



BLOQUES

Los adoquines como pavimentos permeables

TRADICIONALMENTE se piensa que los suelos arenosos tienen una muy alta capacidad de filtración en tanto los suelos arcillosos son muy impermeables, por lo cual, en muchas ocasiones, la decisión de usar adoquines para pavimentos se toma en función de la capacidad de filtración del suelo subyacente.

Sin embargo, esta idea preconcebida se rompe continuamente en Gainesville, una ciudad de 25 mil habitantes que se ubica a las orillas del Lago Lanier en el noreste de Georgia, en Estados Unidos, pues ahí es una práctica común el utilizar adoquines para pavimentos permeables sobre un suelo arcilloso.

En el Centro Robson, ubicado en la ciudad mencionada, se diseñó en su estacionamiento un pavimento y las instalaciones necesarias para retener, filtrar y dar tratamiento a los escurrimientos causados por las lluvias torrenciales típicas de la época.

Conocido antes como el Edificio Southern Heritage, el citado estacionamiento, de 760 m², representa uno de los primeros pavimentos de su tipo en la región.

La capa de la base o "base del embalse" está hecha de roca de granito triturado no. 57, (ASTM C-33) con una alta relación de vacíos, y los espacios huecos de más de 30% le dan una muy alta permeabilidad. En tanto, la capa del lecho y el relleno de las juntas, de un agregado similar, pero del no. 89 (ASTM C-33), un número más pequeño. Con esta combinación se proporciona al pavimento una alta permeabilidad y una gran capacidad de almacenamiento de agua.

Sin embargo, dado que la composición del suelo consistía en gran medida de relleno de piedra caliza que debía ser compactada, se previó una pobre absorción, que fue contrarrestada colocando un tubo perforado en la parte inferior del embalse que hiciera el drenado hacia el sistema del alcantarillado de la ciudad. Por otra parte, la contención de las aguas pluviales se resolvió diseñando un estanque.

Se espera que la permeabilidad de este pavimento y su capacidad de almacena-

miento hagan que el desempeño para tratar las aguas pluviales del proyecto exceda las expectativas de diseño. En el improbable caso de que el pavimento genere escurrimiento superficial debido a fuertes tormentas, o de que ocurra encharcamiento en algún punto del sistema, el escurrimiento se drenará hacia las parrillas de entrada al lado del pavimento, y luego hacia el sistema de alcantarillado convencional de gran capacidad.

La sección transversal del pavimento consiste en adoquines permeables, una capa de lecho ASTM C-33 N° 89 de 9.5 a 1.18 mm, una base de grava ASTM C-33 N° 57 de 25 a 4.75 mm, y un geotextil colocado sobre el suelo arcilloso. Los adoquines fueron instalados manualmente.

El escurrimiento desde las superficies impermeables de asfalto es filtrado hacia el pavimento permeable de concreto. El escurrimiento es contenido, filtrado e infiltrado dentro del suelo de la sub-base. El exceso de agua es drenado al alcantarillado de aguas pluviales a través de tubos perforados de drenaje en la base. La filtración desde la base con una alta relación de vacíos debe reducir la contaminación del agua. Se espera la captura adicional de metales en el suelo arcilloso.

Este tratamiento sustentable de pavimentación ayudará a tener agua más limpia para Gainesville y el Lago Lanier. 🌱



PREMEZCLADOS

En las plantas de premezclado, una súplica por la seguridad

ESTA PUEDE PARECER una historia común. Sin embargo, no está por demás retomar la siguiente experiencia. En un día cualquiera pueden llegar repentinamente las malas noticias, pues en una planta de premezclado un chofer estaba tratando de subir en reversa una colina, y al alejarse del ariete hidráulico se acercó demasiado al otro lado de la pendiente y cuando comenzó a girar el

tambor, el peso se desequilibró, haciendo que se volcara sobre uno de sus lados. Afortunadamente el chofer no resultó herido, pero sí se perdieron siete m³ de material, una cabina de camión, y los costos que representó el arreglar la abolladura de la mezcladora. Cuando se le interrogó al chofer sobre el accidente, él mencionó que se preocupaba por la seguridad en el sitio de la obra, pero nunca pensó que dentro de planta podría ocurrir un percance. Entre los detalles pendientes estaba también la preocupación por las manchas de café que quedaron en el asiento y que iba consumiendo en tanto hacía la maniobra.

Después de lo sucedido cabe preguntarse sobre la utilidad de los letreros de seguridad que se colocan en todas las plantas o los

programas de seguridad que implementan las distintas empresas.

Otra luz de alerta se enciende al hablar de los teléfonos celulares, cuando se les relaciona con un camión de 36 toneladas en movimiento, y un chofer que discute o habla alegremente en tanto busca el sitio de la obra. Y por último nunca hay que olvidar los cascos, los zapatos con punta de acero y los lentes de seguridad.

Quien ha estado en este negocio por algún tiempo, probablemente ha sabido de alguien herido o que a duras penas se libró de un daño corporal, a causa de una sobrada confianza, y en general, por la falta de sentido común.

Si el personal cree que no necesita este equipo había que recordarle que basta un pequeño error para que le cambie la vida. ☹



TUBOS

Tubos, ¿de plástico o de concreto?

CONTINUANDO con la serie que iniciamos en la edición de junio de *CyT*, y una vez concluidas las consideraciones generales,

iniciamos la publicación de los cuadros comparativos. ☹

Cuadro 1. Puntos de interés para el ingeniero

Facción	Tubo de concreto	Tubo termoplástico
Vida útil	<ul style="list-style-type: none"> • Confirmado 100 años 	<ul style="list-style-type: none"> • No conocido generalmente
Contenido del material	<ul style="list-style-type: none"> • Muy específico en ASTM 	<ul style="list-style-type: none"> • No específico
Diseño exacto	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño rígido confirmado por la prueba de los tres apoyos • Muy conservador; la carga de diseño, en doble a la carga usada para el diseño del tubo flexible, por lo tanto resultados confiables 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionable • Diseño flexible desarrollado para tubo de acero, no para plástico. Muchos factores desconocidos. <ol style="list-style-type: none"> a) El valor E[*] establecido para el acero es de 50 a 3000 Psi ¿cuál es el válido? b) Límite de tirantez (fuerza) c) Cargas de construcción no en el diseño d) Procedimiento de Instalación e) Temperatura f) Arrastre g) Factor de retraso h) Degradación de tensión (HDB) i) Carga en hielo
Integridad de la junta	<ul style="list-style-type: none"> • Cero fugas confirmado precalificadamente • Problemas visibles antes de que termine el periodo de mantenimiento • Fácilmente lechado a presión 	<ul style="list-style-type: none"> • Fugas causadas por deflexión aún no conocidas • El tubo de plástico nunca puede dejar su deflexionamiento, información disponible muestra incremento de deflexiones con el tiempo • Las juntas difícilmente lechadas a presión



PREFABRICADOS

Los prefabricados ganan terreno

EN LA ACTUALIDAD el empleo de estructuras prefabricadas de más de siete niveles depende en gran parte de la capacidad de transporte y montaje disponible. Sin duda, ésta constituye el principal inconveniente en la construcción de tales estructuras, razón por la que el empleo de columnas segmentadas presenta una solución para el desarrollo de edificaciones de este tipo.

Hay la tendencia de usar conexiones que emulen cada vez más las de estructuras monolíticas coladas en sitio. No obstante, hay diferentes alternativas de conexión que si bien no se acercan al monolitismo, han presentado buen comportamiento.

La combinación de columnas prefabricadas de concreto con vigas metálicas ha dado buenos resultados. La búsqueda de mayor competitividad en la construcción de estructuras prefabricadas trae consigo algunas desventajas, tales como el empleo de secciones reducidas con el aumento del acero de refuerzo, lo que origina complicación en las conexiones.

Un aspecto interesante en la construcción es el alto grado de control de los elementos precolados; sin embargo, no se tiene el mismo control en las conexiones, por lo que en algunas ocasiones se pone en duda el trabajo adecuado de la estructura. Esto implica aumentar la calidad en su ejecución.

De atención

La construcción de edificios de más de siete niveles resulta factible, por lo que la prefabricación puede competir constructivamente con soluciones coladas en sitio, así como con edificios de estructura metálica.

Es necesario asegurar que la estructuración propuesta para este tipo de edifi-

cios facilite la construcción de las conexiones lo cual tendrá beneficios importantes. El empleo de secciones que permitan porcentajes bajos de refuerzo puede ser una alternativa.

El uso de sistemas que incluyan muros de concreto en zonas de alta sismicidad resulta una buena solución para las estructuras prefabricadas, aunque presenta el problema del empotramiento en la base; sin embargo, se puede buscar una solución articulando los muros.

Muchos de los diseños de conexiones de elementos prefabricados están basados en gran parte en el reglamento ACI, así como en las especificaciones del PCI. Es preciso promover la investigación en el comportamiento sísmico de las conexiones para establecer expresiones de diseño acordes con nuestro reglamento de construcciones y con nuestros procesos constructivos.

Es importante la revisión del factor de reducción de fuerzas sísmicas, que para las estructuras prefabricadas tiene un valor de dos (aunque se permite el uso de tres si se cumplen ciertas consideraciones para permitir el uso de valores de hasta cuatro, incluso, cumpliendo con requisitos que tomen en cuenta los aspectos de diseño sísmico, lo que permitiría un ahorro importante). Para algunas estructuras, el uso de $Q=2$ resulta muy conservador y conduce a que los beneficios que ofrece la prefabricación se reduzcan al mínimo.

Finalmente, siempre que se habla de estructuras prefabricadas viene a la mente el tema de las conexiones, muchas veces por desconocimiento de lo que se ha hecho y otras porque hay duda respecto de su comportamiento, debido a que no se cuenta con las investigaciones suficientes.

Por lo anterior, la construcción prefabricada trata de imitar a aquella colada en sitio en sus conexiones de elementos prefabricados, pues sabemos que no siempre son monolíticas, sobre todo si se encuentran localizadas en la proximidad de las columnas. Así, los marcos estarán formados por columnas y trabes con resortes en los extremos. Es evidente que las conexiones alejadas de los nudos no tienen este problema. 🌐