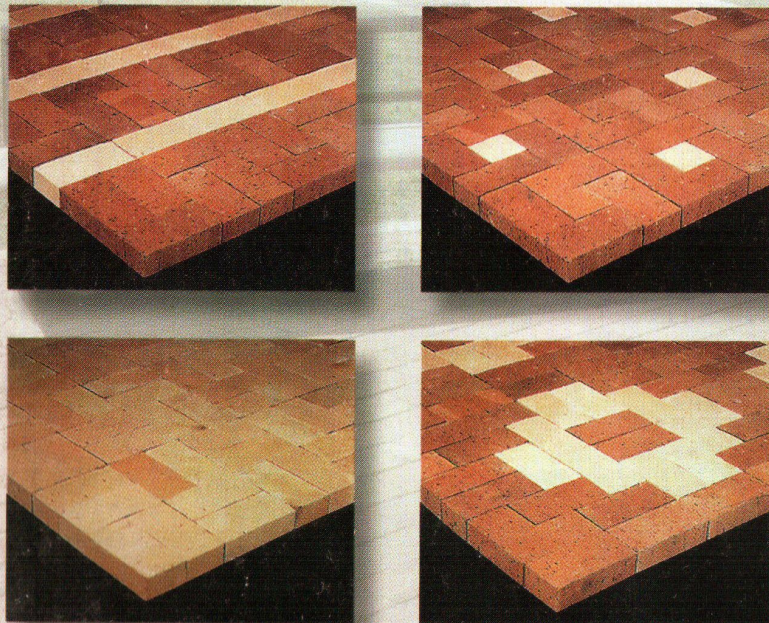


ADOQUINES

Se denomina adoquín de arcilla al ladrillo utilizado como material para construir pavimentos articulados destinados a soportar tráfico peatonal, vehicular liviano y vehicular pesado, cuya principal característica es haber sido sometido a tratamiento térmico mediante la aplicación de temperaturas elevadas con el objeto de desarrollar suficiente adhesión por coacción entre las partículas que lo constituyen.



Este Manual pretende dar a conocer las ventajas de los Adoquines de Arcilla al ser utilizados en pavimentos y dar indicaciones sobre su proceso constructivo.

Con este fin se muestra en detalle lo referente a:

- GENERALIDADES
- CAPAS
- CONFINAMIENTOS
- DRENAJES
- RENDIMIENTOS
- VENTAJAS
- CARACTERISTICAS TECNICAS
- USOS

1. GENERALIDADES

Los pavimentos son estructuras conformadas por diferentes capas que son construidas sobre el suelo, para permitir la circulación sobre ellos en forma cómoda y segura. Los pavimentos en general pueden ser flexibles o rígidos, dependiendo del material utilizado como capa de rodadura, para este caso nos interesa referirnos a los pavimentos flexibles por sus ventajas al requerir poca maquinaria, al ser fáciles de instalar, de reparar y al ser económicamente muy favorables para el usuario, también representan importante beneficio en sitios que no cuentan con redes de servicios públicos. En este tipo de pavimentos, debido a la ausencia de ligante entre los adoquines, las cargas aplicadas afectan solamente a algunos de ellos.

Este sistema constructivo consiste en la colocación de adoquines de arcilla sobre una camada de arena gruesa, suelta, sin aglomerantes, el relleno posterior de las juntas con arena de sello y se finaliza con la compactación del conjunto.

Las pavimentaciones se pueden hacer por etapas, la instalación es muy rápida y pueden soportar desde tráfico peatonal hasta tráfico vehicular pesado, con garantía de mas de 50 años sin deteriorarse, siempre y cuando tenga las bases adecuadas, por esto es absolutamente necesario antes de efectuar una pavimentación, hacer su correspondiente estudio de suelo y diseño.



Este Manual pretende dar a conocer las ventajas de los Adoquines de Arcilla al ser utilizados en pavimentos y dar indicaciones sobre su proceso constructivo.

Con este fin se muestra en detalle lo referente a:

- GENERALIDADES
- CAPAS
- CONFINAMIENTOS
- DRENAJES
- RENDIMIENTOS
- VENTAJAS
- CARACTERISTICAS TECNICAS
- USOS

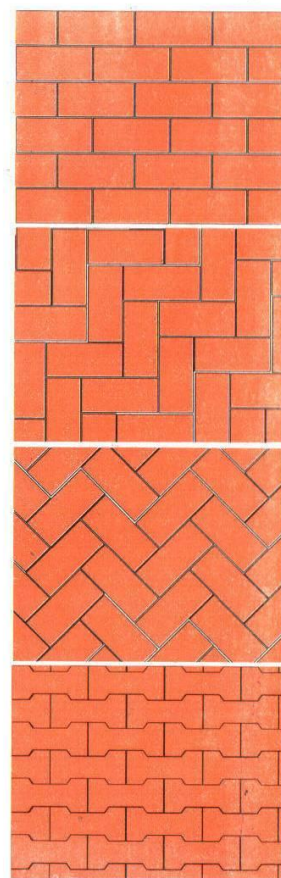
1. GENERALIDADES

Los pavimentos son estructuras conformadas por diferentes capas que son construidas sobre el suelo, para permitir la circulación sobre ellos en forma cómoda y segura. Los pavimentos en general pueden ser flexibles o rígidos, dependiendo del material utilizado como capa de rodadura, para este caso nos interesa referirnos a los pavimentos flexibles por sus ventajas al requerir poca maquinaria, al ser fáciles de instalar, de reparar y al ser económicamente muy favorables para el usuario, también representan importante beneficio en sitios que no cuentan con redes de servicios públicos. En este tipo de pavimentos, debido a la ausencia de ligante entre los adoquines, las cargas aplicadas afectan solamente a algunos de ellos.

Este sistema constructivo consiste en la colocación de adoquines de arcilla sobre una camada de arena gruesa, suelta, sin aglomerantes, el relleno posterior de las juntas con arena de sello y se finaliza con la compactación del conjunto.

Las pavimentaciones se pueden hacer por etapas, la instalación es muy rápida y pueden soportar desde tráfico peatonal hasta tráfico vehicular pesado, con garantía de mas de 50 años sin deteriorarse, siempre y cuando tenga las bases adecuadas, por esto es absolutamente necesario antes de efectuar una pavimentación, hacer su correspondiente estudio de suelo y diseño.

fig. 2



Las ventajas de estos pavimentos se basan en que la capa de rodadura está hecha con **adoquines de arcilla cocida**; es decir, son piezas extruídas o prensadas en máquinas que por su configuración, le dan buena compactación eliminando el aire entre moléculas y dando un terminado en todas sus caras muy fino; esto se logra bajo una preparación de arcillas de óptima calidad, sometidas a un proceso de cocción con temperaturas superiores a los 900° centígrados, que le imprimen altísimas capacidades de resistencia y porcentajes de absorción muy bajos logrando que su comportamiento como pavimento sea el mejor.

Existen multiples formas de la colocación de los adoquines y variedad de tonos que le imprimen a este material una importante riqueza en expresión. (fig. 1y2).

La colocación de adoquines de arcilla sobre arena se aconseja en la mayoría de los casos, con excepciones en zonas con pendientes superiores al 9% ó zonas expuestas a frecuente e intenso contacto con agua, como lavaderos de carros y bordes de piscinas, en donde se aconseja el relleno de la junta con mortero.

2. CAPAS

Las diferentes capas que conforman un pavimento son: la **capa de rodadura**, que es la capa de la superficie y es la que está en contacto directo con el transito, a las capas inferiores se les llama **base** cuando se tiene solo una ó **base y sub-base**, cuando se tienen dos, finalmente está la **subrasante** que es el terreno natural encargado de recibir el pavimento (fig3). A continuación se revisa en detalle cada una de las capas:

SUB-RASANTE:

Es el suelo natural al cual se le ha retirado la capa vegetal, se ha emparejado y compactado superficialmente para recibir las capas superiores del piso. Es necesario tener especial cuidado en retirar todo material orgánico de la

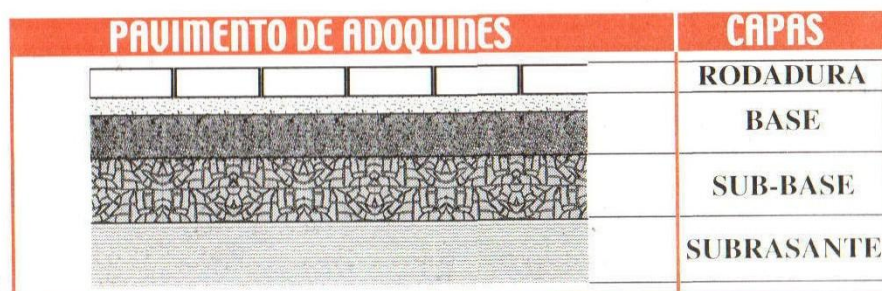


fig. 3

superficie o de calidad inferior a la predominante hasta que quede pareja. Si presenta huecos grandes, se deben rellenar con material duro como cascajo, piedra partida o tierra que se pueda compactar.

Para que no se formen charcos en la vía es necesario que la superficie tenga una inclinación hacia los lados, con el fin de que el agua corra hacia los bordes del pavimento para buscar los desagües. Esta inclinación o pendiente lateral debe ser por lo menos del 3%.

SUB-BASE:

Es una capa de material construida sobre el suelo natural para dar suficiente resistencia al piso. Se construye con material de mina, debe ser una combinación de áridos naturales (arena, grava, piedra, escorias, etc, no debe tener piedras de mas de 15 cm ni material orgánico, y debe conservar la misma pendiente de la sub-rasante. Es la capa encargada de distribuir las cargas en la subrasante para que el suelo soporte adecuadamente el peso (fig. 4).

El espesor o grueso que debe tener la sub-base se determina mediante un estudio del suelo, teniendo en cuenta el número de vehículos que han de pasar sobre la vía, realizando cálculos matemáticos, como se hace para cualquier tipo de pavimento. Sin embargo, se sugieren en términos generales las siguientes recomendaciones:

	TRÁFICO PEATONAL	TRÁFICO UEHIC. LIVIANO	TRÁFICO PESÁDO
RELLENO DE MATERIAL GRANULAR	10 a 25 cm	25 a 40 cm	40 a 60 cm

Estos espesores recomendados son para el material de la sub-base y base después de estar compactados.

La superficie de la sub-base debe estar limpia y sin irregularidades y debe tener todas las características de la vía tales como pendientes, drenajes, peraltes, etc.

BASE

Es la segunda capa estructural colocada entre la subrasante y la capa de rodadura que le dá mayor espesor y capacidad estructural al



fig. 4

pavimento. Se construye con material granular que cumpla con las normas y especificaciones del tipo B600.

Las capas sub-base y base deben presentar una densidad uniforme en toda su estructura, inclusive y de una manera especial en las áreas cercanas a las estructuras de confinamiento, sumideros, cajas de inspección, etc, donde el proceso de compactación es más difícil de llevar a cabo. La compactación mínima debe ser del 96%.

La superficie de la base no debe presentar vacíos o salientes superiores a 1 cm. y el espesor de la base no será menor que 0.5 cm del espesor proyectado.

La sub-rasante, la sub-base y la base se construyen en general utilizando las mismas técnicas y normas que para cualquier tipo de pavimento.

CAPA DE RODADURA

La capa de rodadura está conformada por la base de arena, los adoquines de arcilla y la arena de sello.

- BASE DE ARENA:

Es de las etapas de mayor cuidado en la construcción de un adoquinado; consiste en una capa de arena gruesa y limpia sobre la cual se colocan los adoquines (fig 6), es similar a la usada para pegar ladrillos, debe pasar una malla de 1x1 cm (fig 5a) y debe estar libre de material orgánico, no debe contener mas de un 3% de arcillas y limos. Es una capa que debe llenar los pequeños desniveles de la sub-base, las mínimas irregularidades del adoquín y una película de margen para poder sentar

fig. 5a

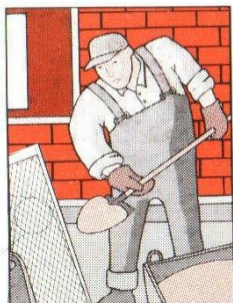
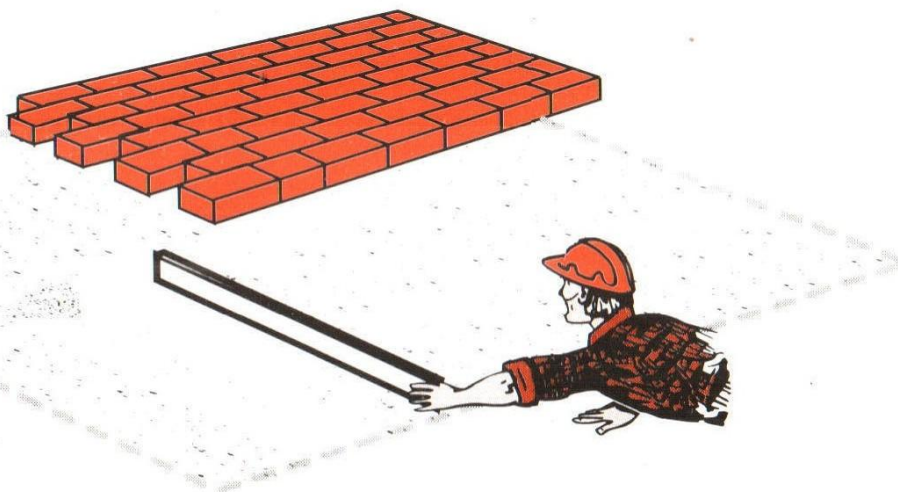


fig. 5b

fig. 6



el producto cuando se golpee con un martillo de goma o caucho. Aunque el espesor depende del estudio de suelos y de la circulación de vehículos esperada, se recomienda generalmente una capa con un espesor entre 3 y 5 cm. No es recomendable colocar arena en tramos muy grandes a la vez, porque se desperdicia el material. El trabajo se organiza mejor en tramos de 3 a 4 mts.

Antes de iniciar el extendido de la arena en una zona, se deben hacer los bordes y demás elementos de contención del pavimento, así como los drenajes necesarios.

El perfil de la base de arena ha de ser semejante al de la superficie terminada. La labor de construir esta base la pueden realizar tres obreros; dos desplazando la barra de nivel por las vías y uno con un rastrillo o azadón quitando o colocando arena donde haga falta. Si la arena colocada sufre algún tipo de compactación, no se deben rellenar las depresiones con arena o renivelar, solamente dar varias pasadas con un rastrillo hasta devolverle la soltura, así se nivelará nuevamente.

Para lograr que el espesor de la capa de arena, una vez que se compacte bajo el paso de los vehículos se mantenga uniforme, es recomendable que su humedad y granulometría se mantengan constantes. Esto se logra mediante la utilización de materiales de una misma fuente y su protección del humedecimiento por lluvias con la ayuda de plásticos. Cuando la arena se esparce es necesario impedir el paso de vehículos o de personas por encima de ella, no se deben colocar adoquines sobre una capa de arena que haya recibido lluvia o escorrentía directa, esta se debe reemplazar por arena uniforme y suelta.

Si se presenta lluvia sobre adoquines colocados pero no compactados, se debe constatar que no se haya presentado socavación, pues en este caso es necesario levantar los adoquines y colocarlos de nuevo, si no se presenta socavación simplemente se espera que el pavimento drene en forma natural para continuar con la construcción.

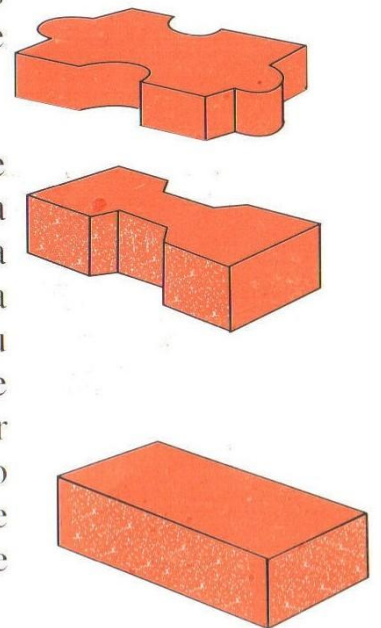


fig. 7

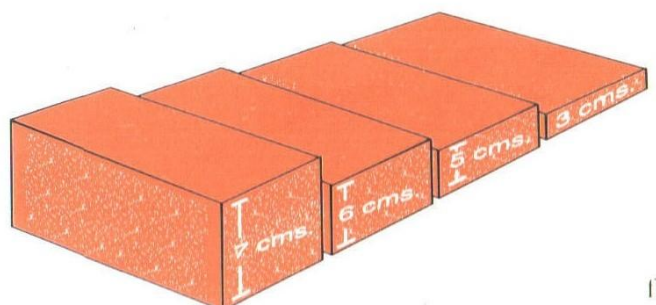


fig. 8

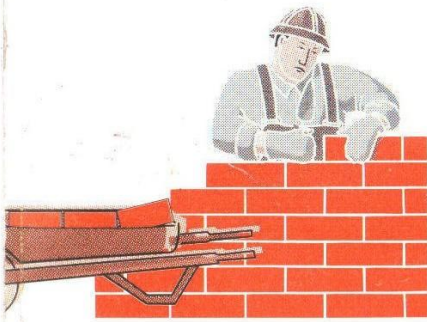


fig. 9

- ADOQUINES DE ARCILLA:

Los adoquines son elementos macizos, con paredes verticales que ajustan unos contra otros para formar una superficie completa, dejando solamente una junta de aproximadamente 3 mm, sin utilizar ningún tipo de pegante y que sirven como capa de rodadura (fig.7). Los espesores del adoquín variarán de acuerdo a las condiciones del suelo y del tránsito que van a soportar (fig8), pero para un óptimo resultado, estos adoquines deben cumplir los requisitos estipulados en la Norma Técnica Colombiana 3829 para tráfico peatonal y vehicular liviano y en la ASTM 1272 para tráfico pesado (ver tabla pag 12).

El adoquín no se debe deslizar ni tirar, debe ser apilado en arrumes no mayores a 1.50 m de altura, debe ser almacenado sobre superficies limpias, secas y planas (fig 9), su transporte dentro de la obra debe hacerse en carretillas de fondo plano y deben ser descargadas cuidadosamente a mano.

Siempre y cuando la capa de arena esté debidamente conformada, la colocación de los adoquines se convierte en una labor simple, pero que debe hacerse en la forma adecuada, pues de esto también depende la durabilidad.

Los adoquines se colocan al tope, sin pisar la arena, (para esto se trabajará sobre la parte ya ejecutada del pavimento) deben quedar nivelados y esto se comprueba pasando la regla por encima y observando que no existan diferencias, en caso de que se presenten diferencias es necesario corregir la base de arena. No se deben colocar adoquines sobre arenas encharcadas o excesivamente húmedas. Para evitar problemas en caso de lluvia, se aconseja no extender capas de arena en superficies superiores a las que se puedan cubrir en una jornada.



Se deben colocar los adoquines simplemente dejándolos caer sobre la cama de arena, alineándolos, una vez se haya avanzado en un tramo de 2 a 3 metros, se corrigen las desviaciones del tramo completo colocando un tablón contra el borde y golpeando con un martillo hasta llevar las piezas a la alineación requerida (fig. 10). No es necesario comprobar la nivelación del pavimento pieza a pieza de forma exacta, pues en el proceso de compactación posterior se corregirán las pequeñas irregularidades que pudieran existir

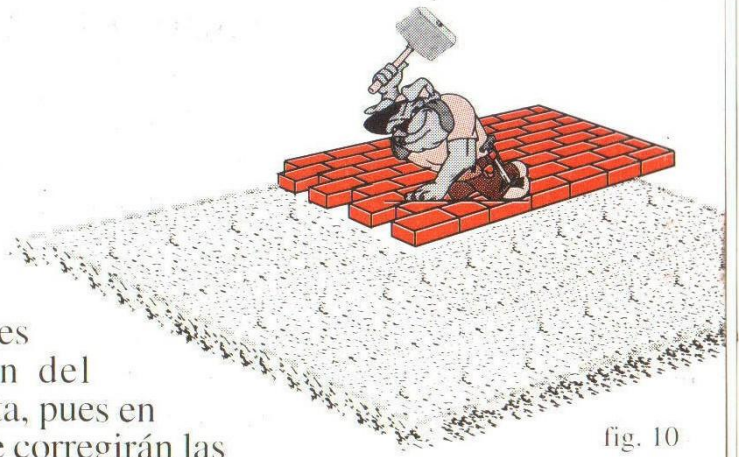


fig. 10

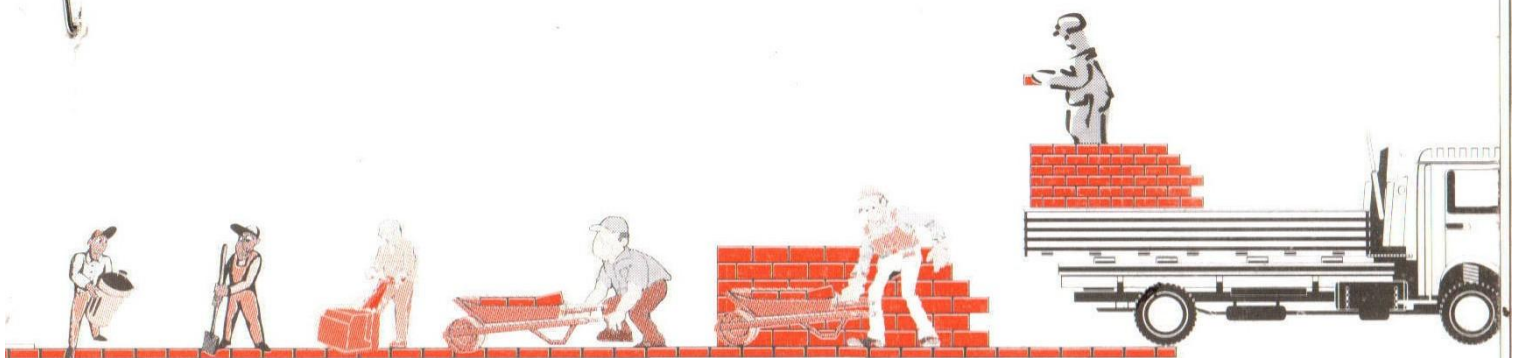
Cuando se tenga un área grande de adoquines colocados, con el vibrocompactador manual, sobre una superficie de caucho se dá una primera compactación, que consiste en una sola pasada, en una sola dirección y hasta un metro del borde final adoquinado, luego se revisan y retiran los adoquines fracturados o partidos reemplazándolos por unidades en buen estado.

- ARENA DE SELLO:

La arena de sello, es una arena fina como la que se usa para el revoque de paredes, su función es impedir la entrada de agua que puede dañar la sub-base del pavimento, debe ser limpia, sin materia orgánica, debe pasar una zaranda de 2.5 mm (fig.5b), las arenas con un contenido moderado de limos mejoran este sellado inicial del adoquinado, debe estar totalmente seca y suelta, esta arena se esparce y con ayuda de una escoba de fibra se le lleva a entrar en las juntas.

Debe asegurarse de lograr el lleno de las juntas; luego se remueve la arena sobrante por medio de barrido; nunca lavándola con agua. La arena de sello debe ser esparcida hasta una distancia de un metro del borde en el cual se suspendió el trabajo, o al que no se le ha ajustado el cordón de confinamiento, para que no haya posibilidad de desplazamiento de los adoquines, pues en caso de que esto suceda es necesario retirarlos, nivelar nuevamente la capa

fig. 11



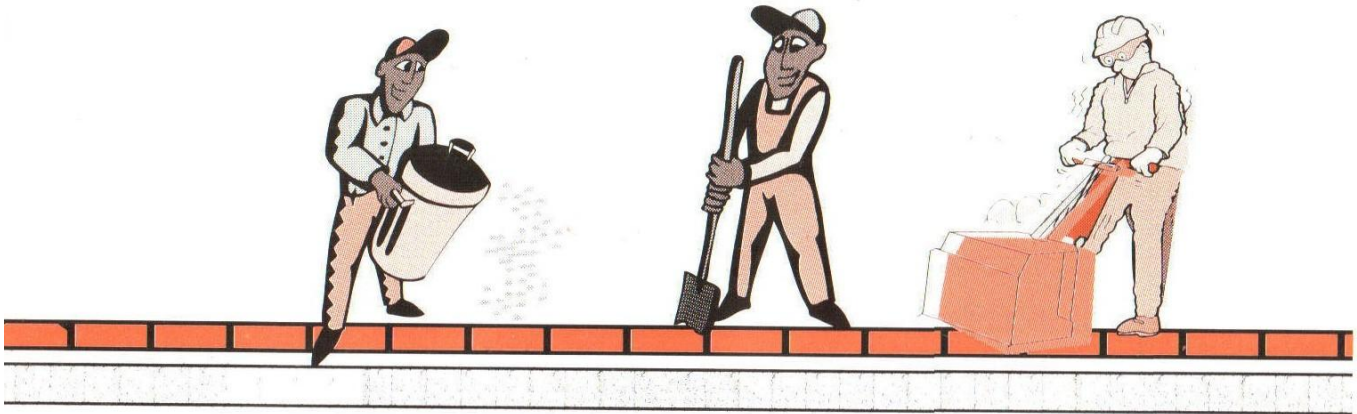


fig. 12

de arena y volver a instalarlos, proceder entonces a efectuar dos pasadas con el vibrocompactador sobre la superficie adoquinada.

Completada la compactación, se deben comprobar los niveles, rectificando las piezas que hayan quedado fuera de nivel si se da el caso, se recebarán las juntas que no estén llenas, se retirarán los sobrantes de arena y se roceará con agua el pavimento para facilitar el apelmazamiento, quedando de esta manera listo el pavimento para ser utilizado (fig.12).

Existen múltiples posibilidades para el diseño de pavimentos, combinando los diferentes formatos y colores; para pavimentos destinados a soportar tráfico pesado, no se aconsejan las colocaciones que presenten juntas continuas en el adoquinado, especialmente si estas se disponen paralelas al eje longitudinal de la calzada, para este tipo de pavimentos se aconseja la colocación en espina de pescado, disponiendo la pieza paralela a los ejes de la calzada.

Cuando se están colocando adoquines en zonas muy pendientes, es necesario empezar la colocación en la parte baja, colocarlos al tope para hacer mínimos los desplazamientos y construir muros de confinamiento en forma transversal al eje de la vía; estos muros deben estar nivelados en la superficie adoquinada.

3. CORDON DE CONFINAMIENTO:

Es un pequeño muro lateral de confinamiento para evitar que los adoquines se desplacen de su posición original, que las juntas se abran y se pierda la figura geométrica del pavimento (fig.13 y 14). Sirven como cordón de confinamiento, las aceras o sardineles a lado y lado de la calle, las cunetas en ladrillo con algún pegante, el pavimento existente cuando sólo se va a reemplazar parte de él, etc. Si no existen es conveniente construirlos haciendo ajustes necesarios entre el adoquín y el muro que se construya de la forma como se describió anteriormente.

La profundidad de los muros de confinamiento debe ser tal, que una vez colocados estén por debajo de los adoquines al menos 15 cm., y por encima del nivel de pavimento tanto como se necesite para una correcta evacuación del agua (fig14).

Si existen los cordones de confinamiento necesarios, con pedazos de adoquín bien cortados ajusta el adoquinado a ellos. Si la distancia entre adoquines y el cordón es de menos de 4 cms., en lugar de adoquines se rellena el espacio con una mezcla de 4 partes de arena y una de cemento. De igual manera se hace en donde se encuentran alcantarillas o desagues. Para el buen funcionamiento de los pavimentos con adoquín de arcilla es absolutamente necesario el cordón de confinamiento.

fig. 13

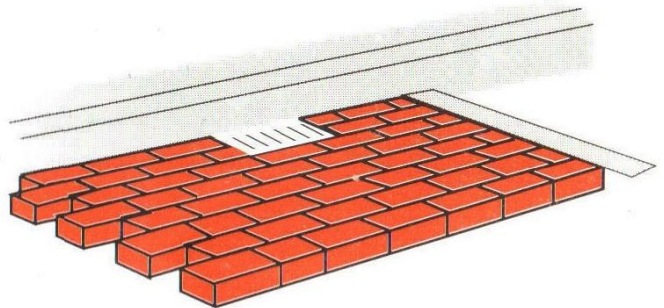
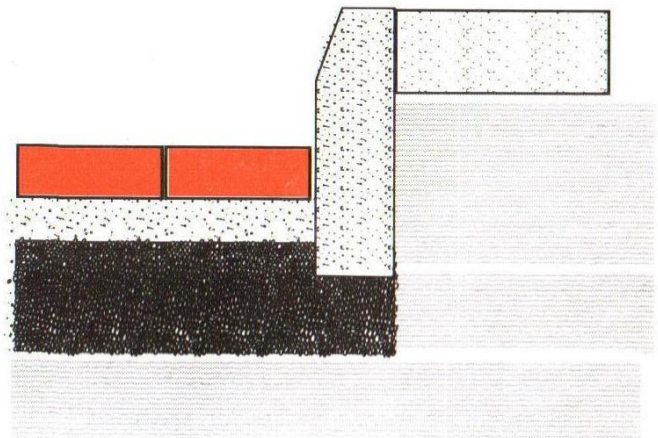


fig. 14



6. VENTAJAS DEL ADOQUIN DE ARCILLA:

- No requiere de acabados superficiales cuidadosos y prolongados, ni se necesita esperar para que el material adquiera la resistencia necesaria como sí sucede con otros materiales y esto permite la puesta en servicio inmediatamente.
- Facilita cualquier tipo de reforma, puesto que un piso conformado por piezas sueltas, se puede remover y recuperar las piezas afectadas sin cambiar toda una estructura, permite la reutilización de piezas y evita los parches.
- Estos productos presentan alta resistencia al desgaste y pueden ser utilizados en pavimentos para todo tipo de tráfico (peatonal, vehicular liviano y pesado).
- Requiere muy poco tratamiento de conservación. Este se reduce a remover la vegetación que aparece en las juntas y suministrar arena de sello cuando sea necesario.
- Por ser un producto extruído o prensado, amasado con una humedad del 25% realizándose al máximo vacío, usando arcillas de la mejor calidad y expuesto a temperaturas superiores a los 900°C, hacen que este producto sea de altísima resistencia y baja absorción de humedad, al ser sometidos a cocción pueden presentarse variaciones cromáticas y en tamaño, que no son significativas y que no influyen en las resistencias o en el trabe para su instalación.
- La utilización de arena supone una disminución en los costos, tanto en materiales al evitar el empleo de morteros, como en mano de obra, ya que los rendimientos de ésta aumentan de forma considerable.
- No es necesario realizar juntas de dilatación, lo que le da una continuidad al pavimento, mejorando el aspecto estético y permitiendo mayor libertad en el diseño.
- Un piso adoquinado no está sometido a alteraciones en volúmenes o texturas generados por cambios de temperatura, por lo cual la acción de las cargas no dejan huella en él.

CARACTERISTICAS TECNICAS TIPOS DE ADOQUIN

ADOQUIN DE ARCILLA

ENSAYO	UNIDAD	ASTM 902 NTC 3829 TIPO I	ASTM 902 NTC 3829 TIPO II	ASTM 902 NTC 3829 TIPO III	ASTM 1272 TIPO F	ASTM 1272 TIPO R
ABSORCION DE AGUA EN FRIO	%	8	14	No limite	6	6
RESISTENCIA A LA COMPRESION	KG/CM2	564	211	211	705	564
	PSI	8000	3000	3000	10000	8000
INDICE DE ABRASION (MAX.)		0.11	0.25	0.50	0.11	0.11
MODULO DE ROTURA	KG/CM2	no especifica	no especifica	no especifica	106	85
	PSI				1500	1200
VOLUMEN DE ABRASION	CM3/CM2	1.7	2.7	4.0	1.7	1.7

USOS DE LOS ADOQUINES DE ARCILLA SEGÚN LA CLASIFICACION

Tipo I: (Vehicular liviano). Adoquines expuestos a amplia abrasion, como en vias y entradas a edificios y centros comerciales

Tipo II: (Peatonal). Adoquines expuestos a transito intermedio, como restaurantes y calzadas exteriores.

Tipo III: (Peatonal) Adoquines expuestos a transito bajo, pisos o patios de casas y conjuntos residenciales

Tipo R: (Trafico vehicular pesado). Adoquines instalados sobre base en concreto y pegados con mortero.

Tipo F: (Trafico vehicular pesado). Adoquines instalados sobre una base semi rigida o flexible, relleno con arena los espacios entre ellos.