



**ADOQUÍN
CERÁMICO**

APLICACIONES DEL CTE A LAS TÉCNICAS DE PAVIMENTACIÓN CON ADOQUÍN CERÁMICO

Madrid, 12 de junio de 2008

*Guillermo Calderón Polanco
Ingeniero Agrónomo
HISPALYT*

1. CTE - Catálogo de Soluciones Cerámicas.
2. Características técnicas del adoquín cerámico.
3. Ventajas de los pavimentos con adoquín cerámico.
3. Ámbito de aplicación.
4. Proyectos con adoquín cerámico:
 - 4.1 Criterios estéticos.
 - 4.2. Configuración de superficies.
 - 4.3. Criterios funcionales.
 - 4.4. Tipos de pavimento.
5. Mantenimiento y reutilización de los adoquines.

CTE

Código Técnico de la Edificación

Parte I

Capítulo 1. Disposiciones generales
 Capítulo 2. Condiciones técnicas y administrativas
 Capítulo 3. Exigencias básicas
 ANEJO I. Contenido del proyecto
 ANEJO II. Documentación del seguimiento de la obra
 ANEJO III. Terminología

Marzo de 2006



CTE

Código Técnico de la Edificación

Parte II

Documentos Básicos

- Seguridad estructural
- AE Seguridad estructural. Acciones en la edificación
- C Seguridad estructural. Cimientos
- A Seguridad estructural. Acero
- F Seguridad estructural. Fábrica
- M Seguridad estructural. Madera
- Seguridad en caso de incendio
- Seguridad de utilización
- Salubridad (Higiene, salud y protección del medio ambiente)
- Ahorro de energía

Marzo de 2006



INSTITUTO
EDUARDO
TORRES



Documentos Básicos

DB-SE Seguridad estructural
 DB-SE AE Seguridad estructural. Acciones en la edificación
 DB-SE C Seguridad estructural. Cimientos
 DB-SE A Seguridad estructural. Acero
 DB-SE F Seguridad estructural. Fábrica
 DB-SE M Seguridad estructural. Madera
 DB-SI Seguridad en caso de incendio
 DB-SU Seguridad de utilización
 DB-HS Salubridad (Higiene, salud y protección del medio ambiente)
 DB-HE Ahorro de energía

DB SE ✗

Exigencia básica SU-1

Diseño y Dimensionado

DB SI ✗

DB SU

DB SU ✓

→ Seguridad frente al riesgo de caídas



El pavimento tendrá la clase de resbaladividad exigida en función del uso de la zona en que se encuentre

DB HS ✗

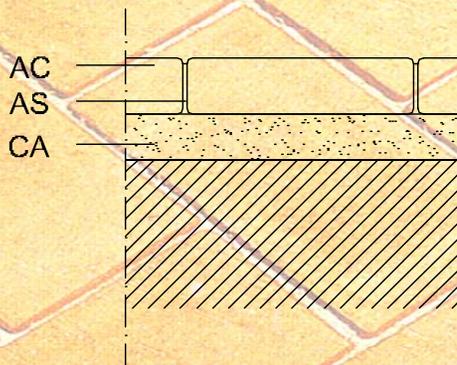
Resistencia al deslizamiento R_d

DB HR ✗

DB HE ✗

resbaladividad

PAVIMENTO FLEXIBLE AC01



siendo:

AC: Adoquín Cerámico

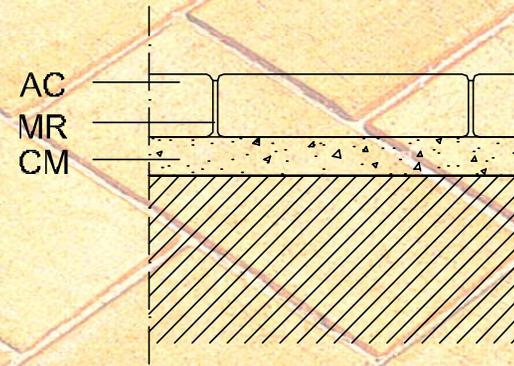
AS: Arena de Sellado

CA: Capa o cama de arena

MR: Mortero de relleno

CM: Capa de mortero

PAVIMENTO RÍGIDO AC02



Requisitos esenciales según la norma UNE EN 1344:

- Resistencia al hielo/deshielo.
- Resistencia a la rotura transversal.
- Resistencia a la abrasión.
- Resistencia al deslizamiento/derrape.
- Comportamiento frente al fuego.
- Emisión de asbesto y de formaldehído.
- Conductividad térmica.
- Resistencia a los ácidos.

Características	Resistencia a la compresión (N/mm ²)	Absorción de agua (%)	Heladicidad	Resistencia a la flexión (N/mm ²)	Desgaste por rozamiento (mm)	Densidad aparente (kg/m ³)	Resistencia al ácido sulfúrico	Dureza según escala Mohrs
ADOQUÍN CERÁMICO	100	3	No heladizo	13	0,70	2.100	Sí	9
ADOQUÍN DE PIEDRA								
ADOQUÍN DE HORMIGÓN								

- Durabilidad y permanencia del color:

el **adoquín cerámico** mantiene **inalterable en el tiempo** su amplia gama de colores



gran belleza natural (como elemento cerámico) y duradera.



- Posibilidades **expresivas**:

variada gama de colores y múltiples combinaciones en planta



ilimitadas posibilidades expresivas en este tipo de pavimento.

- Cualidades **físicas**:

1. **Resiste** muy bien las heladas y demás agentes agresivos.
2. No se deforman con temperaturas altas en verano.
3. **Elevada resistencia a compresión** y al desgaste
4. Dureza frente al rayado y excepcional resistencia a flexotracción

- Cualidades **físicas**:

Todas las cualidades anteriores permiten:

1. Obtener **mejores resultados** que adoquines de grueso superior



menor peso de la pieza y **mayor rendimiento** en su colocación

2. Resistir **cargas puntuales importantes** que en otros tipos de firme provocarían punzonamientos.

- Mantenimiento **económico**:

Bajo la acción agresiva del ambiente exterior y las cargas actuantes, cualquier pavimento requiere unos niveles mínimos de mantenimiento.

En un **pavimento flexible**, la conservación se reduce sólo a:

1. Eliminar la posible vegetación que pueda producirse en sus juntas.
2. Rellenar las juntas cuando la acción erosiva del ambiente lo exija.

- **Facilidad** en las reparaciones:

En los **pavimentos flexibles** existe la posibilidad de levantar los adoquines sin provocar deterioros → vuelven a **reutilizarse**.

Por tanto, es muy adecuado para plazas, aceras, patios, etc, en donde se producen posteriores trabajos en el subsuelo.

- **Facilidad** en las reparaciones:

También es apropiado para terrenos con gran inestabilidad, en donde haya que efectuarse alguna corrección de regularidad de superficies debido a asientos localizados .

Una vez concluida la **reparación** del pavimento, ésta **NO SE APRECIA**.

- **Facilidad de ejecución:**

- Empleo incluso de mano de obra no especializada, haciendo uso de herramientas manuales.

- En **pavimentación flexible** una vez acabada la ejecución se puede utilizar.

- La temperatura ambiente no afecta durante la ejecución



evita esperas innecesarias durante la ejecución.

- Vida útil:

Superior a 30 años, superando a la de otros pavimentos.

- Costes:

Considerando las ventajas antes mencionadas: bajo mantenimiento, mano de obra y herramientas de bajo coste, elevado valor residual por la posibilidad de reutilización de los adoquines, periodo de vida útil, etc., se obtiene



PAVIMENTO ÓPTIMO DESDE EL PUNTO DE VISTA COSTE-RENDIMIENTO



*El **adoquín cerámico** es un producto excelente para proyectar los pavimentos de cualquier tipo de espacio.*

A continuación, se muestran distintos ámbitos de aplicación contenidos en tipologías de áreas funcionalmente distintas.

4.1. Áreas peatonales:

Aceras



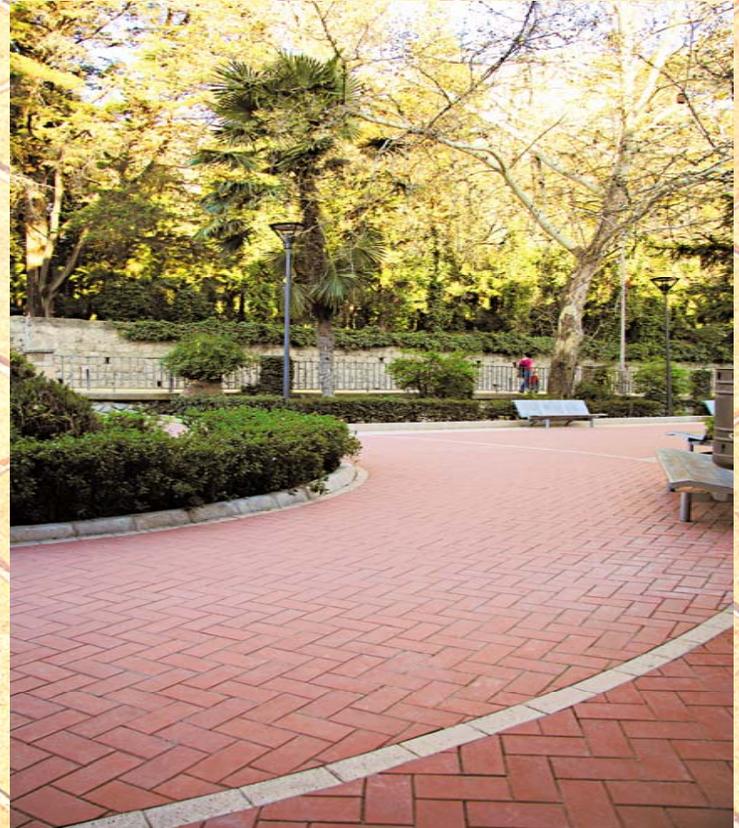
Paseos



Plazas públicas



Jardines



Accesos a viviendas

Patios interiores y exteriores de edificios



4.2. Áreas sometidas a tráfico rodado:

Vías urbanas



Travesías



4. ÁMBITO DE APLICACIÓN



Terminales de autobús



Áreas residenciales



Los pavimentos de **adoquín cerámico** usados en vías urbanas constituyen actualmente la **mejor alternativa**.

Sus **ventajas**, respecto a otros pavimentos, son apreciables:

- **facilidad** de ejecución y mantenimiento **mínimo**.
- posibilidad de **reutilización**.
- posibilidad de señalización permanente de paso de peatones.
- **amplia configuración** en el diseño de superficies.

...

En áreas residenciales se valora:

- **uso inmediato** del pavimento después de su ejecución.
- **bajo coste** de mantenimiento y posibilidad de reutilización.

4.3. Áreas sometidas a tráfico y tareas pesadas:

Como por ejemplo:

- áreas industriales
- naves industriales con desplazamiento de tráfico pesado y poca velocidad
- almacenes
- áreas de carga y descarga
- zonas portuarias
- aeropuertos, ...

En este tipo de áreas se resalta las propiedades del pavimento con **adoquín cerámico** para resistir cargas concentradas o cargas debidas a ruedas muy pesadas (camiones con remolque, grúas, ...)

4.4. Áreas con ambiente agresivo:

Debido a su **resistencia a los ácidos** para superficies fijas con ambiente agresivo, es idóneo para:

- fábricas químicas, zonas industriales y almacenes con materiales agresivos.
- estaciones de servicio, garajes y depósitos de vehículos.
- áreas de carga y descarga



prevención de contaminación por pérdida de carga.

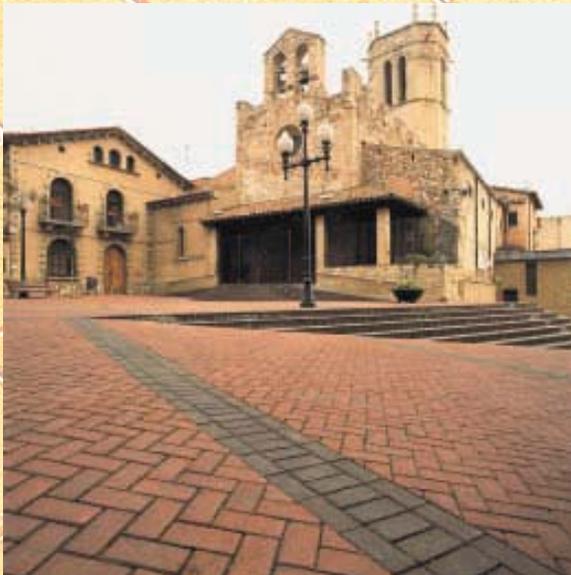
posibilidad de reparaciones.

limpieza de vehículos.

- industrias agrícolas.

4.5. Otras aplicaciones:

- protección de taludes.
- edificios (sobre forjados y cubiertas planas).
- pistas de bicicletas (y carriles bici).
- **áreas arquitectónicas.**



Observaciones generales:

El **diseño** de cualquier pavimentación urbana requiere un **análisis detallado** del espacio urbano a considerar y también del entorno donde se realiza su intervención.

La **belleza** y la **estabilidad permanente** de las áreas pavimentadas dependen fundamentalmente de:

- una adecuada planificación.
- la colocación.
- la **calidad** de los materiales empleados.

5.1.- CRITERIOS ESTÉTICOS.

Considerando los aspectos estéticos del **adoquín cerámico**, se disponen de una gran variedad de elementos y recursos con los que conseguir que el espacio proyectado adquiera la funcionalidad para la que ha sido diseñada, entre ellos:

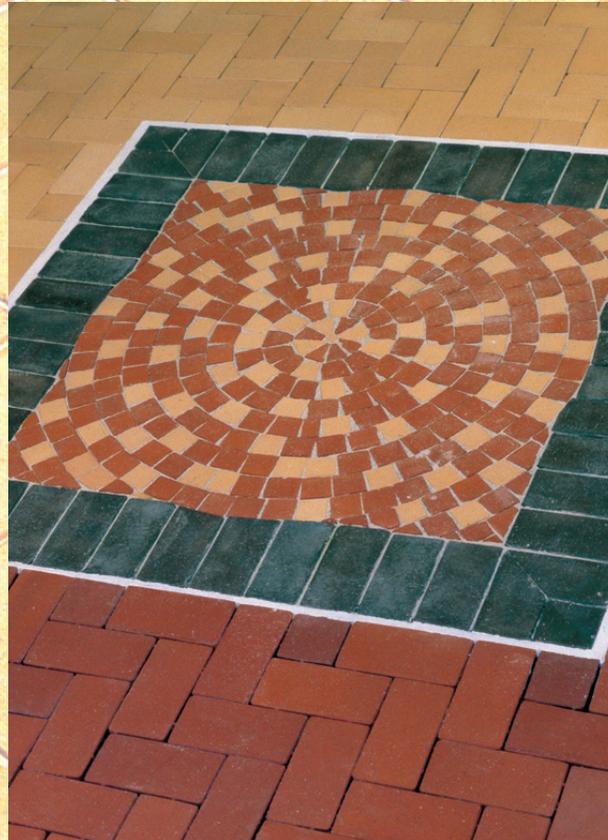
- **Variedad** de colores.
- Escala y secuencia de las diversas franjas pavimentadas (aparcamientos, pasos de cebra, carriles de circulación, etc.).



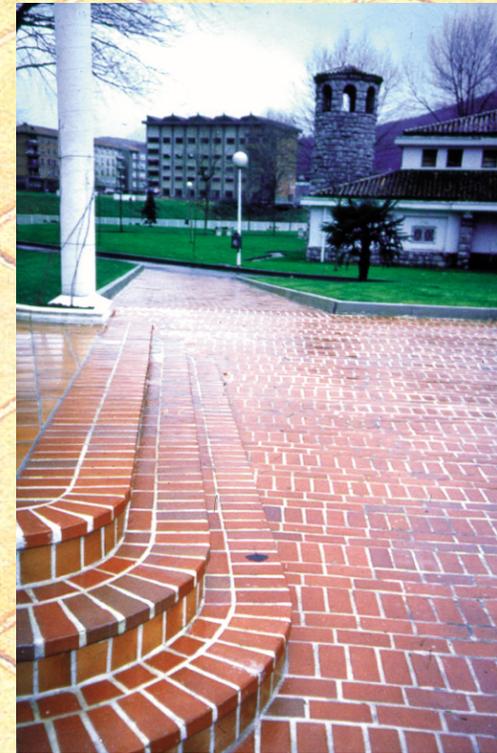
- Tratamiento de los bordes perimetrales y entre los distintos espacios con bordillos, alcorques, etc.



- Caracterización geométrica del espacio: aparejos, dibujos, etc.



- Cambios de rasante mediante rampas o escaleras.

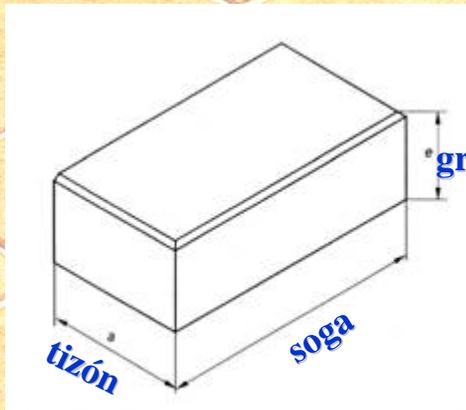


El pavimento con **adoquín cerámico** tiene grandes posibilidades expresivas:

- líneas o bandas de separación de espacios y usos.
- trama elegida.
- disposición en planta de los adoquines cerámicos (aparejo).
- motivos o dibujos.

La **geometría** en el diseño de espacios (exteriores e interiores) es uno de los **grandes recursos** para la adecuación de superficies pavimentadas con **adoquín cerámico**.

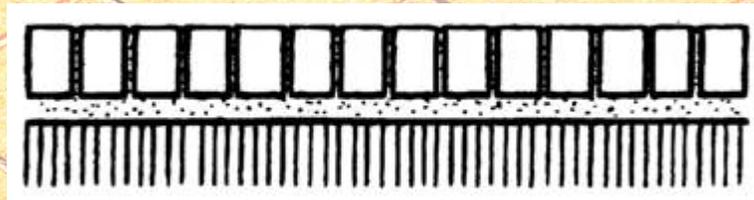
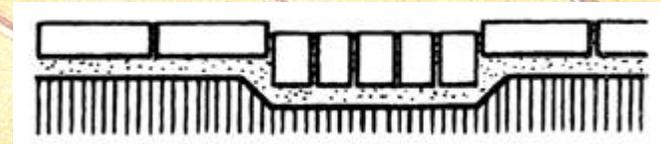
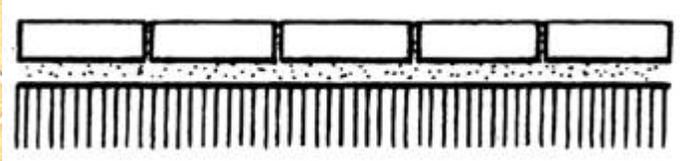
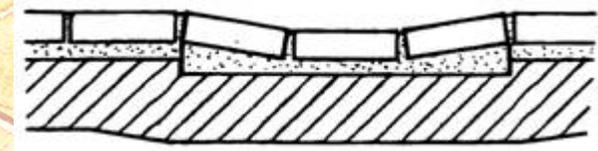
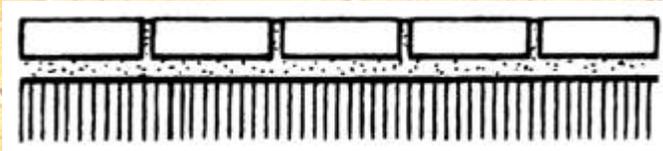
Esquema de la forma y dimensiones del **adoquín cerámico**:



arista mayor (soga)	→	200 mm
arista media (tizón)	→	100 mm
espesor (grueso - canto)	→	50 mm

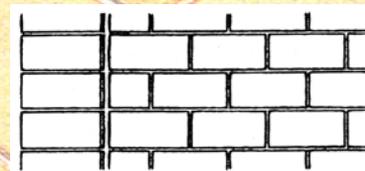
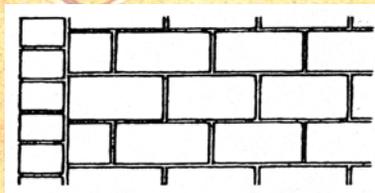
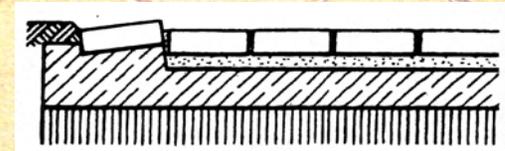
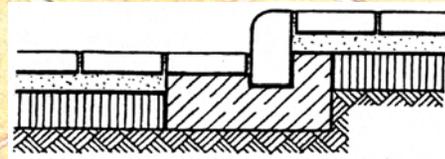
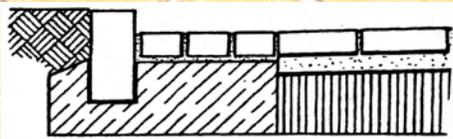
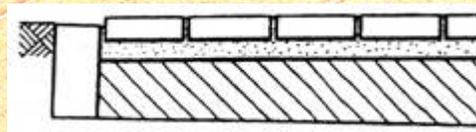
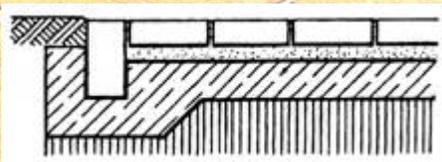
FORMAS DE COLOCACIÓN

De canto (con la sogá hacia arriba), tumbados, alternados.

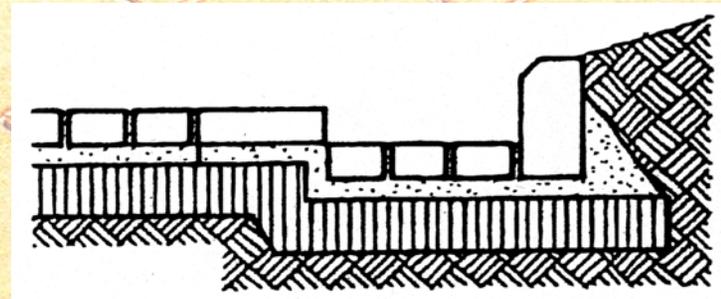
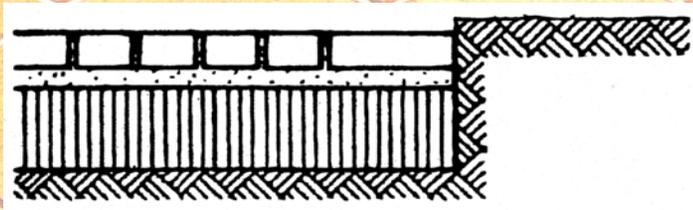
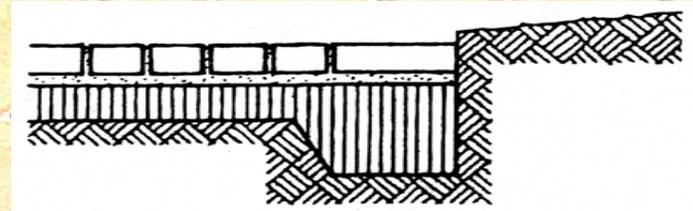
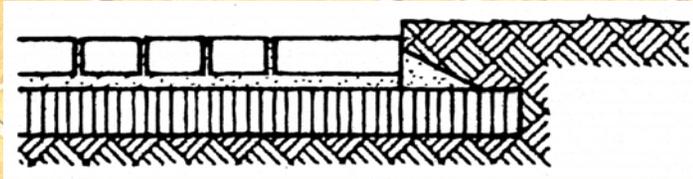


FORMACIÓN DE BORDES

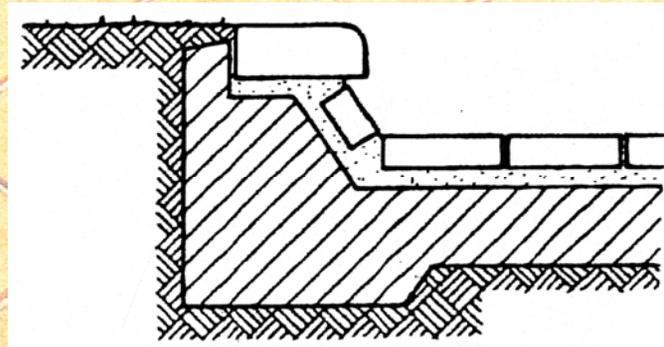
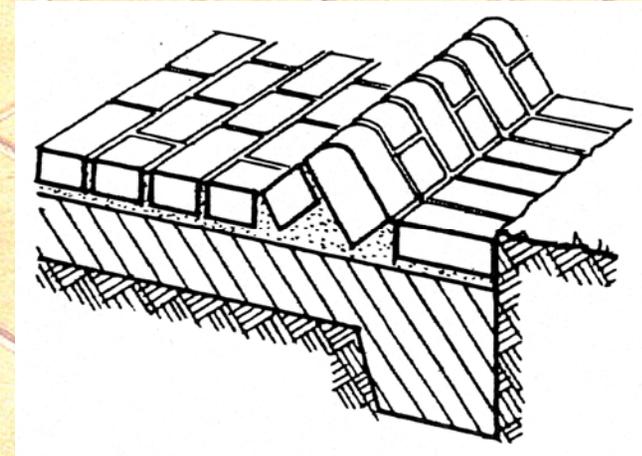
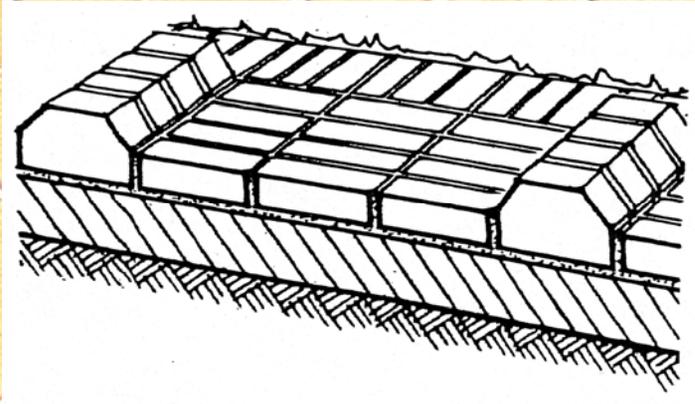
Los **bordes** tienen que **garantizar el anclaje** del pavimento contra deslizamientos laterales. En la mayoría de los casos los bordes se colocan sobre cimentación de hormigón.



Ejemplos de anclajes de bordes de superficies pavimentadas con adoquín cerámico para una reducida sobrecarga de empuje:



Formas especiales para construcciones de bordes:

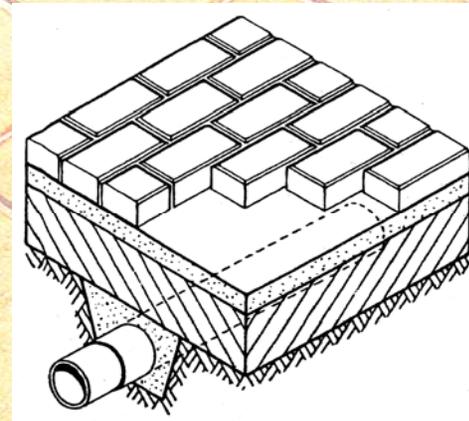
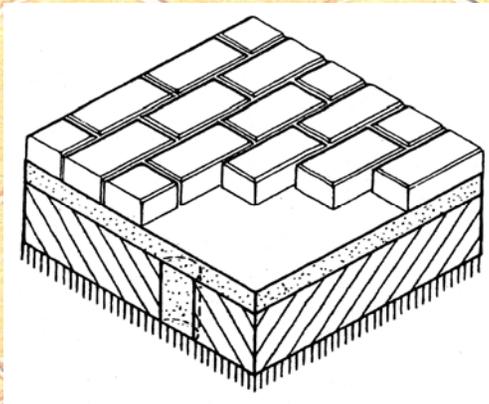


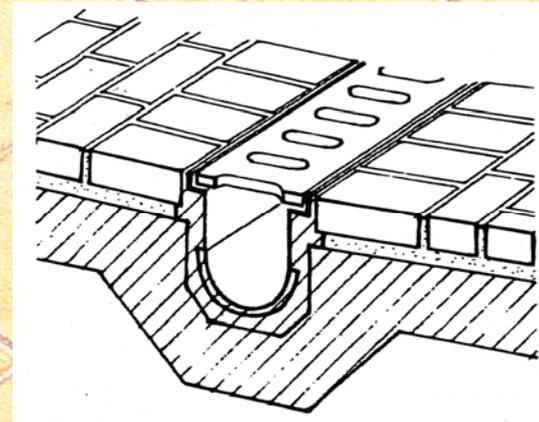
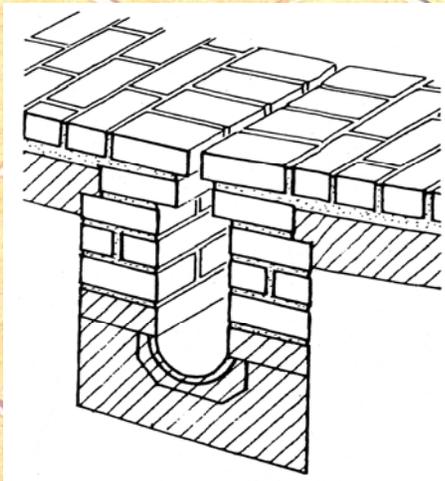
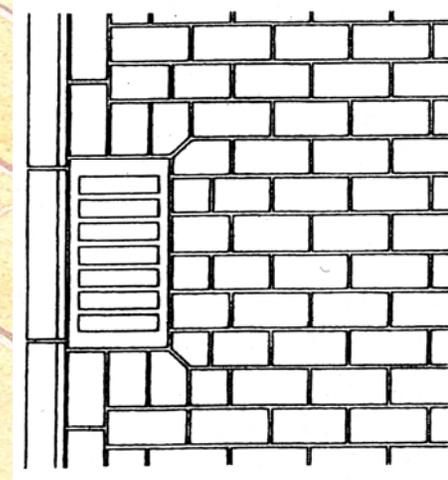
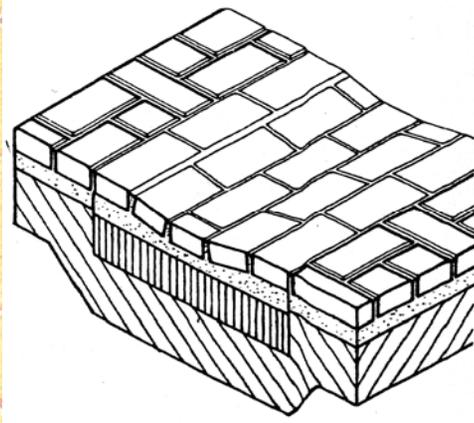
DESAGÜES DE SUPERFICIES PAVIMENTADAS

El adoquinado cerámico en **pavimentación flexible** es una capa apta para filtraciones



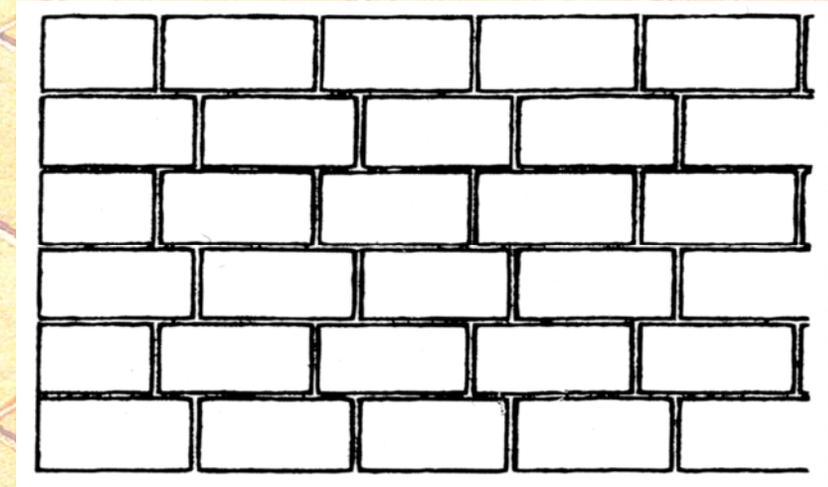
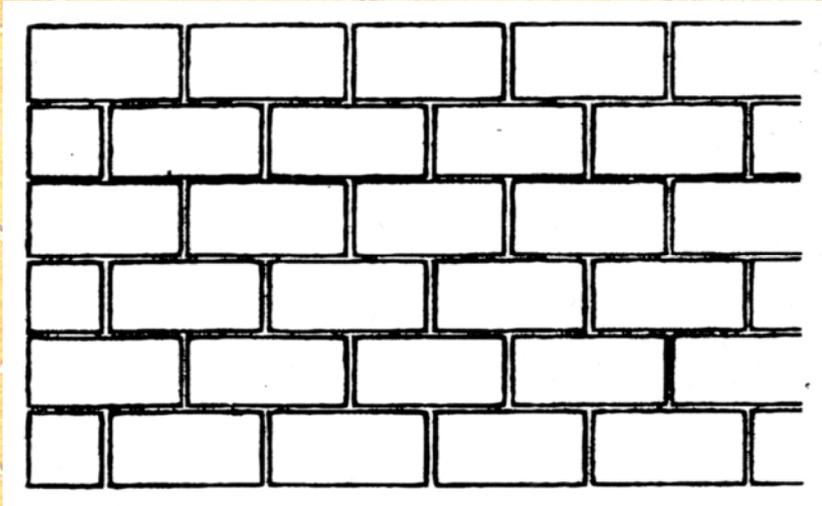
una parte del agua de lluvia va al suelo y se carga menos el canal
(esto es **importante** desde el punto de vista **ecológico**).



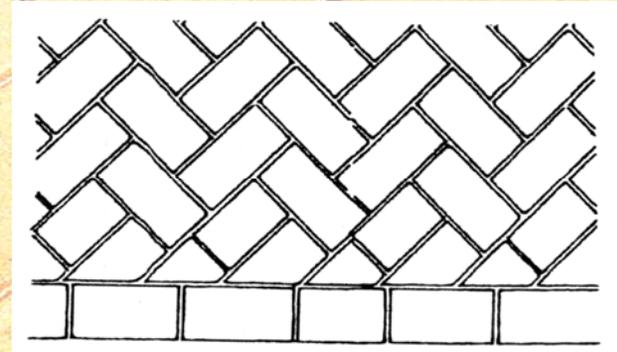
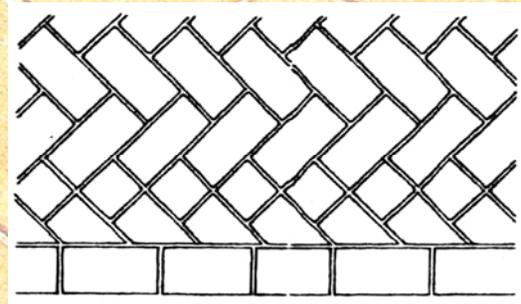
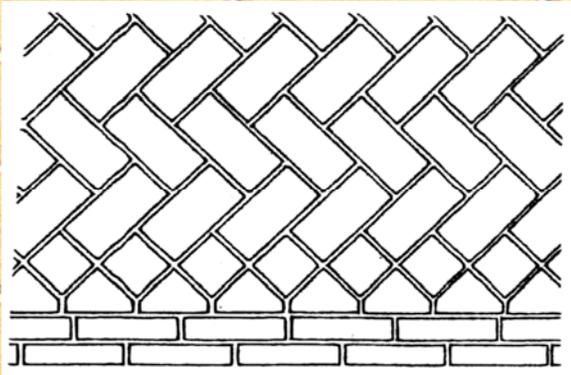
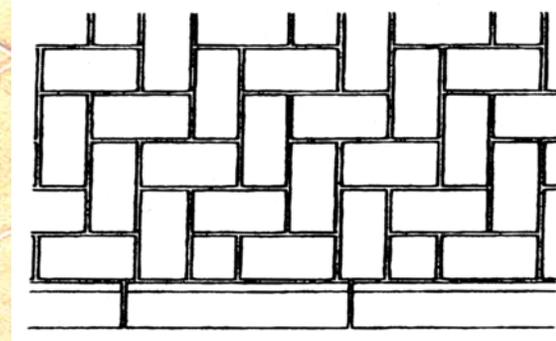
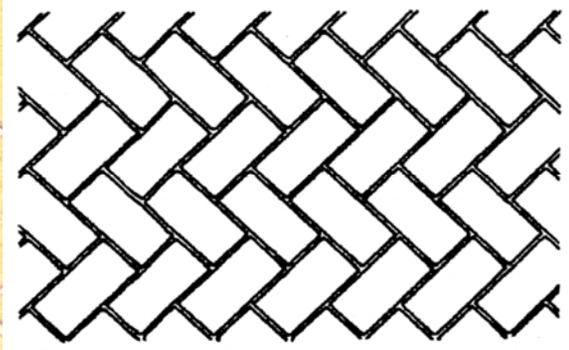


FORMACIONES DE PAVIMENTOS. TIPOS DE APAREJO.

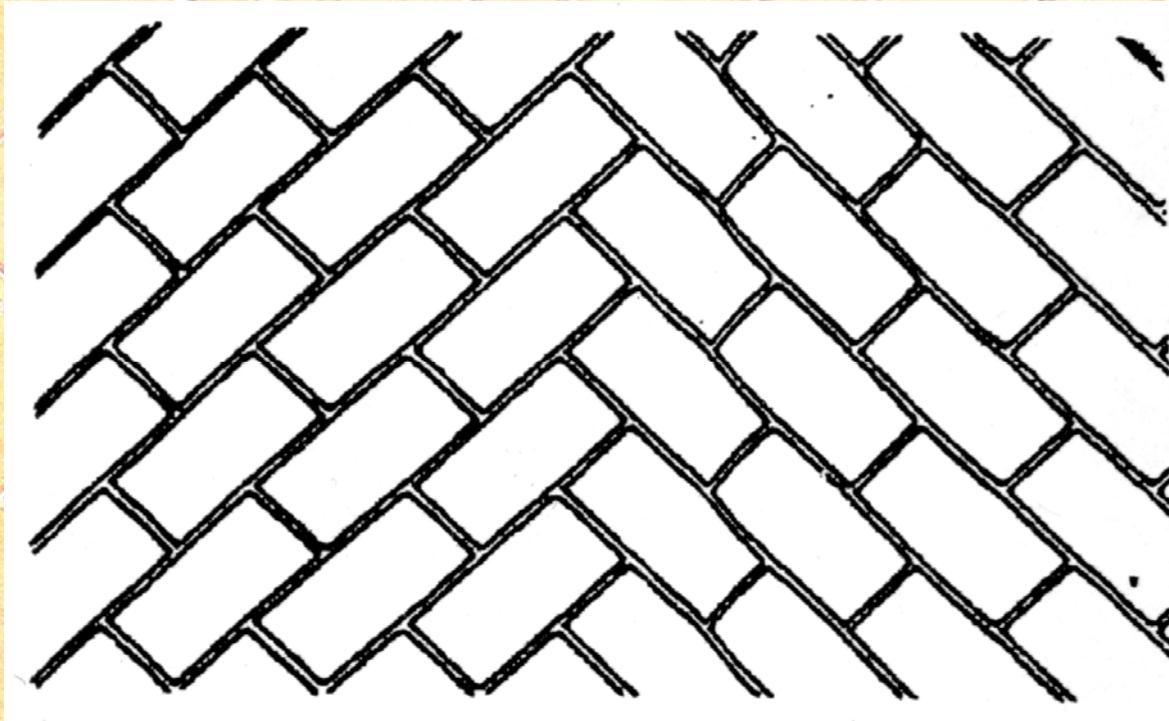
Formación en hilera:



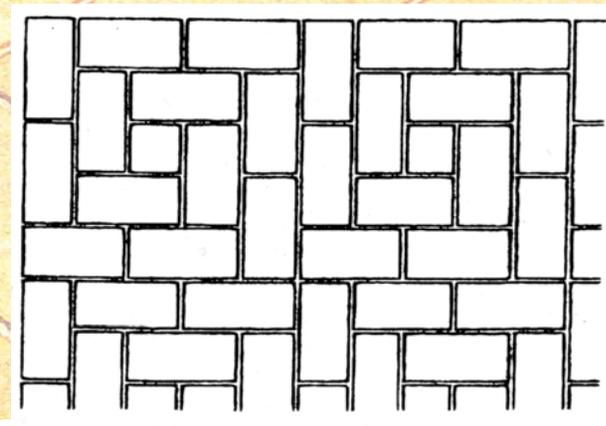
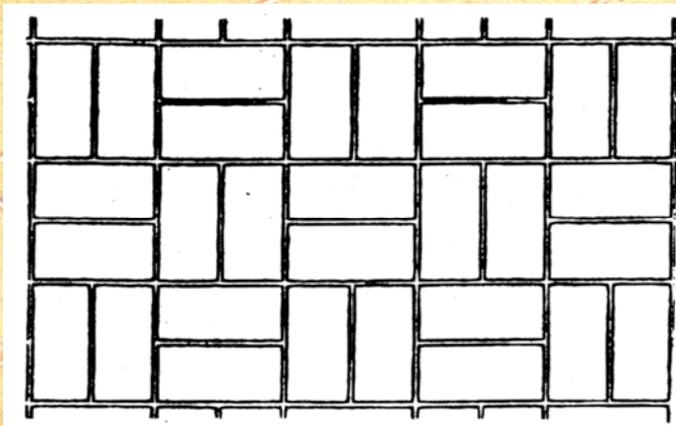
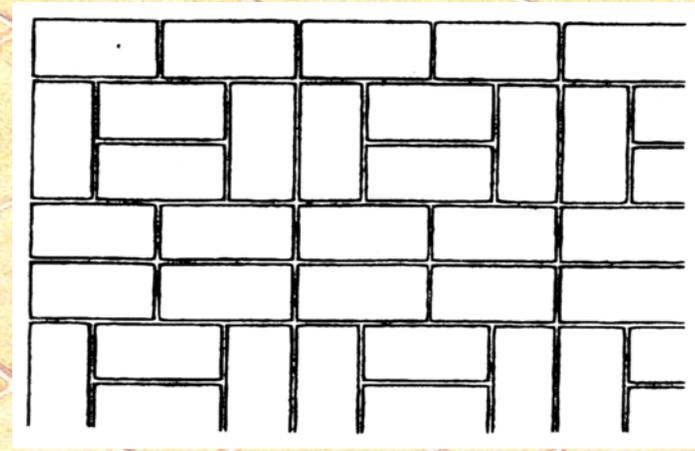
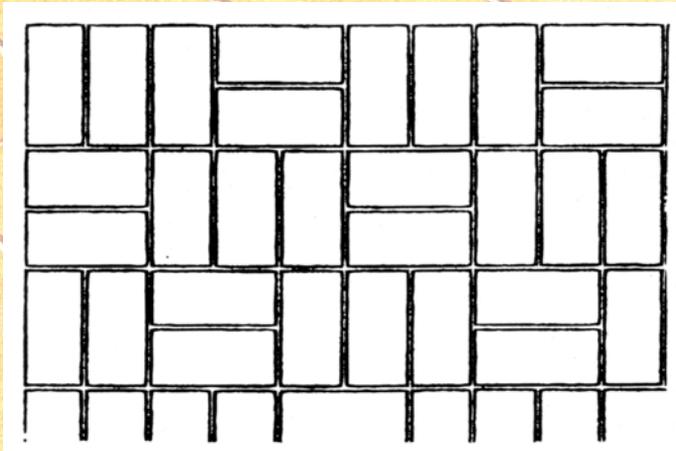
Formación en espina de pez:



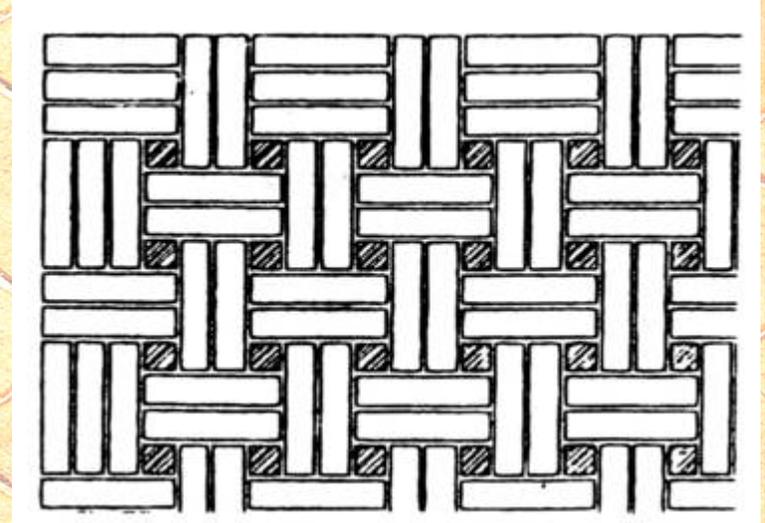
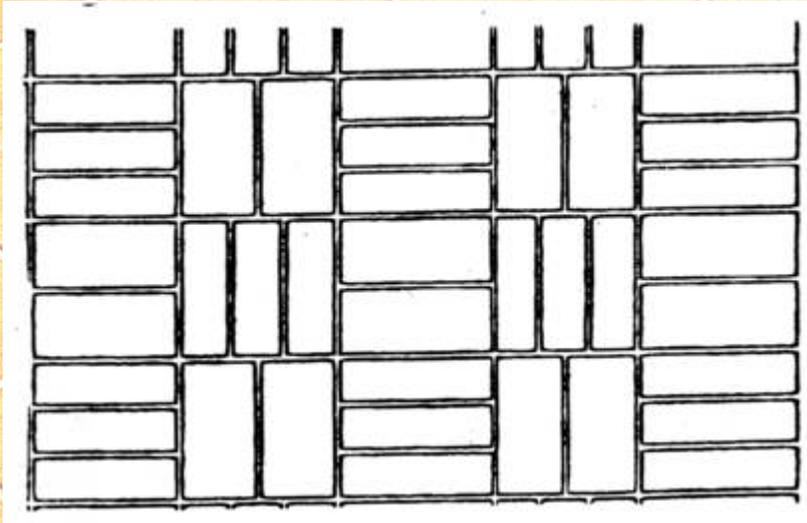
Formación en diagonal:



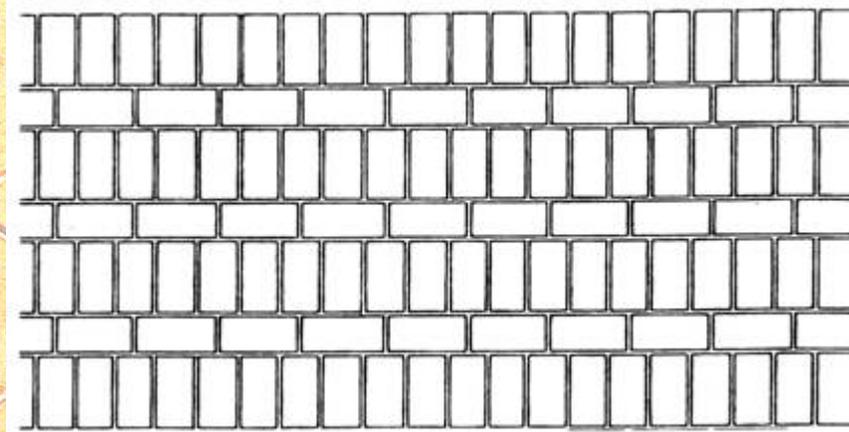
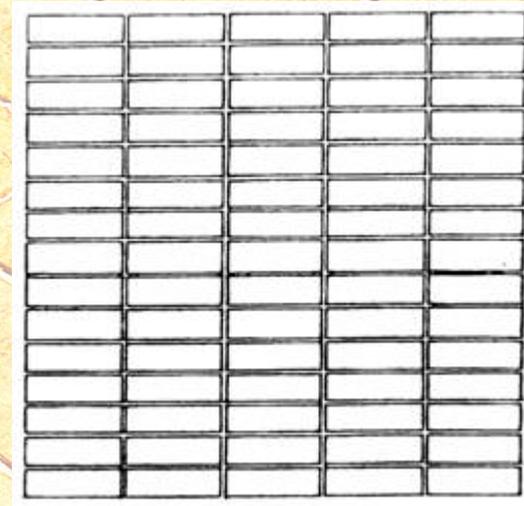
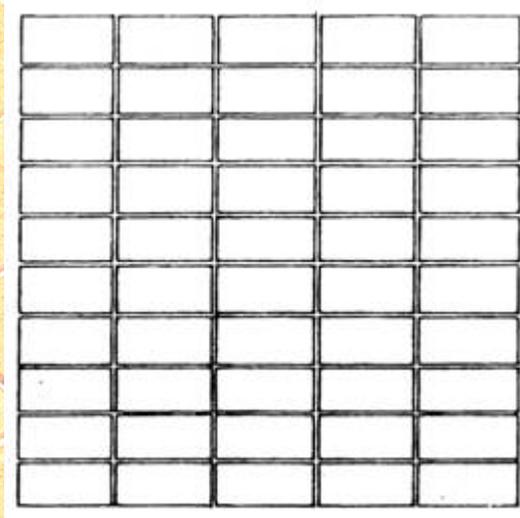
Formación en bloques o parque:



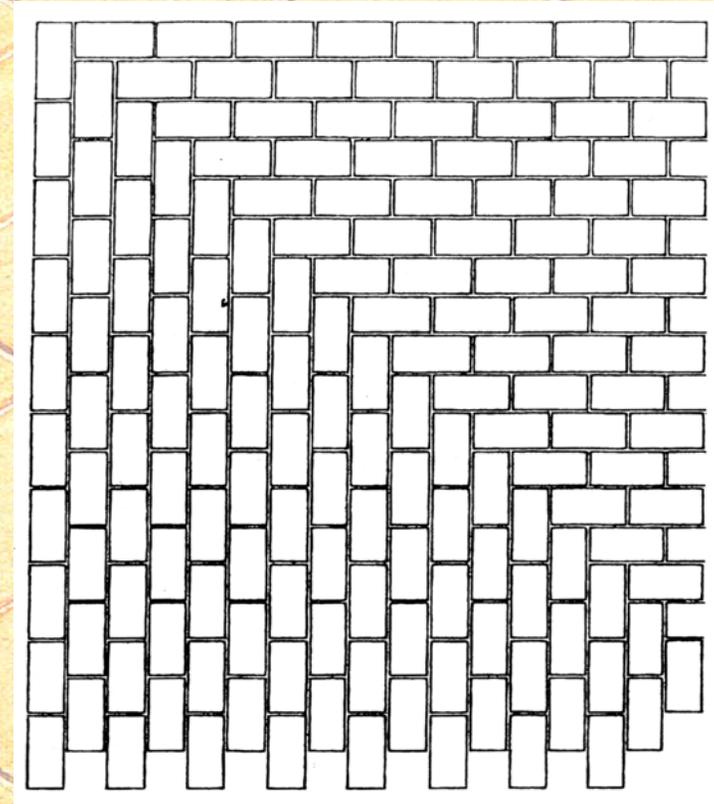
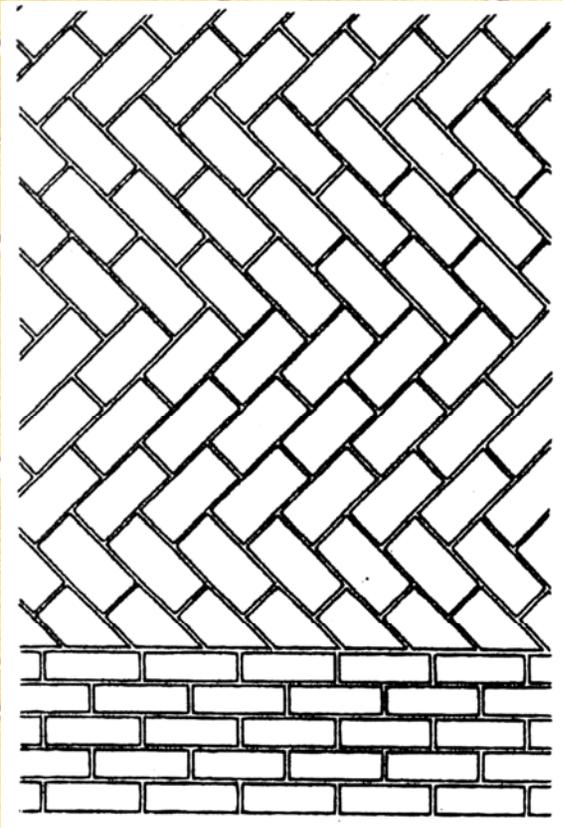
Formación en bloques o parqueté:



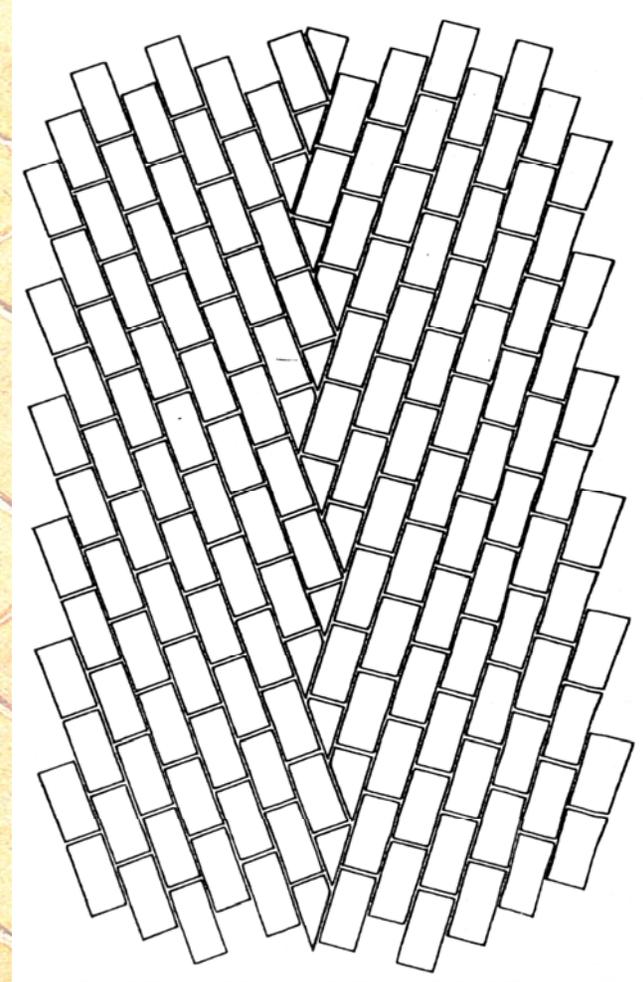
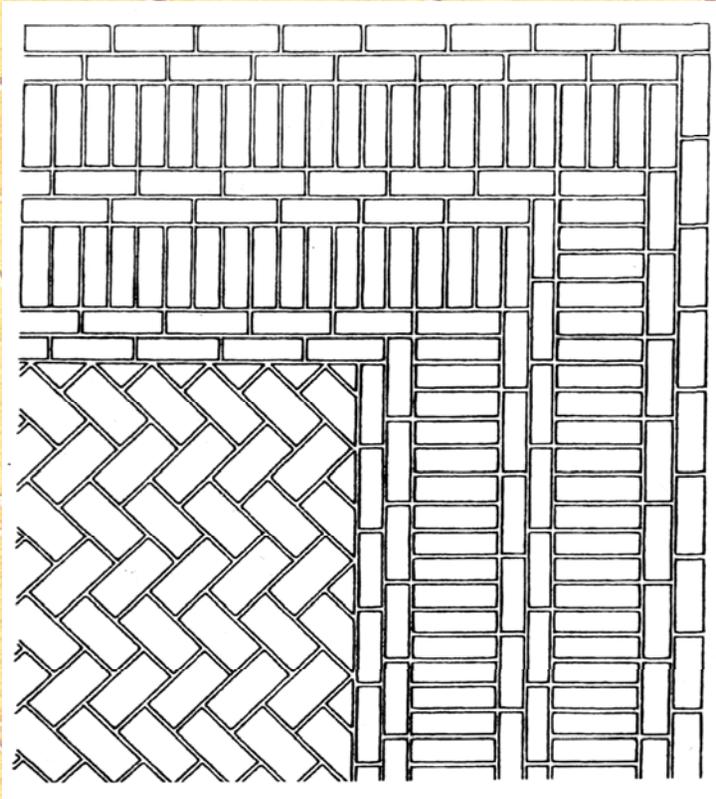
Muestra lineal de colocación:



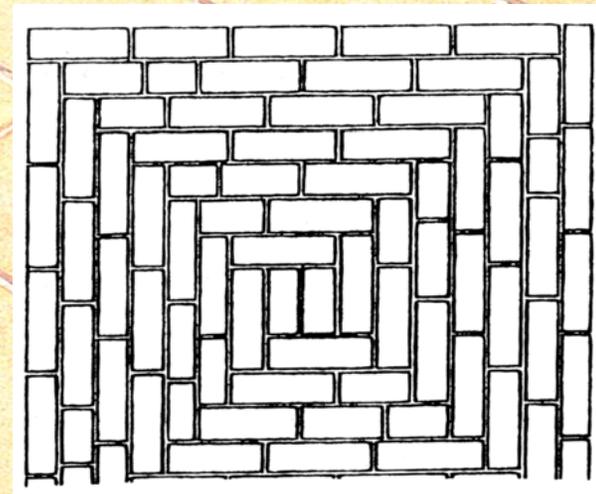
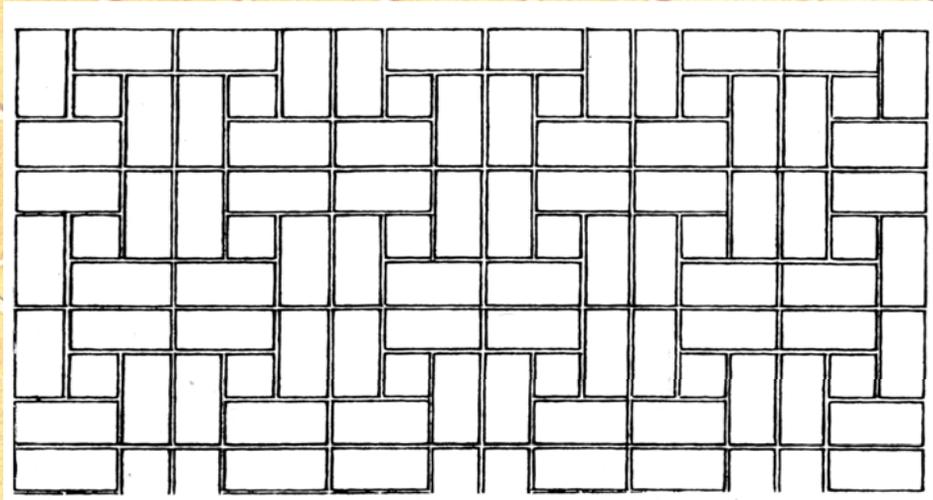
Ejemplos de configuración para diferentes tipos de colocación:

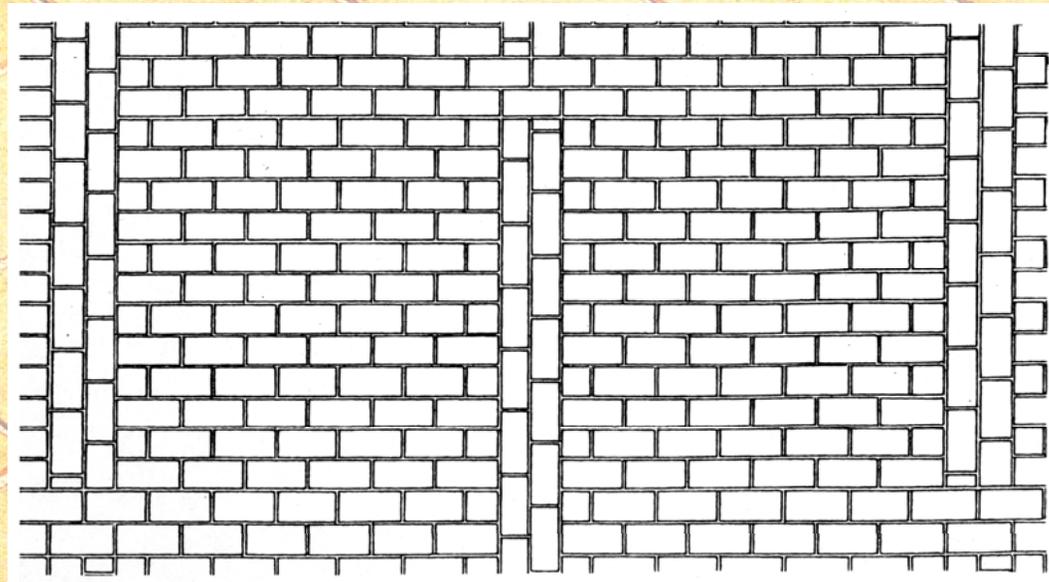
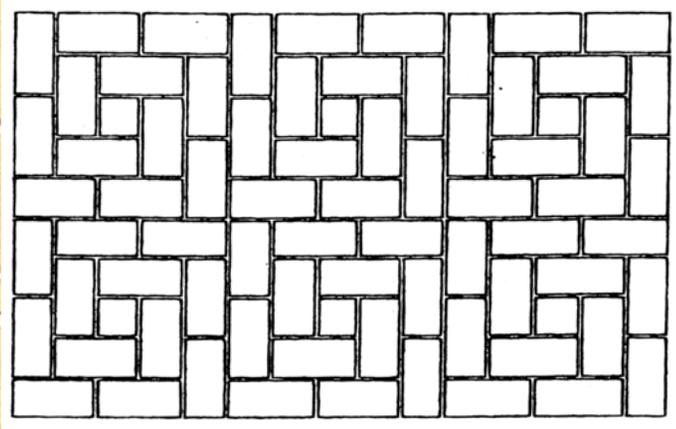


5.2. CONFIGURACIÓN DE SUPERFICIES

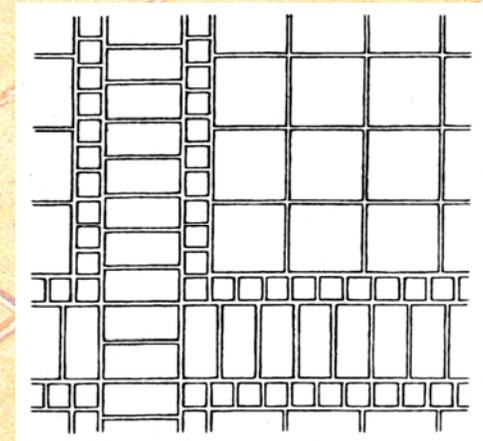
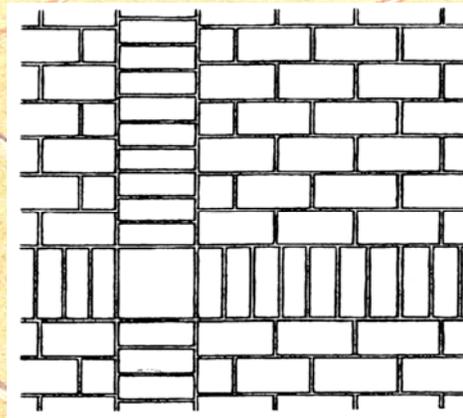
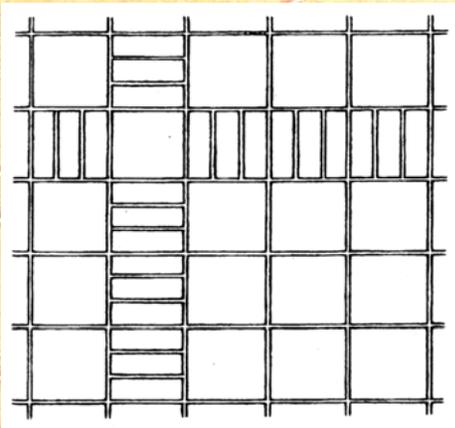
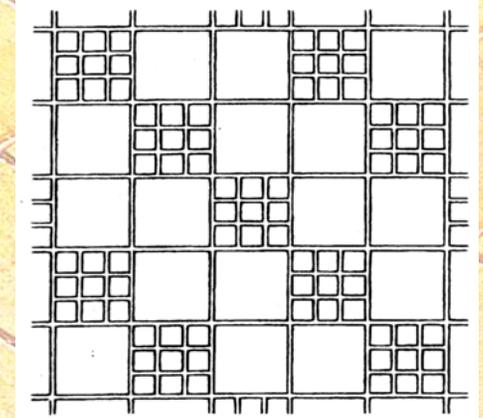
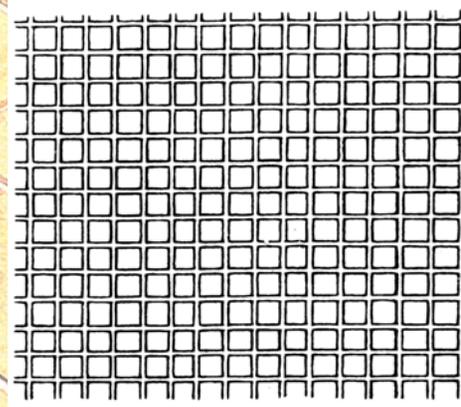
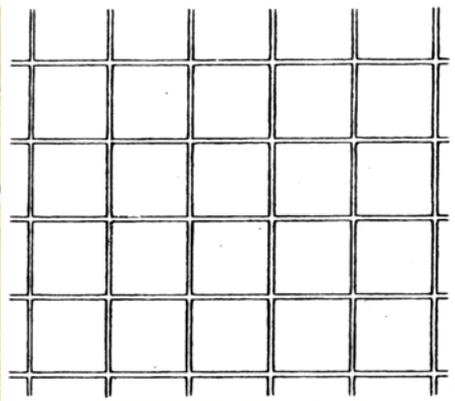


5.2. CONFIGURACIÓN DE SUPERFICIES

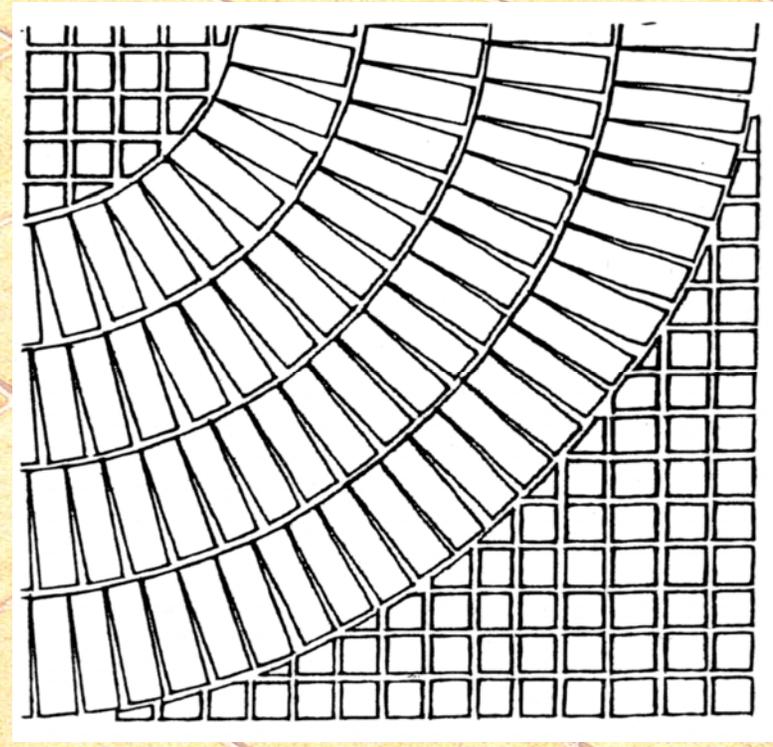
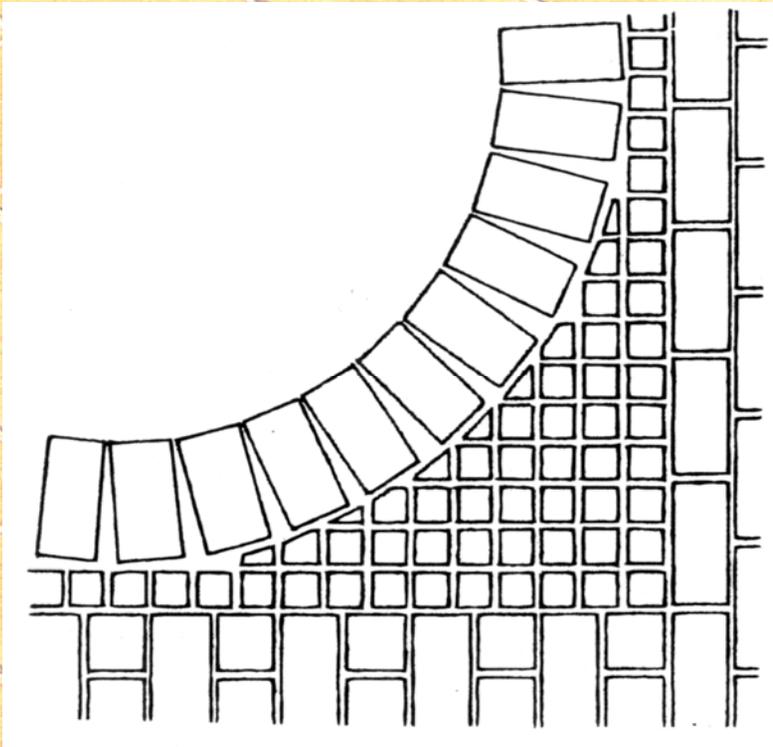




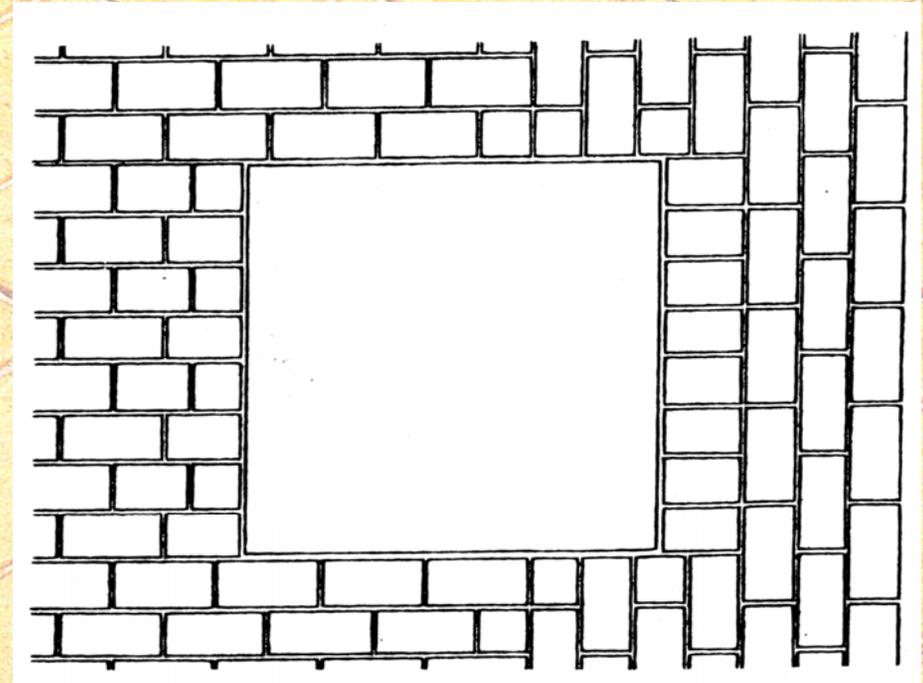
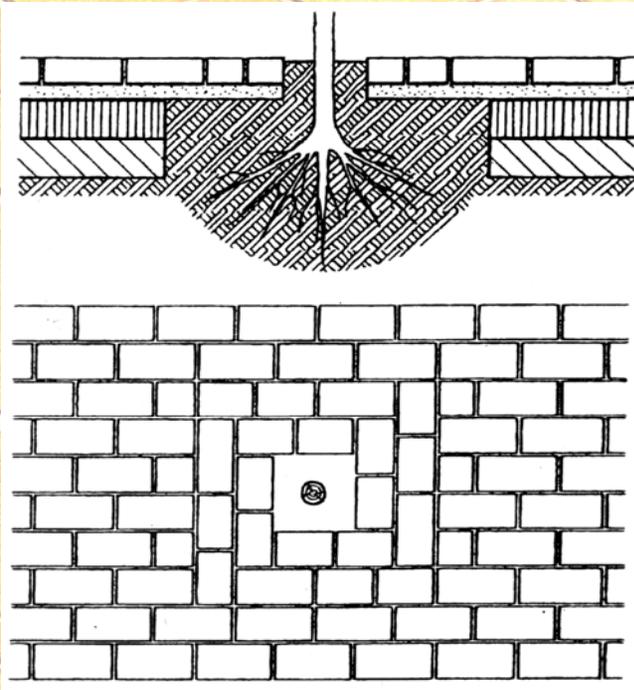
Ejemplos de configuración empleando formatos cuadrados de adoquín cerámico y pavimento de mosaico:



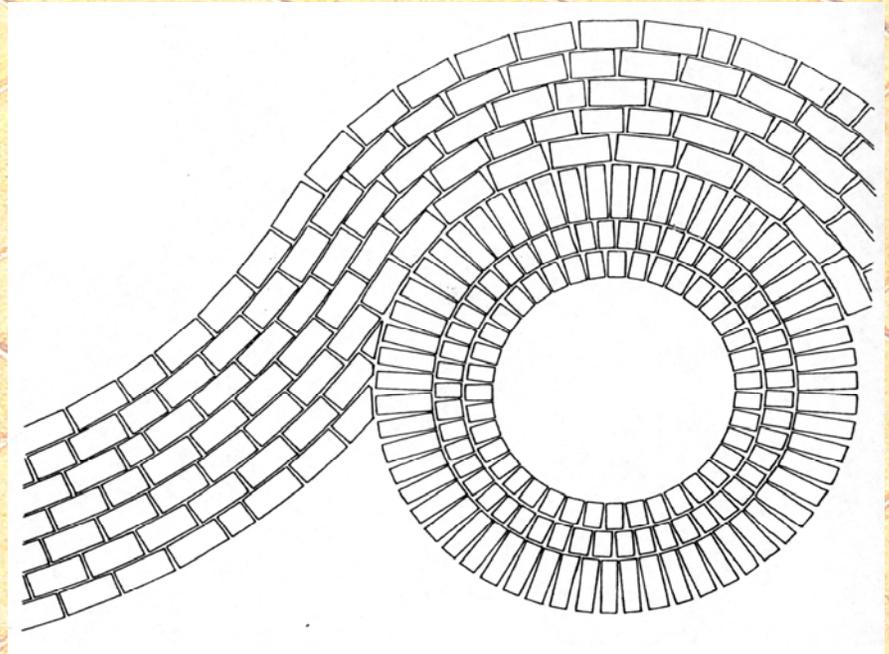
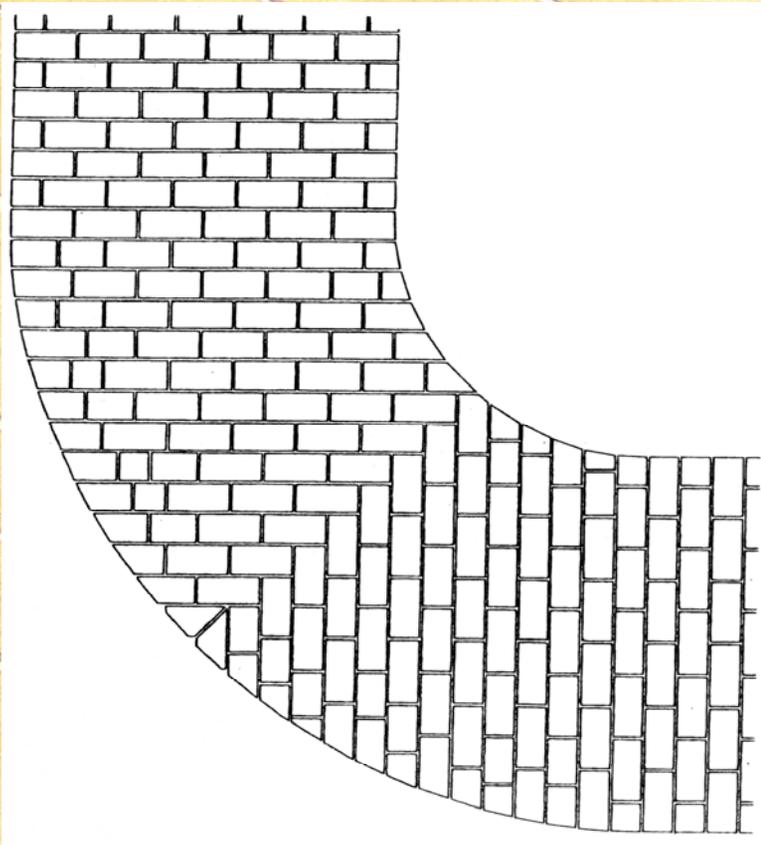
5.2. CONFIGURACIÓN DE SUPERFICIES



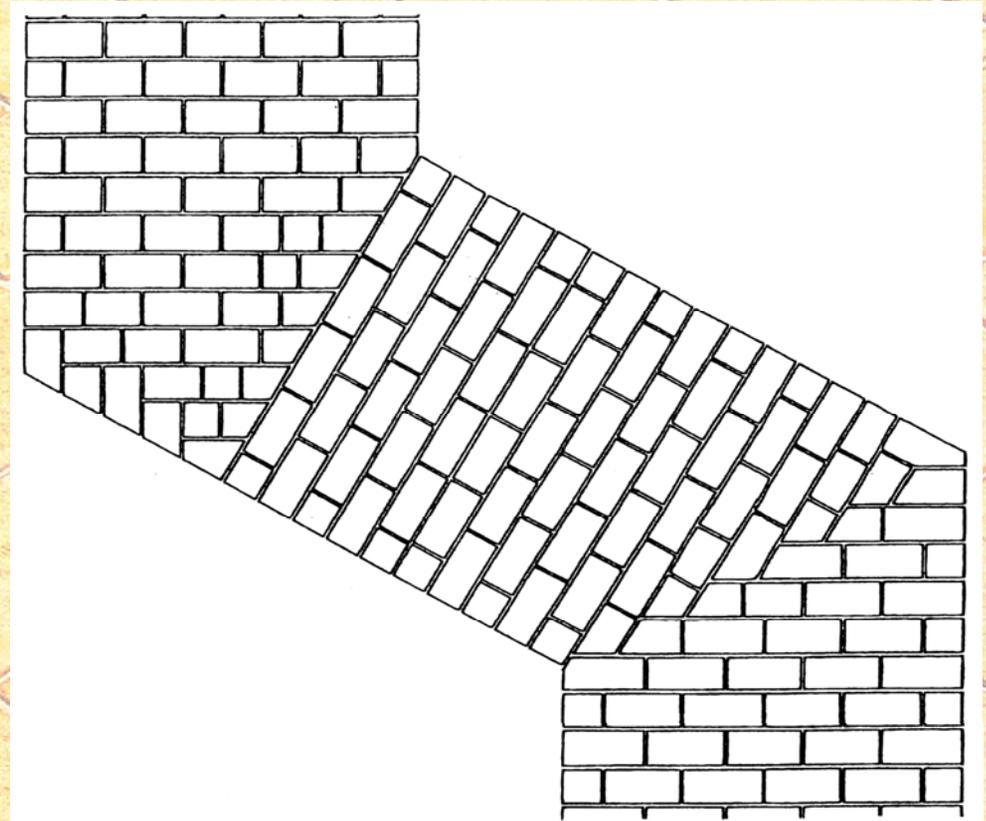
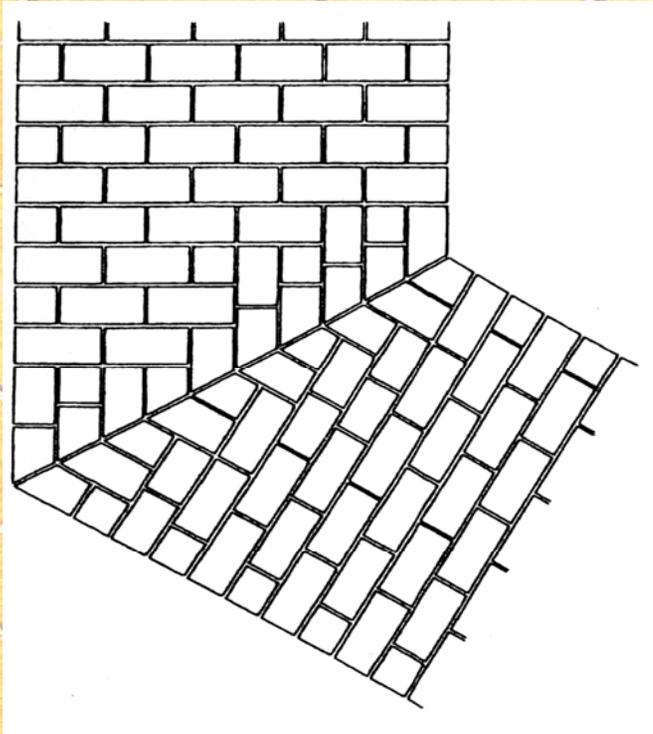
Empalmes de adoquinados a alcorques, tapas de arquetas (canaletas):

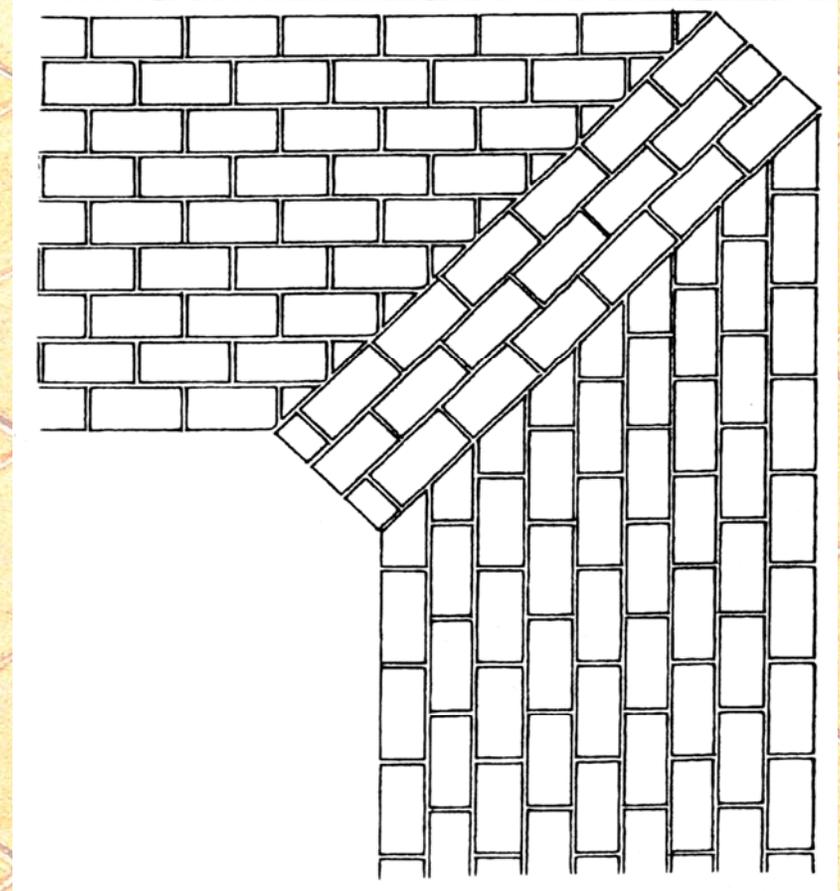
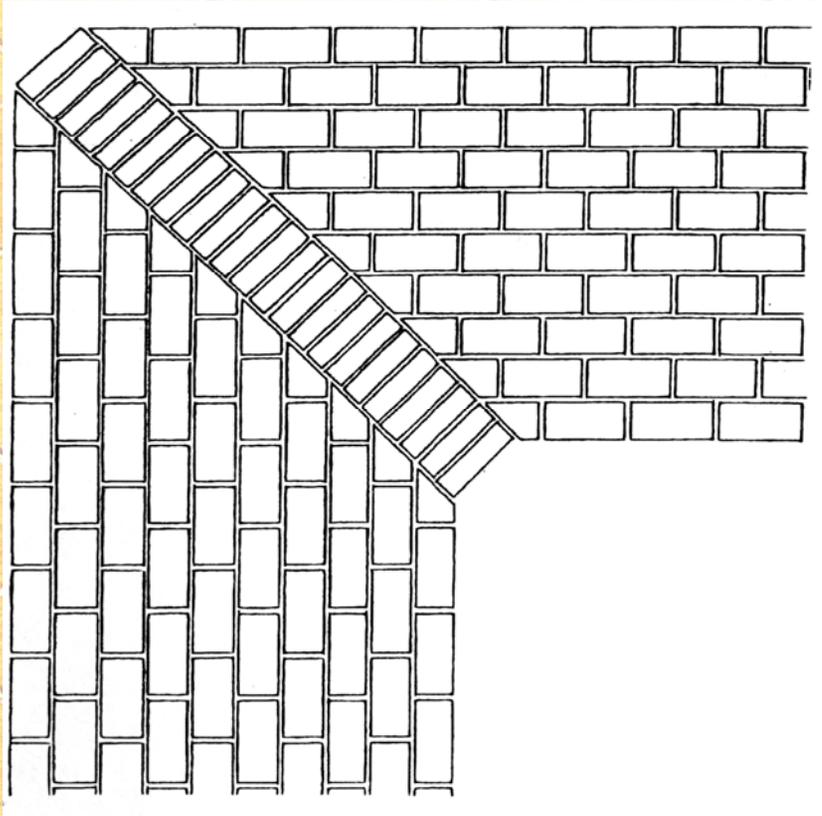


Arcos y formas circulares:

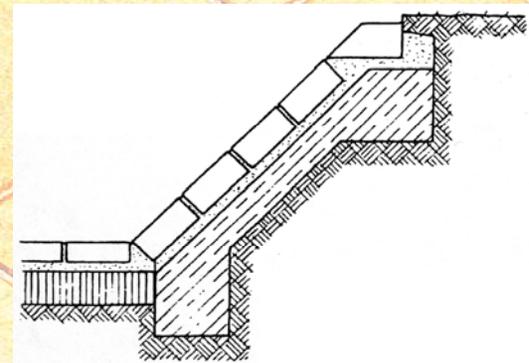
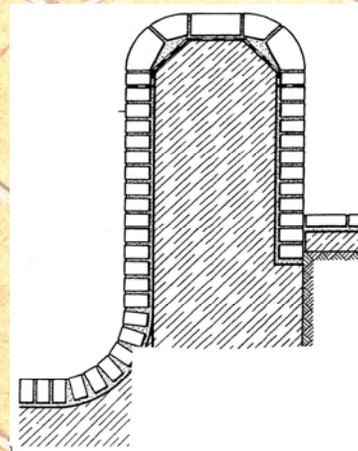
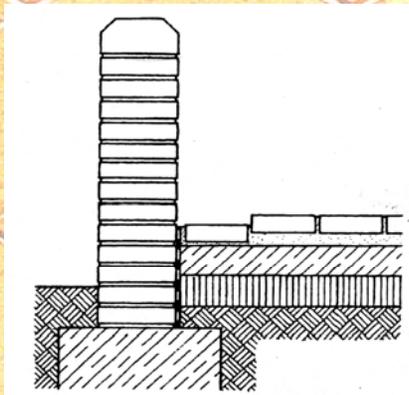
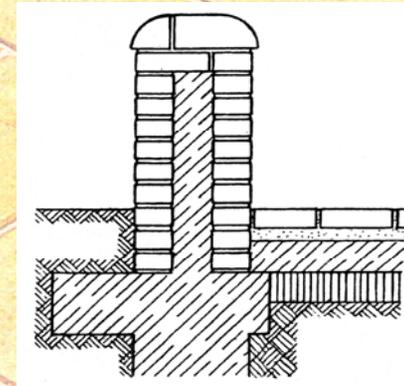
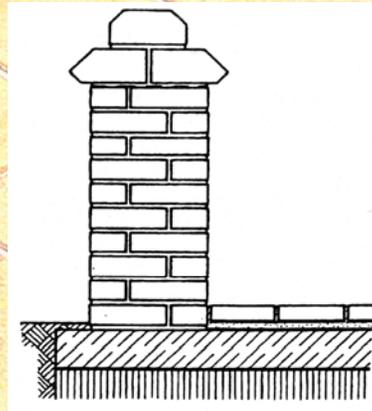
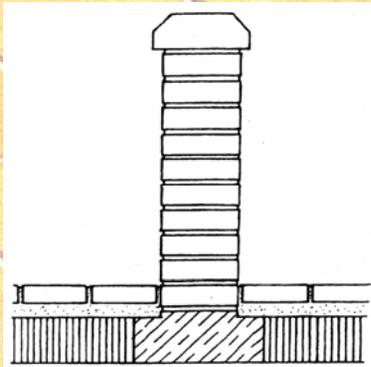


Esquinas pavimentadas de viales:





Coronación en muros con visera y en muros sin saliente:



Por cualidades **estéticas**

y

por **relación coste inicial / vida útil del pavimento**



Pavimento con

Adoquín Cerámico

Los **pavimentos con adoquín cerámico** son especialmente **idóneos**, frente a otras soluciones y/o materiales de construcción, en estas situaciones y usos:

- 1.- Cuando la **durabilidad y permanencia del color** sea un requisito básico del proyecto
- 2.- Cuando exista o pueda existir alguno de estos condicionantes para el tráfico: elevada intensidad, concentraciones de carga pesada, etc.
- 3.- Cuando el **mantenimiento** que se requiera sea **mínimo**, por ejemplo, en zonas y caminos rurales.

- 4.- Cuando se requiera un **acceso fácil y rápido** a los servicios urbanos situados debajo del pavimento.
- 5.- Cuando se precise soportar **condiciones climatológicas adversas**.
- 6.- Cuando se pretenda que el pavimento constituya una solución definitiva **a largo plazo**.
- 7.- Cuando se requiera que **no exista tiempo de espera** en la ejecución debido a condicionantes climatológicos, y/o se requiera la inmediatez en el uso del pavimento después de la ejecución.

Criterios funcionales que pueden condicionar la elección, tanto del **tipo de aparejo** a utilizar como en el **tipo de pavimentación** (flexible o rígida) a emplear:

1.- TIPOS DE APAREJO.

En pavimentos adoquinados sometidos a tráfico:

- Las deformaciones más pequeñas corresponden a los pavimentos dispuestos en espina de pez.
- Las mayores deformaciones corresponden a formaciones en hilera.
- En pavimentos que resisten cargas de giro es mejor la colocación en espina de pez.

CONCLUSIÓN: La disposición en espina de pez es la idónea para áreas sometidas a tráfico rodado.

2.- TIPOS DE PAVIMENTOS.VENTAJAS.

Los **adoquinados cerámicos** colocados como **pavimento rígido** son aconsejables en:

- pavimentos con **pendiente superior al 9%**.
- zonas donde se prevean **proyecciones continuadas de agua**.
- cuando el prescriptor busque el **efecto de llaga ancha**, o lo requieran otros condicionantes del proyecto

Fuera de estos casos, se **recomienda** la solución de **pavimento flexible con adoquín cerámico** por las siguientes razones:

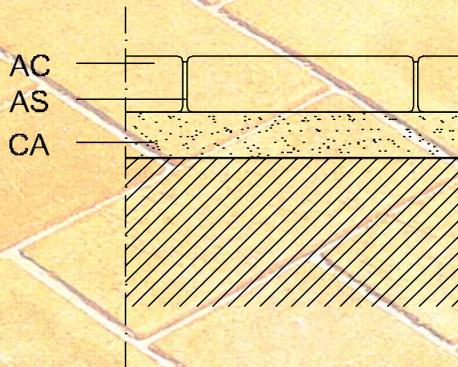
- la utilización de arena supone una **disminución** de costos.
- no es necesario realizar juntas de dilatación → **mejora** el aspecto estético y da mayor libertad de diseño.

5.3. CRITERIOS FUNCIONALES



- total **garantía** de pavimentación de viales que soporten tráfico de vehículos pesados.
- facilita cualquier tipo de reforma y reparación en las redes de servicio del subsuelo  **ahorro** económico y **evita** los habituales “**parches**” que se producen en otros pavimentos.
- la puesta en servicio de estos pavimentos es inmediata.

PAVIMENTO FLEXIBLE



siendo:

AC: Adoquín Cerámico

AS: Arena de Sellado

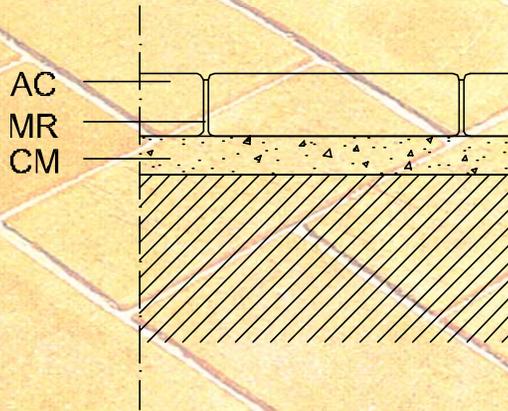
CA: Capa o cama de arena

La **cama de arena** es colocada sobre la base ya ejecutada del firme, siendo aconsejable la ejecución con arena natural bien lavada. La granulometría estará comprendida entre 5 y 0,4 mm, no debiendo existir más de un 10% de material que exceda o esté por debajo de estos márgenes. En general las arenas naturales gruesas dan buenos resultados. El material no contendrá más de un 3% de arcillas y limos y estará exento de materias extrañas y sales perjudiciales.

Una vez colocados los adoquines cerámicos y vibrado el pavimento, el **espesor** de esta **capa** estará comprendido **entre 3 y 5 cm**, debiendo ser toda la capa de arena de espesor uniforme.

La **arena de sellado** será arena natural, fina, seca y de granulometría comprendida entre 0 y 2 mm, exenta de sales solubles perjudiciales. La **junta** ideal entre adoquines cerámicos estará comprendida **entre 3 y 5 mm** y no se colocarán en ningún caso piezas a tope.

PAVIMENTO RÍGIDO



siendo:

AC: Adoquín Cerámico

MR: Mortero de relleno

CM: Capa de mortero

Se recomienda para la **capa de mortero** el empleo de un mortero M-15 (con dosificaciones 1:3, o bien 1:1/4:3 si se quiere adicionar cal), con consistencia dura y **espesores** de capa de unos **3 cm**.

El **mortero de relleno** será de igual dosificación que el usado para el asiento de los adoquines cerámicos para pavimentos rígidos, pero con consistencia blanda o fluida. En pavimentos rígidos se recomienda separar los adoquines por una **junta de mortero de entre 6 y 10 mm**.

MANTENIMIENTO

En pavimentación con adoquín cerámico



Muy bajo mantenimiento

Gran superficie durante décadas

Las tareas de **conservación** se limitan únicamente al **relleno de juntas** con arena de sellado cada cierto tiempo.

No obstante, durante la exposición y la **vida útil** da lugar a posibles **apariciones de suciedades y manchas**, como por ejemplo:

Residuos y manchas de mortero, alquitrán, emulsiones asfálticas, óxido de hierro, manchas de arcilla, humo, pintura, chicles, aceite, hongos y musgo, rodadas de neumáticos, graffitis, manchas de agua en contacto con madera, etc.

MANTENIMIENTO

2 puntos fundamentales en los procedimientos de limpieza:

- 1) Siempre que se utilice un producto químico, lavar abundantemente con agua limpia antes y después del tratamiento, así como canalizar el agua sucia de forma que no alcance otras partes de la obra.
- 2) Utilizando una técnica incorrecta para la eliminación de cualquier tipo de mancha puede producirse un daño permanente, en consecuencia cualquier propuesta de método de limpieza debe ensayarse en una pequeña zona discreta, esperar al menos una semana y después juzgar los resultados.

REUTILIZACIÓN

Reutilización de los adoquines cerámicos
en pavimentación flexible



Ahorro económico
(material y tiempos de
reparación)

Para controlar el número total de zanjas y reducir los problemas que causan



Nuevas Ordenanzas de Obras en la Vía pública (sanciones por no pavimentar
adecuadamente o por incumplimiento de plazos)

REUTILIZACIÓN

Pasos en el procedimiento de apertura y rehabilitación del pavimento:

- 1º.- **Quitar** la máxima cantidad de **arena** posible de las **juntas**, empleando una paleta u otra herramienta adecuada.
- 2º.- **Levantar** el **primer adoquín** cerámico usando palancas adecuadas.
- 3º.- Los **restantes** adoquines cerámicos se levantan **con menores problemas** (sin trabazón), usando una pata de cabra u otra herramienta adecuada, hasta el levantamiento de toda la superficie necesaria para poder realizar las operaciones de reparación del subsuelo.
- 4º.- **Limpieza** con cepillo de alambres de los adoquines cerámicos levantados y **apilamiento** al lado de la zanja para su posterior recolocación.
- 5º.- **Excavación** de las siguientes capas y **reparación, mantenimiento o instalación** de los servicios urbanos correspondientes.
- 6º.- **Reposición y compactación**, si fuese necesario, de las capas inferiores del firme y, **extensión y nivelación** de la capa de arena del adoquinado cerámico.
- 7º.- **Recolocación de los adoquines cerámicos**, anteriormente levantados y limpiados, ajustados con martillo de goma.
- 8º.- **Llenado** de juntas y compactado.



GRACIAS POR SU ATENCIÓN

HISPALYT – SECCIÓN ADOQUINES

www.adoquin.es