidez.

Concreto.- Mezcla homogénea de materiales cementantes, agregados pétreos y agua, que alcanza gran resistencia a la compresión.

Concreto armado.- Mezcla homogénea de materiales cementantes, agregados pétreos y agua, reforzada con acero lo que le permite alcanzar resistencia, tanto a la compresión como a la tensión.

Contraventeo.- Reforzamiento que consiste en rigidizar la estructura mediante dos elementos superpuestos en forma de X.

Cuatrapeado.- Forma de colocar las piedras o piezas a pegar, que alterna las juntas verticales con las horizontales.

Curado.- Tratamiento al que se somete el concreto para controlar la pérdida de humedad.

Chaflán.- Cara estrecha y larga que resulta de cortar la esquina que forman dos superficies planas en ángulo.

D

Dentellón.- Efecto en la orilla de un muro que se consigue con el despunte de los tabiques, sirve para tener mayor adherencia entre éste y los castillos adyacentes.

E

Encalado.- Aplicación en superficies de cal hidratada con agua.

Encofrado.- Revestimiento o molde metálico o de madera que sirve para evitar el derrumbamiento de muros de tierra.

Espátula.- Instrumento para diversos usos que consiste en una paleta pequeña formada por una lámina de metal de forma triangular con los bordes afilados y un mango largo.

F

Flamdeo.- Deformación de un muro, que consiste en presentar una tendencia a curvarse o a pandearse.

Fraguado.- Proceso de secado y endurecimiento de las mezclas (concreto y mortero) por la pérdida de humedad.

H

Higroscópica.- Capacidad de algunas sustancias de absorber humedad del medio circundante.

Huella.- Ancho de la base del escalón donde se apoya el pie, nunca deberá ser menor de 25 cm.

I

In situ.- In situ es una expresión latina que significa 'en el sitio' o 'en el lugar'.

IP. Índice de Plasticidad.- Representa la susceptibilidad de un suelo al agua y su comportamiento plástico.

J

Jabelga.- Tratamiento de blanqueo de superficies.

M

Mampostería.- Acción de pegar piedra a piedra en forma cuatrapeada.

Monolítica.- Que está hecho de una sola pieza.

Mortero.- Mezcla homogénea de materiales cementantes, agregado fino y agua, con un alto índice de plasticidad.

P

Pavimento.- Superficie horizontal o inclinada localizada en el exterior del predio, destinada al tránsito peatonal y/o vehicular.

Pentaclorofenol.- Es un producto químico cuyo uso es como plaguicida.

Peralte.- Altura del escalón o separación vertical entre dos huellas, cuya dimensión no deberá ser mayor de 18 cm

Petatillo.- Colocación de piezas de recubrimiento que se realiza traslapándolas en forma perpendicular, unas con otras.

pH.- Acrónimo del potencial de hidrógeno, factor que expresa la intensidad de un ácido.

Piedra braza.- Piedra maciza que pegada con mortero se usa para la elaboración de cimientos, muros, jardineras y otros elementos.

Piso.- Superficie horizontal o inclinada localizada en el interior de las construcciones, destinada al tránsito y/o a la colocación de mobiliario y equipo.

Pisón.- Herramienta que sirve para apretar o compactar la tierra.

Plafón.- Superficie o acabado que se aplica al lecho bajo de la losa.

Pulido.- Acabado fino que se da sobre el repellido para conseguir una superficie completamente lisa.

R

Recubrimiento.- Todos los materiales de protección o acabado con los que se cubren los paramentos externos e internos de cualquier elemento horizontal o vertical de una construcción.

Repellido.- Recubrimiento grueso que se da a los muros como base para aplicar el aplanado fino, la pasta o el acabado que se requiera.

R

Revenimiento.- Referencia de fluidez en la mezcla de concreto.

S

Solera.- Pieza de construcción puesta en forma horizontal y sobre la cual, se asientan otras piezas verticales.

T

Tadelakt.- Revestimiento brillante y prácticamente impermeable hecho con cal hidratada

Terrado.- Parte superior plana y descubierta de una construcción, dispuesta para poder andar sobre ella.

Transpirabilidad.- Capacidad que tiene un material textil de que el vapor de agua lo atraviese.

U

Untuosidad.- Propiedad de ser graso o pegajoso, o tener otra cualidad, como la consistencia, propia del unto.

V

Vano.- Hueco en muro que sirve para albergar una puerta o ventana.

VRS. Valor Relativo de Soporte.- Capacidad portante del suelo o lo que es lo mismo su capacidad de soportar una carga en función de los valores: densidad-humedad.

08

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE, Ramón

BÓVEDAS MEXICANAS DE ADOBE Y LADRILLO

Ed. Argumentum

Primera edición. México 2016

AZCONEGUI, Francisco (et al.)

GUÍA PRÁCTICA DE LA CAL Y EL ESTUCO

Editorial de los Oficios. León

Primera edición. España 1998

D.K. CHING, Francis

DICCIONARIO VISUAL DE ARQUITECTURA

Ediciones G. Gili S.A. de C.V.

Cuarta edición. España 2002

ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN

Dirección General de Obras y Conservación

Dirección de Planeación y Evaluación de Obras

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MÉXICO

GÁRATE, Ignacio

ARTES DE LA CAL

Editorial Munilla-Lería

España 2002

GUELBERTH, Cedar (et al.)

THE NATURAL PLASTER BOOK: EARTH, LIME AND GYPSUM PLASTERS FOR NATURAL HOMES

New Society Publishers

Canadá 2003

GUERRERO, Luis
**"TIERRA Y CAL" EN ANUARIO DE ESTUDIOS
DE ARQUITECTURA 2007**
UAM-Azcapotzalco
México 2007

MANUAL DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL
National Lime Association

RODRÍGUEZ, Carlos
MANUAL DE AUTOCONSTRUCCIÓN
Árbol Editorial S.A. de C.V.
Quinta reimpresión. México 1998

RODRÍGUEZ, Oscar
MORTEROS. GUÍA GENERAL
AFAM. Asociación Nacional de Fabricantes de Mortero
España 2003

TOVAR, Rosario
LA CAL. CIENCIA, TÉCNICA Y ARTE
Editorial TRILLAS
Segunda edición. México 2018

VAN LENGEN, Johan
MANUAL DEL ARQUITECTO DESCALZO
Editorial PAX México.
Primera reimpresión. México 2002

Calidra agradece a los empleados de las diversas plantas de producción que la conforman y a todos los trabajadores de la construcción; que aportaron sus conocimientos y experiencia para que esta guía sea un documento útil, que proporcione consejos prácticos en la ejecución de obra.

Guía Práctica para la Construcción

Tercera edición: Agosto 2019



Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra sin permiso escrito de Calidra.

DIRECTORIO

SERVICIOS ADMINISTRATIVOS CALIDRA, S.A. DE C.V. CORPORATIVO

Av. Vasco de Quiroga No. 1800 Ph, Col. Santa Fé, Alcaldía Álvaro Obregón. C.P. 01210, Cd. de México.

Tels.: (55) 5259-1190 / (55) 5259-1033 Fax: (55) 5259-1172

Lada : (800) 021-9711

REGIÓN NORTE

MINORTE, S.A. DE C.V.

Teléfono: (818) 150 6620

CALERAS DE LA LAGUNA, S.A. DE C.V.

Lada sin costo: (800) 1707 900

CALHIDRA DE SONORA S.A. DE C.V.

Teléfono: (662) 208 0506

atencionaclientesnorte@calidra.com.mx

REGIÓN OCCIDENTE

CALIDRA DE OCCIDENTE, S.A. DE C.V.

Lada sin costo: (800) 999 9225

atencionaclientesoccidente@calidra.com.mx

REGIÓN CENTRO

CAL DE APASCO, S.A. DE C.V.

Teléfono: (442) 5000 499

Lada sin costo: (800) 5000 499

atencionaclientescentro@calidra.com.mx

REGIÓN ORIENTE

CALIDRA DE ORIENTE, S.A. DE C.V.

Teléfono: (222) 309 1400

Extensiones: 1430-1431

atencion_clientes_orientes@calidra.com.mx

CALIDRA
SIEMPRE AHÍ

www.calidra.com