

CONCRETO COLOREADO



El uso del concreto coloreado es cada vez más frecuente en la construcción, y las razones están dadas por las ventajas de todo tipo que ofrece, entre las que se cuentan la durabilidad del material y la permanencia de la pigmentación. Los tonos en el concreto coloreado pueden ser tan durables como los que se encuentran en la naturaleza. Los pigmentos usados son los mismos responsables de la paleta de colores de la naturaleza. Disponibles en un amplio espectro de tonos, los óxidos minerales y otros pigmentos reconocidos usados en los aditivos del concreto coloreado son económicos, resistentes al clima y de un color durable. Integralmente mezclados en el concreto, los pigmentos se adhieren al cemento portland para llegar a formar parte permanente de la mezcla de concreto. Combinado con la durabilidad intrínseca del concreto, el color integral proporciona una belleza durable para complementar cualquier diseño.

El uso del color se está incrementando en casi todos los tipos de concreto, desde el colado en obra, pasando por el premoldeado y la construcción tilt-up, hasta los productos manufacturados de concreto tales como bloques para mampostería, muros de retención segmentados y adoquines entrelazados. No es sorprendente ver cuánta belleza y valor agrega el color al concreto. La sorpresa está en los beneficios estéticos posibles cuando se consideran texturas, agregados expuestos, patrones estampados, revestimientos de forros arquitectónicos y otros acabados decorativos. En muchos proyectos arquitectónicos, el concreto coloreado es una alternativa económica a los materiales costosos de construcción, tales como la piedra o el azulejo.

Aunque debe tomarse en cuenta el costo extra de los aditivos de color, pueden aplicarse colores integrales y darles acabado en la mayoría de los diferentes tipos de obras de concreto, usando técnicas similares a las requeridas para el concreto simple, de modo que los costos de aplicación adicionales sean razonables. Además, la permanencia del coloreado integral del concreto significa un ahorro significativo en los costos de ciclo de vida, en comparación con los gastos que implica aplicar y mantener capas de desgaste, recubrimientos, manchas o acabados pintados.

La evidencia de la durabilidad de los colores en el concreto puede verse en proyectos de concreto coloreado en todo el mundo que han mantenido su atracción durante 25 años o más. Pero, en resumidas cuentas, **¿cuán permanentes son los tonos en el concreto coloreado? ¿Y cómo deben escribirse las especificaciones para asegurar los resultados deseados?** Para responder a estas preguntas, los especificadores prudentes necesitan comprender de qué manera se pigmenta el concreto, los factores que influyen en la intemperización, y los resultados de las pruebas de laboratorio y de campo para la firmeza del color.

INFLUENCIA DE LOS COMPONENTES DE LA MEZCLA EN EL COLOR

El concreto se produce a partir del cemento portland, arena, roca triturada o agregados y agua. Los aditivos pigmentados de color se agregan a esta receta básica para crear el concreto coloreado. Debido a que los aditivos de color se mezclan en el concreto, el color va en todas las fases a través de cada colocación o cada producto de concreto. Esto significa que, a diferencia de los tratamientos aplicados a la superficie, el color permanecerá visible aun en las esquinas martelinadas, en las superficies fracturadas expuestas o rugosas y en los cortes con sierra o cuando se sopletea con arena.

1. El Cemento

Dependiendo del tipo de cemento que se utilice esta influirá en la tonalidad del color, es así que con el cemento gris se obtienen colores más oscuros mientras que con el cemento blanco colores más claros, por su blancura el cemento blanco es ideal para el concreto coloreado pues permite obtener tonos que con el cemento gris no se podrían.

Referencia	en cemento blanco		en cemento gris
	1.5%	3%	3%
12411			
15053			
9776			
10656			
13712			
16307			
15992			
14908			
13776			
9073			
9074			
12907			
12630			
13106			

Carta de colores de la empresa belga Stoopen & Meeus

Cemento gris y cemento blanco actúan de la misma forma. Según los requerimientos se utilizará entre 150kg/m³ hasta 450kg/m³. Más cemento se hecha, más resistente sale el concreto.

En el caso del cemento blanco, uno de los propósitos de su uso es de conferir al concreto un color particular. Es la razón por la cual siempre hay que prever una cantidad de cemento blanco igual o mayor a los 350kg/m³.

*Los cementos se definen también por su **contenido de "álcalis"**. Tener un bajo contenido de "álcalis" es lo mejor, para evitar que los álcalis del cemento reaccionen con los del agregado. Se recomienda entonces utilizar cementos "LA" = "Low Alcalis" = bajo contenido en álcalis.

*Los cementos se definen también por su **resistencia a los "sulfatos"**. Por ejemplo para los elementos sometidos a la acción del agua del mar.

2. Los Agregados

Afectan la apariencia del concreto el color de la arena, los tipos de agregados y la granulometría.

*El color de los agregados más gruesos determina el color base de las superficies del concreto tratado por lavado, cepillado, ácido o martelinado.

El color de la arena y del agregado es especialmente importante en los acabados de agregado expuesto o unidades de mampostería de concreto de caras fracturadas, ya que estos materiales llegan a estar expuestos en la superficie de concreto.

Puede darse el caso en que puede variar un poco el color o la granulometría entre varios pedidos de un mismo agregado. Por eso puede ser conveniente pedir la totalidad de un material para un mismo pedido de una vez, o hablar bien con el proveedor para que garantice límites aceptables de variaciones entre pedidos.

3. El Agua

El agua tiene que ser limpia y clara, siempre que se puede se utilizará el agua potable de la red de distribución.

Suele definirse un relación $A/C = 0.5$ como norma para un buen concreto.

Para un concreto coloreado, utilizando óxidos colorantes, la cantidad de agua también tiene influencia sobre el tono final. El color se pone más claro cuando la relación A/C es mayor. Por eso también se requiere la mayor precisión y repeticiones alistando las mezclas de un mismo proyecto.

4. Los Aditivos

*Con concreto coloreado, asegúrese de que el aditivo sea compatible con el color y resista a los rayos U.V. del sol.

En el caso de concretos coloreados, se tomará la precaución de comprobar si el color del aditivo no tiene influencia sobre el color final, o si no se descolorará con el tiempo.

5. Los Pigmentos

Los pigmentos que se utilizan para colorear un concreto son óxidos metálicos que puedan resistir a la acción química del cemento y guardar su color a través de los años. En el caso de un concreto coloreado expuesto al exterior, se cuidará de que los pigmentos puedan resistir a los rayos U.V. del sol. Elegir óxidos de calidad es muy importante para garantizar la calidad y durabilidad del color de un concreto coloreado.

Varios pigmentos existen para colorear un concreto. Además, estos pigmentos se pueden combinar entre ellos para obtener tonos intermedios.

Color requerido	Pigmento requerido
Blanco reforzado	dioxido de titanio
Rojo	óxido de hierro rojo
Café	óxido de hierro café
Amarillo	óxido de hierro amarillo
Negro	óxido de hierro negro
Azul	óxido de cobalto
Verde	óxido de cromo

El dióxido de titanio puede usarse para blanquear una mezcla o producir tonos pastel. Pero el mismo efecto se logra generalmente de manera más económica usando cemento portland blanco.

Los aditivos de color más populares están hechos con pigmentos de óxido de hierro (el mismo compuesto que se encuentra en la herrumbre común). Mientras que el color de la herrumbre común es generalmente un **naranja rojizo**, el óxido de hierro también se presenta en tonos de **amarillo, café y negro**. Al mezclar estos cuatro tonos primarios, se puede producir una amplia paleta de concreto coloreado. El óxido de hierro puede ser refinado de las minas que se producen naturalmente y de minerales tales como el pigmento.

Sin embargo, se dispone de colores más intensos a partir de óxidos de hierro sintéticos que se reciclan del hierro. Estos pigmentos son químicamente inertes, resistentes a la decoloración y ambientalmente seguros. Como lo sabe todo aquel que en alguna circunstancia haya tenido que tomar agua de un tubo oxidado, el óxido de hierro no es tóxico. Y si usted ha tratado alguna vez de remover la oxidación de un fregadero de cocina, sabrá que es un agente colorante muy resistente.

Existen otros pigmentos minerales que extienden la paleta de colores en el concreto. Mientras que tales pigmentos resultan difíciles de conseguir, el óxido de cromo produce los verdes, y los productos de cobalto los azules. Aunque el negro de carbón es una alternativa económica para matizar el concreto negro y el gris, el concreto que lo contiene debe ser protegido contra la penetración del agua.

Aunque el pigmento negro de carbón por sí mismo no se decolora, algunos grados del negro de carbón pueden blanquearse lentamente en el concreto que no está adecuadamente sellado, creando una apariencia de decoloración. En el concreto con aire incluido, o concreto expuesto a ciclos repetidos de mojado y secado, el óxido de hierro negro puede ser sustituido por negro de carbón.

Los aditivos de color se pulverizan en partículas microscópicas de alrededor de una décima de diámetro de un grano de cemento portland. Su tamaño pequeño los ayuda a adherirse al cemento e incrementan su resistencia de matiz. Cuando se agrega a una dosificación de concreto, los aditivos de color se dispersan en la pasta de cemento, la que luego cubre con una capa la arena y el agregado en el concreto. La adición de los aditivos de color no reduce la resistencia del concreto cuando se dosifica hasta 10 por ciento del peso de los materiales cementantes en una mezcla.

Hasta hace poco, la mayoría de los productores de concreto usaban pigmentos secos en polvo que tenían que ser manualmente pesados y agregados a la mezcladora. Actualmente los nuevos aditivos de color y las técnicas de manejo del material hacen que sea más fácil y económico el concreto coloreado. Por ejemplo, los productores de concreto premezclado usan aditivos de color en bolsas desintegrables que pueden arrojarse directamente a las mezcladoras sin abrirse o sin tener que verterse.

Otras plantas de concreto están usando cada vez más una maquinaria controlada por computadora para medir y administrar el líquido o los pigmentos granulados. Estos sistemas automatizados permiten a los productores de concreto comprar tan sólo unos pocos tonos primarios del aditivo colorante a granel, y mezclarlos según se necesite para producir un amplio rango de colores de concreto estándar o a pedido especial. Estos nuevos métodos para manejar el color están virtualmente libres de polvos y simplifican el reto de mantener limpio el sitio de la obra o una planta de concreto.

Desde el punto de vista del diseño, también debe considerarse la textura de la superficie. Una superficie de concreto texturizada ligeramente sopleteada con arena o asperizada, aparecerá diferente a una superficie de acabado liso, aun cuando ambas estén idénticamente pigmentadas. Algunos productos de concreto son fabricados con varios colores que se entremezclan para dar a cada unidad una apariencia brillante o moteada. Es también común especificar mezclas o patrones compuestos de bloques para mampostería de concreto en una variedad de tonos. Las opciones texturizadas y abigarradas ofrecen una característica adicional para ocultar las pequeñas manchas o defectos que pueda sufrir una aplicación a través del tiempo.

Los productores de concreto que mantienen estándares altos de control de calidad podrán proporcionar colores consistentes de una dosificación a la siguiente. La clave para un color uniforme es usar las mismas materias primas, proporciones de mezcla y métodos de producción en toda la obra. Además del tono y la dosificación del aditivo de color, las otras variables que afectan la apariencia del concreto incluyen el color de la arena, los tipos de agregados y el cemento portland en la mezcla; la relación agua/cemento; y la forma en que se cura el concreto. Estos mismos factores son igualmente críticos cuando se produce concreto gris simple con una apariencia uniforme.

Estándares y pruebas industriales

La durabilidad del concreto coloreado ha concitado la atención de científicos y coloristas en todo el mundo. Uno de los primeros estudios formales sobre la firmeza del color del concreto coloreado lo realizaron investigadores de la Universidad de Maryland hace más de 30 años. Además de las cuestiones acerca de la resistencia de los pigmentos, también les interesó saber si los pigmentos afectaban otras propiedades del concreto. Trabajando con varios colores y tasas de dosificación del pigmento de óxido de hierro, sometieron especímenes de concreto coloreado a una batería de pruebas de laboratorio. Ellos informaron que, «en resumen, se encontró que los pigmentos son relativamente inertes cuando se incorporan en el concreto y que no perjudican sus propiedades más importantes. La resistencia mostró una ligera mejoría cuando se usaron pigmentos, pero probablemente la magnitud fue de poca importancia. Los colores eran razonablemente permanentes aun cuando el concreto estaba expuesto a intemperismo natural.» De acuerdo con una reciente entrevista con el investigador principal del informe, las observaciones de las muestras continuaron durante más de una década después de publicado el informe y se verificó la retención a largo plazo de los colores del concreto.

Este y otros estudios fueron codificados en el ASTM C 979-82, Especificación Estándar para Pigmentos para Concreto Integralmente Coloreado, el estándar ampliamente utilizado en la industria para agentes colorantes usados en el concreto. Éste establece los procedimientos y los parámetros de evaluación de los factores que afectan la fabricación del concreto coloreado, tales como la capacidad de los pigmentos para dispersarse en una mezcla de concreto, la resistencia a la alcalinidad del cemento y la estabilidad en condiciones de curado. Con respecto al intemperismo, el estándar exige que los pigmentos no sean solubles al agua y que resistan la exposición a la luz. El mundo real es más complejo que el laboratorio, de modo que las pruebas aceleradas deben corroborarse mediante exposición a largo plazo en el campo. Dos estudios técnicos han examinado la durabilidad de los productos de concreto. Jungk y Kurz examinaron datos de sitios de prueba en Alemania, Suecia y los Países Bajos e identificaron las características de los pigmentos capaces de proporcionar rendimiento a largo plazo. Buchner y Kundgen examinaron sitios de prueba en donde el concreto coloreado había sido expuesto a intemperismo hasta 25 años o más. Estos y otros estudios similares realizados por productores de concreto proporcionan una base empírica para los especificadores, para que tengan confianza en los aditivos de color y métodos de coloración actualmente empleados por la mayoría de los productores de concreto en todo el mundo.

RECOMENDACIONES TÉCNICAS

La mezcla de concreto con color - recomendaciones técnicas

Colocar un concreto con color requiere igual precaución que colocar un concreto de alta calidad.

Para un resultado uniforme en color hay que tomar en cuenta las recomendaciones relativas a la mezcla y también las relativas a la buena colocación del concreto.

La uniformidad en todas las etapas es la clave de la consistencia del color

Pigmentos :

- escoger pigmentos de calidad no diluibles en agua y resistentes a los rayos U.V.

- tienen que resistir a inclemencias climáticas y alcalinidad del concreto
- sirven los óxidos naturales e óxidos sintéticos
- sirve también el "Carbon Black" si se impermeabiliza la superficie
- añadir con precisión la misma cantidad en cada batida
- el pigmento se maneja en porcentaje con relación al peso en cemento
- este porcentaje oscilla entre un 2% y 7% con un máximo de 10%
- agregar los pigmentos después de los agregados y cemento
- respetar el mismo tiempo de batida para todas las mezclas

Agregados :

- usar agregados limpios con bajo contenido en álcalis y sal
- usar la misma fuente de agregados para todo el proyecto
- pesar con precisión los agregados y cemento
- mojar los agregados antes de añadir el pigmento

Aditivos :

- no usar aditivos con "Cloruro de Calcio" cual causaría decoloración
- pedir al proveedor si sus aditivos son adecuados para un concreto coloreado
- plastificantes e incorporadores de aire se pueden usar
- si se usa un desmoldante : asegurarse de que no deja manchas

Mezclar:

- llene la mezcladora a un mínimo de 30% y no más que la capacidad máxima
- asegurarse de la buena limpieza de la mezcladora
- mezclar un tiempo mínimo de 10 minutos a alta velocidad
- respetar el mismo tiempo de mezclado para todas las batidas del proyecto
- mejor no tener un revenimiento no mayor a 4" (10 cm) : usar plastificantes
- no añadir más agua una vez la mezcla este lista

Curar :

- curar con agua puede resultar en la aparición de eflorescencia
- cubrir la superficie con papel o plástico deja manchas y descolora
- es recomendable usar un aditivo especial para curar la superficie
- usa un curador compatible con el concreto coloreado
- curar cuando ya se puede caminar en la superficie sin dañarla
- aplicar el curador con rolo o con bomba
- a los 30 días de curado se logra el color definitivo del concreto

La prueba real está bajo los pies

La palabra «concreto» es prácticamente sinónimo de permanencia en nuestro idioma. Y con razón: el concreto coloreado ha resistido la prueba del tiempo. Considere, por ejemplo, el siguiente caso: una década después de haberse instalado por primera vez un camino particular frente a un edificio de oficinas, tuvo que ser removido para permitir una adición a la estructura.

Afortunadamente, el camino particular se había construido con adoquines de concreto coloreado entrelazado. El arquitecto permitió que los adoquines salvados se reinstalaran en frente de la nueva adición. Una vez que se lavaron los adoquines viejos, casi no podían diferenciarse de los nuevos usados en un área adyacente.

Esto no quiere decir que el color y la apariencia del concreto no cambien. Al igual que ocurre con cualquier material natural, son de esperarse variaciones pequeñas en el color o en la apariencia del concreto, ya sea coloreado o no. Y al igual que muchos otros productos arquitectónicos, el concreto coloreado tiene una pátina de edad.

Sin embargo, los diseñadores pueden imaginar cómo sus productos evolucionan con el paso del tiempo. Ellos prevén que la ramita plantada este año crecerá hasta ser un robusto roble. Como ese roble, los edificios y los pavimentos especificados con concreto coloreado permanecerán hermosos estación tras estación.

OXIDOS DE HIERRO ESPECIAL PARA CEMENTO



El concreto se deja colorear según las necesidades del proyecto y la creatividad del diseñador. Existen pigmentos especiales para colorear un concreto integramente. Son óxidos de metal que se mezclan con los demás ingredientes del concreto antes de chorrearlo.

Cuando Ud. escoja pigmentos de calidad para cemento, logrará realizar obras multicolores que guardarán su belleza para siempre, necesitando muy poco mantenimiento.

1. Fabricación

Los pigmentos para cementos poseen ciertas características que les permite resistir a la agresividad del cemento, a las reacciones Álcali, a los rayos U.V., al intemperismo, etc.

Los pigmentos que satisfacen a estas exigencias se obtienen a partir de óxidos de metal.

Óxidos de metal

Una selección de las mejores materias primas ayuda conseguir un producto de alta calidad. La materia prima se consigue en "Chips" de los metales requeridos. Por ejemplo, a partir de óxidos de hierro se consiguen los pigmentos rojos (Fe_2O_3), amarillos (FeOOH) y negros (Fe_3O_4). El pigmento verde proviene de óxidos de chromio y el Azul del óxido de Cobalt. Mezclando los óxidos juntos, se logra obtener varios tonos intermediarios : un pigmento color cafe sería una combinación de pigmentos rojos, amarillos y negros.

Proceso de Fabricación

Los Chips de metal son molidos y se añaden químicos para obtener una pasta de color Amarillo o Negro. Luego de una etapa de purificación y filtración, la pasta se seca y los granulados que resultan son molidos para obtener los pigmentos Negros o Amarillos.

El pigmento rojo se consigue por calcinación ($700-900\text{ }^\circ\text{C}$) de la pasta color Negra. Los Cafes se obtienen mezclando en proporciones variables los diferentes pigmentos rojos, amarillos y negros.

Control de Calidad

Un Control de cada etapa es muy importante para poder garantizar una constancia en la calidad y en el tono de cada pigmento. Su proveedor tiene que poder garantizarle una constancia en la producción de sus colores. Un control se tiene que hacer sobre las materias primas, el color, poder de tinta, pH, granulometría, solubilidad, contenido de sal, son los principales elementos que se tienen que comprobar para toda línea de producción.

GAMA DE COLORES

Grandes empresas ofrecen pigmentos que tienen una amplia gama de colores para cemento.

Asegurese de que los pigmentos son óxidos de metal hechos especialmente para mezclar con cemento. Solamente óxidos metálicos de calidad le garantizan un tono estable en el tiempo.

Según la dosificación de óxidos mezclado con el cemento se obtienen tonos de intensidades diferentes. También se pueden combinar varios óxidos para obtener tonos intermedios.

Mezclando óxidos con cemento blanco, se obtienen colores más vivos y luminosos que si fueran mezclados con cemento gris. Cemento gris tiende a oscurecer la mayoría de los colores de base.

Para aclarar los colores se recomienda utilizar agregados de color claro con cemento blanco. Recuérdese que es la pasta de cemento coloreado la que dará su color al concreto final. Por eso se recomienda también no usar menos de 350Kg de cemento blanco por m³ de concreto.

Carta de colores

Cuando se dosifica un óxido en una mezcla, siempre se habla de la cantidad de óxido en relación con la cantidad de cemento utilizado para la mezcla. Por ejemplo : si para una batida de concreto se utiliza 100Kg de cemento y 1.5Kg de óxido, se dice que la dosificación en óxido es de 1.5%.

La carta de colores de la empresa belga Stoopen & Meeus nos da una indicación de la variación del color cuando se usa cemento blanco o cemento gris.

Referencia	en cemento blanco		en cemento gris
	1.5%	3%	3%
12411			
15053			
9776			
10656			
13712			
16307			
15992			
14908			
13776			
9073			
9074			
12907			
12630			
Referencia	en cemento blanco		en cemento gris
	1%	2%	2%
13629			
13106			

Referencia	en cemento blanco		en cemento gris
	1/4 %	1/2 %	1/2 %
15448			
15272			

Carta de colores de la empresa belga Stoopen & Meeus

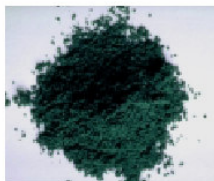
TIPO DE PIGMENTOS



Granule



Liquid



Powder

CARACTERÍSTICAS

Se colorea un concreto con pigmentos especiales : Óxidos metálicos. Existe una gama de colores disponibles según la naturaleza del metal oxidado y el tratamiento físico-químico que sufrió.

Color y poder de tinta

Cada pigmento para cemento tiene cierta tonalidad y cierto poder de tinta. **La granulometría de un pigmento tiene una influencia sobre el color de este. En general, mientras mas fino sea el pigmento mas teñirá al concreto.**

Un pigmento tiene un poder de tinta la cual es proporcional a la concentración de óxido de metal. Cuando se mezcla un pigmento con agua y cemento el color puede cambiar bastante en comparación con el polvo seco. Solamente pruebas con agua y cemento puede mostrar el poder de tinta y el color final que dará un óxido de metal.

Óxidos de color diferentes se pueden mezclar juntos para dar más variaciones de color.

Atención : existen en el comercio pigmentos mezclados con arena, cemento o carbonato de calcio. Se trata de pigmentos diluidos y por eso tienen un poder de tinta muy bajo. Siempre haga pruebas para definir la calidad y poder de tinta de un pigmento. Asegúrese de que el pigmento que compra viene en su empaque de origen o tiene sello de garantía.

Acción del óxido de metal

Un óxido mezclado a un concreto va a tener como efecto de combinarse con el cemento para formar una pasta coloreada. Esta pasta envuelve a los granulados más finos para colorearlos. Este mortero coloreado envuelve a su vez a los granulados más grandes.

Porque es la pasta de cemento con pigmentos la que manda en la coloración del concreto entero es importante tener mezclas con mayor contenido en cemento.

Constancia del color

Trabajar con concreto coloreado requiere mucho cuidado para poder lograr una constancia en el color que se obtiene a lo largo de la producción de un mismo pedido.

Entre los factores que pueden influir en la tonalidad original de un concreto coloreado están las Materias Primas y Condiciones de Fabricación.

- **Materias Primas**
 - pigmentos : tonalidad y poder de tinta
 - influencia del color de los agregados
 - granulometría de los agregados
 - concentración : pigmentos / cemento
 - uso de aditivos y desmoldantes

- **Condiciones de Fabricación**
 - exactitud en las medidas
 - manera de mezclar ingredientes
 - contenido en agua
 - contaminación
 - condiciones de fragua
 - condiciones climáticas

RESISTENCIA

Un concreto coloreado tiene que conservar un color cerca del color original a través de los años a pesar de las acciones físicas y químicas exteriores.

Para colorear un concreto es primordial escoger pigmentos especiales para cemento.

Resistencia a la temperatura

Los pigmentos rojos se obtienen por calcinación de óxidos de hierro. Por esto, los pigmentos rojos son resistentes a más altas temperaturas.

El óxido de hierro amarillo (FeOOH) se deshidrata alrededor de los 180°C para volverse colorado.

De igual manera, el óxido de hierro negro (Fe_3O_4) se vuelve café y después rojo arriba de los 180°C .

Las utilizaciones normales del concreto nunca llegan a tales temperaturas.

Resistencia a los rayos U.V.

La luz del sol altera a los colores en general. Un concreto coloreado también tendrá unas variaciones de tono con la exposición a los rayos U.V. La utilización de óxidos metálicos de calidad adecuada permite minimizar esta decoloración.

En general, los tonos color "tierra" son los más resistentes : negros, rojos, cafés, amarillos.

Los colores que resisten menos al sol son azules y verdes. Existen óxidos metálicos azul y verde que si se pueden garantizar que resisten bien a los rayos U.V. Para el color azul se trata del óxido de cobalto, y para el color verde sería el óxido de cromo.

Resistencia a los Alkalís

Los óxidos de metal utilizados como pigmentos para cementos no contienen sal y por eso no participan en las reacciones Alkalís del cemento. Para evitar reacciones tipo Alkali se tiene que escoger las materias primas de manera que no reaccionen con el cemento. Para minimizar este problema se recomienda escoger un cemento "Low Alkalís".

Eflorescencia

Se trata de un depósito de sales blancas en la superficie del concreto. En concreto gris esto no se nota, pero en concretos coloreados, estas manchas blancas se notan más.

La eflorescencia proviene de sales solubles encontrados en el concreto. En presencia de agua, la cal libre en el cemento se transforma en hidróxido de calcio. El hidróxido de calcio soluble sale a la superficie y reacciona con el dióxido de carbono para formar un carbonato de calcio. Los pigmentos utilizados no tienen nada que ver en este proceso, el problema está en que las sales blancas se notan más sobre un fondo de color.

La eflorescencia se va sola con el tiempo cuando las lluvias lavan la superficie. También se puede limpiar la eflorescencia con una solución a base de ácido muriático diluido.

CONSTANCIA

Un edificio en concreto arquitectónico coloreado, un repello o un piso en concreto coloreado tiene que tener un color lo más uniforme posible para un mismo proyecto.

Elementos hechos en concreto coloreado, por ser un material totalmente mineral y natural tendrá al igual que un mármol, un granito o madera, alguna nuancia en sus tonalidades.

Esta variación de tonalidad es normal y parte de la atracción pero sin embargo debe ser contenida dentro de límites razonables.

Entre los factores que pueden influir la tonalidad original de un concreto coloreado están

- **Materias Primas**
 - **pigmentos : tonalidad y poder de tinta**
 - **influencia del color de los agregados**
 - **granulometría de los agregados**

- **concentración : pigmentos / cemento**
- **uso de aditivos y desmoldantes**
- **Condiciones de Fabricación**
 - **exactitud en las medidas**
 - **manera de mezclar ingredientes**
 - **contenido en agua**
 - **contaminación**
 - **condiciones de fragua**
 - **condiciones climáticas**

Materias Primas

- **Pigmentos : tonalidad y poder de tinta**

Las propiedades de un pigmento se definen por dos características :el color al cual se refiere y la fuerza con la cual va a teñir un cemento.

El poder de tinta de un pigmento es el elemento más importante por efecto de saber cuanto pigmento habrá que incluir en una mezcla para lograr cierto tono. El poder de tinta de un pigmento no se puede apreciar a simple vista, hay que hacer pruebas con los ingredientes con los cuales se va a mezclar para comparar.

Una vez obtenida la intensidad del color requerido se puede calcular el costo de usar tal u otro pigmento.

Ejemplo con los pigmentos verdes "Stoopen & Meeûs" de Bélgica :

Referencia	en cemento blanco		en cemento gris
	1.5%	3%	3%
	en cemento blanco		en cemento gris
¼ %	1/2 %	1/2 %	
# 15448			
<p>La carta de color nos enseña que mezclando 250 gr de pigmento "Stoopen & Meeûs" #15448 con 100 kg de cemento blanco se logra un color parecido a si se mezcla 1.5 kg de pigmento "Stoopen & Meeûs" #15053 con 100 kg de cemento blanco.</p> <p>Comparando los precios de cada uno y la cantidad necesaria de cada pigmento se puede elegir la solución más económica a un proyecto.</p>			

- **Influencia del color de los agregados**

Los pigmentos se mezclan al cemento para formar una pasta que envuelve los demás agregados para colorearlos.

Por eso, el color del cemento tanto que el color de los agregados tendrá un impacto sobre el tono final.

El color de la pasta de cemento depende no solamente del color del pigmento sino también del color del cemento. Así, si se usa cementos blanco o cemento gris se logran tonos muy diferentes. El uso del cemento blanco permite en general obtener colores más vivos y más claros.

Ejemplo con los pigmentos "Stoopen & Meeûs" de Bélgica :

Referencia	en cemento blanco		en cemento gris
	1.5%	3%	3%
# 10656			
# 13712			
# 16307			
# 15992			

Cuando se utiliza cemento gris y que se tolera poca variación de tonalidad en un pedido, hay que asegurarse de que el cemento gris tendrá un color bastante uniforme para toda esta misma producción. Variaciones en el color de un cemento gris puede notarse cuando se hacen tonos pasteles y que la concentración en pigmentos es baja.

El color de los agregados tiene mucha influencia por la cantidad de ellos en una mezcla de concreto. Esto es aún más importante para los concretos expuestos a la intemperie y bloques escarpados.

- **Granulometría de los agregados**

La granulometría y el contenido de polvo muy fino tiene influencia sobre el tono final

(*)Recordemos que es la pasta de cemento con pigmento que envuelve y colorea a los demás agregados. Los más finos los granulados, los más grandes es la "superficie específica" y entonces más diluido será el impacto colorante de la pasta de cemento. (superficie específica = superficie total exterior de cada grano un volumen dado de un agregado - lo más fino un granulado, lo más grandes la superficie específica).

El uso de polvos finos en una mezcla no solamente cambia la textura de un acabado sino también tendrá como efecto de aclarar bastante un concreto. Si se puede, eliminar parte de las partículas más finas tendrá como efecto lograr colores más fuertes y minimizar variaciones de color.

- **Concentración : pigmentos / cemento**

La cantidad de pigmento que se mezcla en un concreto se mide en relación a la cantidad de cemento de este mismo concreto. Si el concreto tiene 350 kg de cemento y 7 kg de pigmento tenemos una concentración en pigmento de : 7 dividido por 350 = 2%

Dependiendo de los pigmentos que se usan, se puede decir de manera general, que la intensidad de un color crece de manera lineal cuando se hecha hasta 7% de pigmento en la mezcla.

Entre 7% y 10% el incremento de intensidad va disminuyendo hasta lograr una saturación. Lo que significa que arriba de 7% de pigmento en una mezcla, el rendimiento es poco, y arriba de los 10% echar más pigmento es echarlo sin efecto.

La norma ASTM que rige el uso de los pigmentos establece que lo máximo que se puede echar de pigmento en un cemento es de 10% porque también la resistencia del concreto disminuye arriba de este número.

- **Uso de aditivos y desmoldantes**

Cuando se necesita el uso de aditivos o desmoldantes, pida a su proveedor si este no tienen efectos sobre el color del concreto. Evite utilizar aditivos que contienen Cloros o Sulfatos.

Asegúrese también de que los desmoldantes no dejan huellas o manchas en la superficie del concreto.

Los selladores o productos que ayudan a fraguar tienen que ser compatibles también para no dejar manchas o provocar un "amarillamiento" del concreto.

Siempre lea bien las especificaciones de los químicos y en caso de duda comuníquese con su proveedor.

Condiciones de Fabricación

- **Exactitud en las medidas**

La cantidad de pigmento en una mezcla tiene un impacto sobre la intensidad del color. Por eso se requiere exactitud en la dosificación de cada batida para que se logra un mismo tono.

Una variación de solamente 5% en la cantidad de pigmento en una mezcla tiene un efecto visible sobre el color final.

La cantidad de pigmento en una mezcla se mide siempre en porcentaje con comparación al peso, de su propia experiencia y sus pruebas podrá escoger entre los diferentes métodos que se proponen. Unas fuentes aconsejan mezclar todos los agregados secos con los pigmentos durante varios minutos antes de añadir la totalidad del agua y batir más. Otras fuentes recomiendan mezclar bien todos los agregados secos por un lado y por otro lado diluir los pigmentos en el agua de la mezcla antes de batir lo todo junto durante varios minutos.

Cualquier sea su elección, siempre hay que batir entre 3 y 5 minutos y también se recomienda guardar la misma duración de batida para todas las mezclas de un mismo proyecto.

Para ayudar a la homogeneidad de una mezcla, existen pigmentos que tienen ya incluidos en su composición aditivos de dispersión.

- **Contenido en agua**

La cantidad de agua que se añade a los agregados y cemento se calcula en relación con la cantidad de cemento de este concreto. Se habla de la relación A/C (Agua/Cemento).

Un valor habitual de $A/C = 0.5$. La cantidad de agua definida por A/C tomará en cuenta la cantidad de agua ya presente en los agregados si estos se encuentran húmedos. Si

la cantidad de agua sube arriba de lo necesario la resistencia del concreto baja.

Un aumento de la cantidad de agua tiene también por efecto de bajar la intensidad del color del concreto.

Por eso también se requiere respetar una misma relación A/C para todas las batidas necesarias para un mismo proyecto.

- **Contaminación**

Asegúrese de que la herramienta, la mezcladora, los agregados etc. estén bien limpios para no incluir elementos que podrían alterar el color de una mezcla.

- **Condiciones de fragua**

Cuando el cemento fragua se producen cristales de tamaño y formas que dependen de la temperatura y humedad del ambiente.

Temperaturas más altas favorecen la formación de cristales más pequeños lo que provoca tonos más claros.

Si la fragua se produce bajo presión, esto aumenta la rapidez del proceso pero también aclara la tonalidad del color. En el caso de pigmentos negros hay que cuidar que no se logren temperaturas que harían cambiar el color hacia rojos o cafés.

Es muy difícil controlar las condiciones de fragua porque la temperatura y la humedad del aire cambia según los cambios meteorológicos y periodos del año.

Mayores temperaturas y mayor humedad tienden a aclarar los tonos. Lo ideal sería entonces guardar las condiciones de fragua del concreto coloreado las más similares posibles para todos los elementos de un mismo proyecto.

- **Condiciones climáticas**

- **Eflorescencias :**

El agua disuelve el hidróxido de calcio libre en el concreto y migra a la superficie para reaccionar con el dióxido de carbono para formar un depósito de carbonato de calcio.

En concretos coloreados esta reacción se nota más que en un concreto gris por tener un fondo más oscuro.

La eflorescencia es una reacción natural que desaparecerá con el tiempo. Los pigmentos no tienen nada que ver con la aparición de eflorescencias.

No existen tampoco productos para eliminar este fenómeno. Sin embargo minimizar la cantidad de agua en las mezclas y utilizar selladores adaptados disminuyen los efectos de esta reacción.

- **amarilleo :**

Cualquier concreto expuesto a la intemperie sufre de las condiciones climáticas que provocan una cierta erosión. Esta erosión depende de la calidad del concreto, de la situación geográfica, de las condiciones climáticas y de la contaminación del ambiente. La erosión consiste en un lavado relativo de la pasta de cemento coloreado entre los agregados lo que implica una aclaración liviana del concreto.

Otro efecto del envejecimiento del concreto es que se pone un poco más "amarillo" con el tiempo. Este fenómeno todavía no está bien conocido y por eso no se puede controlar.

El hecho de que el concreto coloreado está expuesto a la intemperie y el hecho de que un concreto se pone un poco amarillo en el tiempo involucra un cambio usualmente muy liviano de coloración.

○ **Descoloración de los pigmentos :**

Los pigmentos para cemento de calidad deben satisfacer estas condiciones :

- resistencia a los álcalis
- resistencia a los rayos U.V.
- resistencia a los químicos
- resistencia a la intemperie
- no solubles en agua

La única manera de asegurarse realmente del comportamiento duradero de un pigmento es de someterlo a la intemperie. El Centro de Promoción del Concreto Coloreado hace pruebas de este tipo para que pueda en un mismo lugar darse cuenta de varios efectos sobre los pigmentos.

Óxidos metálicos tienen excelente resistencia a las inclemencias climáticas. Los colores color "tierra" son los que tienen mayor resistencia a los rayos U.V. : rojos, amarillos, negros y cafés. Para colores verdes se utilizará óxido de cromo y para el color azul se buscará el óxido de cobalto.

El pigmento negro resiste bastante bien a los rayos UV. Sin embargo el uso del negro "Carbon Black", cual tiene un poder de tinta muy fuerte, puede descolorarse más que el óxido de hierro equivalente.

No es cualquier colorante el que sirve para teñir cemento. Entre los colorantes especiales para cemento se encuentran los óxidos metálicos sintéticos o naturales, los pigmentos y las tierras naturales.

Siempre pida garantías a su proveedor sobre el comportamiento de los pigmentos al sol y a las inclemencias climáticas.

Es recomendable también asegurarse comprar los pigmentos en su empaque de origen para evitar el riesgo de comprar un producto alterado o diluido.

Al igual que todo material el Concreto Coloreado tiene sus particularidades y límites que un profesional del sector debe conocer.

Conocer mejor cada componente de este material y sus interacciones permite manejarlo mejor para mayor calidad de producción y mayor garantía para la satisfacción del Cliente. soluciones técnicas y creativas, contribuye a mejorar la calidad y los costos

APLICACIONES

El concreto es un material muy resistente que se formula y se moldea al gusto ofreciendo la más grande gama de posibilidades para la creatividad del diseñador del proyecto y placer del cliente.

Las aplicaciones del concreto van desde el simple elemento de concreto no-reforzado (adoquines, bloques, etc) hasta los más grandes elementos estructurales reforzados y pretensados (rascacielos, vigas de puentes, etc)

Combinando cemento gris o blanco, arenas y piedras de color, óxidos metálicos, texturas y moldes, tratamientos de superficies, aditivos, etc. se puede lograr una infinidad de colores y efectos estéticos.

Con el concreto coloreado, la imaginación del diseñador del proyecto y cliente ya no tienen límites.

PISOS

Productos de cemento coloreado se usan mucho para realizar pisos hermosos.

Puede colocarse en el interior de una casa, de un edificio público o dentro de un supermercado.

Se coloca también en el exterior para un jardín, una terraza, una piscina o un parqueo.

Las posibilidades ofrecidas por los pisos a base de concreto coloreado son infinitas, en belleza, en formato, en color, en textura y en acabados.

Pisos para exteriores e interiores:



adoquines



baldosas



estampado



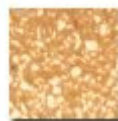
mosaicos



pedrines



pisos pulidos



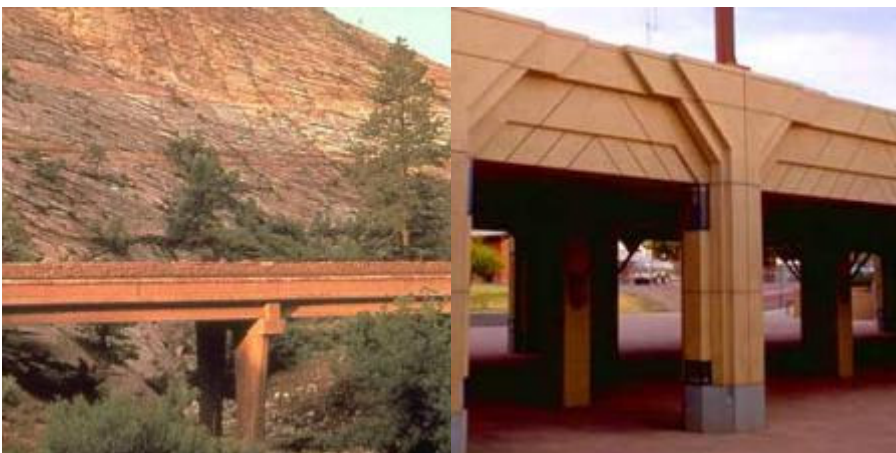
terrazos

MUROS DE RETECION

Existen varias opciones para la realización de un muro de retención. Según la importancia del proyecto, la altura del muro y el diseño requerido se escogerá entre las varias soluciones disponibles.



PUENTES Y VIAS



Puentes y Vías son parte importante de nuestra vida cotidiana.

Con imaginación y talento, un puente puede convertirse rápidamente en una verdadera "Obra de Arte".

Puentes y vías, con sus acondicionamientos anexos, no tienen solamente que satisfacer a los criterios funcionales del tráfico sino también tomar en cuenta, entre otros, la integración con el ambiente, el aspecto estético, la seguridad y el respeto del vecindario.

Con la toma de conciencia de las Autoridades, la creatividad del Diseñador del Proyecto y la experiencia de la Empresa Constructora, estas obras pueden satisfacer a todos los criterios, dando mayor seguridad y prestigio, a un costo no necesariamente mayor.

El Concreto Coloreado es un material con posibilidades ilimitadas el más adecuado para la realización de un proyecto y para conseguir la admiración de todos.

Vías



Vías de concreto con color integrada participa en mejorar la seguridad vial por tener mayor visibilidad durante la noche y también bajo lluvia.

Con color, las vías se ven diferentes, más seguras y se integran mejor en el ambiente escogiendo los tonos que más se adapten al sitio que atraviesa.

Adoquines de color, con todas las ventajas de este material prefabricado, pueden servir el mismo propósito pero se utiliza usualmente para obras privadas o obras públicas de menor tamaño.

Seguridad

Elementos de concreto ayudan a controlar el flujo de la circulación para mayor seguridad de todos los usuarios.



ARQUITECTÓNICO



Los elementos en concreto arquitectónico marcan una etapa importante en la evolución de la arquitectura contemporánea.

El término "arquitectónico" significa que el elemento de construcción tiene a la vez un papel estructural y estético.

Los revestimientos de fachada con concreto arquitectónico prefabricados presentan una gama de posibilidades que ningún otro material puede ofrecer.

Las posibilidades en concreto arquitectónico van de la reproducción de una fachada antigua hasta los inmuebles más fu turísticos.

El único límite es la imaginación del diseñador del proyecto.

Elementos arquitectónicos cumplen una función estética posible por su forma, su color y su textura. Se puede generar una infinidad de colores por el juego entre los constituyentes: cemento, arena, piedra y pigmentos.

El éxito y el rendimiento de un proyecto utilizando elementos de concreto arquitectónico depende ampliamente del conocimiento técnico de parte del autor del proyecto.

CONCRETO PREMEZCLADO

El concreto coloreado premezclado se puede entregar por camión en una obra de construcción y viene totalmente controlado desde la planta y listo para colocar. El cliente puede escoger previamente el color del concreto que quiere para que combinarse con su edificio, acentuar el color de la casa, integrarse al ambiente, y lograr así efectos arquitectónicos a la medida de su imaginación.

El concreto premezclado con color integral colocado in situ es una forma económica y rápida para realizar un proyecto arquitectónico original y dar plusvalía a este.

Se puede escoger dentro de una gran variedad de colores y texturas. Se pueden combinar colores y texturas en un mismo proyecto, utilizar moldes con relieves y contar con algún tratamiento posterior de superficie para hacer de su proyecto algo verdaderamente único a la medida de su imaginación y de su buen gusto.

Con el concreto coloreado colocado in situ uno mejora el aspecto de un concreto gris tradicional y reduce el costo de lo que costaría un revestimiento natural tal como granito o piedra natural.

Aplicaciones

Residencial	Comercial	Municipal
<ul style="list-style-type: none">• acceso y parqueo	<ul style="list-style-type: none">• plaza	<ul style="list-style-type: none">• orilla de calle
<ul style="list-style-type: none">• patio	<ul style="list-style-type: none">• terraza de piscina	<ul style="list-style-type: none">• calle peatonal
<ul style="list-style-type: none">• terraza de piscina	<ul style="list-style-type: none">• entrada de edificio	<ul style="list-style-type: none">• sección de calle
<ul style="list-style-type: none">• cancha de tenis	<ul style="list-style-type: none">• acceso y parqueo	<ul style="list-style-type: none">• aceras
<ul style="list-style-type: none">• camino	<ul style="list-style-type: none">• sala de exhibición	<ul style="list-style-type: none">• división de calle
<ul style="list-style-type: none">• piso interior	<ul style="list-style-type: none">• parque de diversión	<ul style="list-style-type: none">• parque municipal

El concreto colocado in situ se usa también en construcciones verticales por el medio de formaletas. Se trata de concretos arquitectónicos en los cuales se pueden utilizar formaletas con textura y se puede proceder a varios tipos de tratamientos de superficies después del endurecimiento del concreto.

Diseñando su proyecto tomando en cuenta todas estas opciones, se logra un número sin fin de posibilidades al combinar : los agregados, el óxido de hierro, la textura de la formaleta y el tratamiento de superficie.

Colores

El color depende principalmente de la cantidad de pigmentos, del color del cemento y de los agregados que componen la mezcla.

El pigmento se calcula en porcentaje : peso del pigmento dividido por el peso del cemento adentro de la mezcla. El porcentaje varía usualmente entre un 2% y un 7%. Más alto es el contenido en pigmento, más intenso será el color del concreto.

Se recomienda siempre hacer una prueba en condiciones reales antes de empezar el proyecto.

El tono definitivo se logra al final del curado del concreto, o sea como a un mes después de su colocación.

ilustración de los colores más usadas en concreto premezclado :



Etapas y recomendaciones en la colocación del concreto en superficies planas

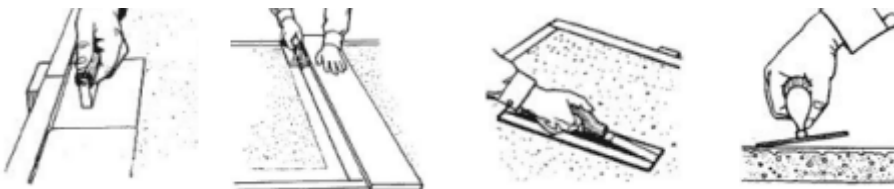
Una mano de obra experimentada con la herramienta adecuada es la mejor garantía de un resultado óptimo. Siempre se recomienda hacer una prueba en pequeño en la obra y obtener el buen visto de parte del encargado antes de realizar el trabajo.

Para mayor uniformidad en el color, la colocación del concrete idealmente tendría que hacerse en las mismas condiciones. Así, el concreto que curará bajo un sol ardiente o expuesto a fuertes vientos podrá ver la uniformidad de su color afectado.

Los colocadores tendrían que minimizar el uso de agua, hasta no añadir ninguna, mientras colocan y trabajan la superficie de concreto fresco con sus herramientas.

La base donde se coloca el concreto tendría que ser uniforme, estar mojada y tener una absorción mínima.

Presentamos en su orden cronológico, y con los términos en inglés, las diferentes etapas del trabajo del concreto en superficies planas.



Acabados de superficie

Las posibilidades en acabados decorativos son casi ilimitadas. Después de haber nivelado con cuidado el concreto y de haber dejado evaporar el agua superficial, se puede dar varios tipos de acabados a la superficie del concreto mientras todavía se encuentra en un estado "plástico".

Un acabado con relieve o textura sirve para dar un efecto arquitectural atractivo y también disminuye las posibles diferencias de tono visibles en una misma superficie.

- piso pulido
- agregados expuestos
- arenado, martelinado
- escoba

- travertino
- sal
- formas geometricas
- estampado

Una combinación de estos acabados permite personalizar aún más su obra. Ponga su imaginación

LA EFLORESCENCIA



Dentro de sus varios componentes, el cemento contiene cal. Un producto hecho con cemento tiene alguna porosidad que permite al agua entrar o salir de éste. El agua es necesario para que el concreto pueda reaccionar, endurecerse y fraguar.

También agua puede penetrar un producto de concreto cuando llueve. Este agua presente adentro del concreto disuelve la cal libre adentro del concreto y cuando el producto de concreto se va secando, el agua conduce la solución de cal a la superficie. Al evaporarse el agua, se quedará un depósito blanco en la superficie del producto a base de cemento.

Este depósito blanco es lo que se llama la "eflorescencia". Cualquiera sea el tipo de producto que se hace con cemento, el fenómeno de eflorescencia puede ocurrir y lastimamente es casi imposible prevenirlo.

La eflorescencia no es tan visible en un concreto de color natural "gris" porque el contraste entre el depósito y el fondo es muy poco. Pero cuando se trata de un concreto coloreado, el contraste puede ser mucho mayor y por eso se notará más la presencia de eflorescencia.

La buena noticia es que la eflorescencia es un problema temporal, ya que el depósito blanco desaparecerá por sí solo con el tiempo. De hecho, de la misma manera que el agua dejó estas manchas al evaporarse, el agua de la lluvia disolverá este depósito blanco y se lo llevará. Lo más lloverá, lo más rápido se irá.

Química de la eflorescencia

El agua presente adentro de un producto de concreto diluye la cal libre del cemento. Esta solución llega a la superficie y se evapora formando un Carbonato de Calcio al contacto con el aire.



Con el tiempo y la acción del aire y del agua, este Carbonato de Calcio se transformará en un bicarbonato de calcio diluible en agua.



La duración natural del ciclo de formación de la eflorescencia hasta su eliminación dependerá principalmente de cuanto llueve. (En zonas con lluvias ácidas, el ciclo es más corto ya que la acidez del agua participa a disolver más rápidamente el carbonato de calcio) En zonas tropicales como Costa Rica, hay que estimar un ciclo formación-eliminación entre 1 y 2 años.

La eflorescencia se puede eliminar por una acción mecánica y/o química como lo vemos aquí abajo.

Quitar la eflorescencia

En el caso de que no se puede esperar que la eflorescencia se vaya sola, o que la eflorescencia sea tan importante, se puede limpiar la superficie con una solución de ácido muriático (HCl) diluido.

Antes de aplicar la solución de ácido, se recomienda hacer una prueba ya que aplicar el ácido puede alterar la superficie del producto y su apariencia.

Cuando va a trabajar con el ácido, tome todas las precauciones necesarias para protegerse, así como para proteger el medio ambiente. Use guantes, botas, protección de los ojos, pantalón y camisa de manchas largas

El Centro de Promoción del Concreto Coloreado hizo pruebas de limpieza con ácido sobre unos adoquines de color con alto contraste donde se nota más la presencia de la eflorescencia. Para efecto de investigación, se escogieron los adoquines más afectados por el fenómeno. Estas piezas muy marcadas por el depósito blanco eran muy pocas dentro de la producción de adoquines, pero son las que quisimos someter a pruebas, ya que si se limpian bien, con mayor razón los adoquines menos afectados se verán también limpiados.

Para comprobar si el proceso de limpieza con ácido tenía un efecto sobre el color original, se escogió también un adocquín sin eflorescencia (el primero a la izquierda) el cual será sometido al mismo proceso de limpieza para ver si se cambia la apariencia de la superficie. Las manchas amarillas que se notan en la superficie de algunas piezas son debidas al contacto con la madera de las tarimas durante el curado y almacenamiento. Estas manchas eran muy pocas dentro de la producción de adoquines pero quisimos ver su comportamiento con ácido muriático.

so de limpieza utilizado:

- diluir ácido muriático (HCl) con agua entre 1:10 y 1:20
- mojar totalmente la superficie a limpiar
- aplicar la solución de ácido con una brocha sintética
- dejar reaccionar entre 15 y 30 segundos
- cepillar con la brocha si fuera necesario (pero no usar cepillo de acero)

- lavar con agua abundante

Conclusiones :

- resultados satisfactorios ya que casi desapareció toda la eflorescencia
- el color negro (óxido de hierro) no se descoloró
- la apariencia general de la superficie no presenta degradación visible
- las manchas amarillas bajaron pero no desaparecieron (usar "agua oxigenada")

Como minimizar el riesgo de apariencia de la eflorescencia

Ya que la eflorescencia es asociada a la presencia de la cal, de la cantidad de agua y a la porosidad del producto de concreto, existen maneras de minimizar la apariencia de la eflorescencia jugando con estos parámetros, pero es casi imposible eliminar las probabilidades de su apariencia.

Lo ideal sería de poder hidratar todo el cemento adentro de la mezcla con la cantidad mínima de agua. Para ayudar en esto se pueden usar aditivos plastificantes reductores de agua. El ratio Agua/Cemento siempre se tiene que quedar por debajo de 1/2 .

Para impedir a la cal que se quedaría libre adentro del producto de salir a la superficie, se buscará compactar más la pieza de manera a disminuir su porosidad. Existen aditivos que permiten una mejor compactación del concreto.

También se puede utilizar un aditivo impermeabilizante adentro de la mezcla para bajar aún más la porosidad y disminuir la penetración del agua adentro del producto de concreto.

La empresa ADDIMENT propone a la industria del concreto aditivos especiales cuales combinan todas las propiedades requeridas para minimizar la aparición de eflorescencia y aumentar la intensidad del color adoquín, del bloque de concreto o del bloque para muro de retención.

Referencias

1. www.coloreado.com
2. www.imcyc.com
3. www.daviscolors.com