



EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN DE LA CIUDAD DE BAHÍA BLANCA (PROVINCIA DE BUENOS AIRES)

Paula Pérez MARFIL^{1, 2}, Carla PRIANO³, Leticia LESCANO^{1, 2}, Silvina MARFIL^{*1, 2}

¹CGAMA-CIC de la Prov. de Bs. As.

²Departamento de Geología. UNS. San Juan 670. (8000) Bahía Blanca. *smarfil@uns.edu.ar

³Departamento de Ingeniería UNS

ABSTRACT

Evaluation of the state of conservation of concrete floors of the city of Bahía Blanca, (Buenos Aires province). Pavements from Bahía Blanca city were evaluated. The area is delimited by Maldonado channel and railway tracks. It was covered an area of 33 km² where only 18.7 % of the pavements are made with concrete. The condition of the slabs (structural failure, surface abrasion, shrinkage cracks, fissures by alkali-silica reaction), the condition of contraction joints (or the lack of them) and the type of aggregate used were analyzed. Slabs requiring total replacement and slabs cut for the provision of public services were also evaluated. In cases where possible, samples were taken, and porosity, absorption and density were determined. In addition, studies with stereomicroscope were carried out to characterize the fine and coarse aggregates, the state of the mortar, determining the presence of micro-cracks and neoformation products. A statistical study was carried out on 15776 slabs, and it was concluded that 48.1% of them are damaged. Of this, 46.8% is due to structural failures, requiring a total replacement of 14%. It is common to observe surface abrasion in those with aggregates of greater size and especially, in the slabs of street intersections. This is due to the abrasive effect of traffic and inadequate drainage of rainwater that allows its accumulation on the pavement .

Keywords: concrete durability, alkali silica reaction, pavements, concrete, aggregates .

INTROUCCIÓN

Las fallas que generalmente presentan los pavimentos rígidos no se deben exclusivamente a un mal diseño, sino que pueden ser causadas además por deficiencias en los procedimientos de construcción, por el uso de materiales que no cumplen con los requisitos de calidad, de agregados potencialmente reactivos frente a la reacción álcali-sílice (RAS), por mantenimiento inadecuado de juntas, condiciones del medio ambiente no previstas, etc.

Existen antecedentes de pavimentos de hormigón de la ciudad de Bahía Blanca afectados por RAS aunque de acuerdo a estudios previos, queda claramente de manifiesto la elevada incidencia que tienen los errores que se cometen en las etapas de proyecto y ejecución sobre el comportamiento en servicio de las mismas. Priano (2011) determinó que el 58 % de las fallas se deben a problemas de proyecto y/o ejecución, el 25 % a falta de mantenimiento y el 17 % debido a los materiales utilizados.

Un factor importante a considerar en relación con las tensiones de la losa y a la durabilidad del pavimento, es el diseño de las juntas en lo relativo a su espaciamiento, tipo y dimensiones. Los pavimentos de hormigón bien proyectados y construidos necesitan poco trabajo de mantenimiento, pero es imprescindible que éste se realice en forma periódica y constante de lo contrario, una pequeña falla inicial, reparable a bajo costo, se convertirá en un daño progresivo que encarecerá los trabajos de remediación. El mantenimiento consiste, fundamentalmente, en el sellado de juntas, tanto de contracción como de dilatación. Las primeras pueden ser construidas en el hormigón, fresco o endurecido mediante aserrado. Por ello, cuando el pavimento se contrae, la fisura se produce en correspondencia con la junta, es decir, se controla la ubicación de las posibles grietas transversales. Las juntas de dilatación están constituidas por una interrupción en la continuidad del hormigón que comprende todo el espesor de la losa, de manera de proveer espacio suficiente para que el pavimento dilate. Todas las juntas de-

ben sellarse para evitar que el agua superficial infiltre en el suelo de la subrasante con el consecuente debilitamiento de su poder portante. El sellado evita también que material granular no compresible, se introduzca dentro de las cavidades de las juntas, generando tensiones localizadas en el hormigón cuando éstas tienden a cerrarse por dilatación (Priano 2011).

En el presente trabajo se realizó un relevamiento y muestreo (en los casos que fue posible) de pavimentos de hormigón de la ciudad de Bahía Blanca del área delimitada por el canal Maldonado y las vías del ferrocarril. Incluye el macro y microcentro, y los barrios Pedro Pico, Universitario, Pacífico, Almafuerte, Km 5 y Napostá. Se contó el número de placas sanas, con fallas estructurales y cortes por el tendido de servicios públicos, evaluando las que necesitan reemplazo debido al avanzado estado de deterioro. Se evaluó la presencia de fisuras y/o grietas, tanto longitudinales (paralelas al eje del pavimento) y transversales (perpendiculares al eje del pavimento) como en esquina. Estas últimas son fisuras diagonales que intersectan la junta o el borde que delimita la losa, y pueden originarse por acción de las cargas de tránsito sobre esquinas sin soporte o por alabeo de las losas. Se determinó el tipo de agregado utilizado, se evaluó el desarrollo de fisuras por retracción, fracturas por causas estructurales o por reacciones deletéreas del tipo RAS y presencia o ausencia de material sellador en las juntas de contracción. Con los datos obtenidos se realizó un estudio estadístico para determinar el estado de conservación y las causas principales de deterioro.

El área relevada cubre un total de 1146 cuadras y un área de 33 km² de la cual, sólo el 18,7 % es pavimento rígido y el resto está constituido por pavimento flexible. Se evaluaron 15776 losas de hormigón, y se tomaron muestras de las afectadas por problemas estructurales en los casos que fue posible.

Con las muestras obtenidas se realizaron ensayos de densidad, absorción y porosidad, según lo establecido en la norma ASTM C642-97 y estudios petrográficos con un estereomicroscopio Olympus trinocular SZ-PT para evaluar la composición de los agregados finos y gruesos (IRAM 1649), el estado del mortero, desarrollo de microfisuras, productos de neoformación, coronas de reacción, etc.

Como porosidad se consideraron los espacios vacíos que quedan en la masa del hormigón, como consecuencia de la evaporación de agua excedente del amasado y del aire naturalmente atrapado. Para su determinación se secaron las muestras en horno hasta obtener masa constante, a una temperatura entre 100 °C y 110 °C, por 24 horas y se determinó el peso de la masa seca. Luego se sumergió en agua a temperatura ambiente por 48 horas, se retiró, se secó y se pesó, determinando así la masa saturada y superficie seca. Se colocó la muestra en un recipiente con agua hasta ebullición durante 5 horas. Se

enfrió hasta temperatura ambiente y nuevamente se pesó. Finalmente se utilizó una balanza hidrostática para el cálculo de la masa aparente. Con estos parámetros se obtuvieron los valores de absorción, densidad relativa en estado saturado superficie seca y porosidad. Como un criterio de evaluación se acepta que un valor de porosidad por debajo de 10%, indica un hormigón de buena calidad y compacidad, entre 10% y 15%, uno de moderada calidad y si se supera el 15%, se considera que el hormigón no tendrá una adecuada durabilidad (CYTED 1998). La porosidad del hormigón está directamente relacionada con la posibilidad de ingreso de agua y agentes agresivos a su interior, por lo tanto es un parámetro que está estrechamente vinculado con la durabilidad de una estructura.

Los materiales utilizados como agregado presentan una composición litológica semejante. El agregado grueso es en general piedra partida granítica. En sólo dos cuadras se identificó canto rodado polimítico, y mezcla de ambos en otras 2 cuadras. Los pavimentos más nuevos tienen en la superficie una terminación con binder (15 esquinas y seis cuadras). En la composición de este último y del canto rodado predominan las rocas volcánicas (andesitas, riolitas y tobas), la mayoría con pastas vítreas en general alteradas (desvitrificadas). En menor proporción se identificó cuarzo, rocas graníticas y escasas metamorfitas.

El agregado fino en todos los casos es una arena natural en cuya composición predominan ampliamente las rocas volcánicas, con cantidades subordinadas de rocas graníticas, valvas carbonáticas, y partículas individuales de cuarzo, feldespatos, vidrio volcánico, minerales opacos, y escasos piroxenos y micas.

No se observaron microfisuras, coronas de reacción, ni productos de neoformación. El estado del mortero es bueno.

El canto rodado y las arenas contienen más del 50 % de rocas volcánicas (la mayoría de ellas con pastas vítreas). Además en la arena es frecuente observar trizas de vidrio volcánico (entre 3% y 10%). Si bien estos materiales son considerados potencialmente reactivos frente a la RAS, ninguno de los pavimentos estudiados en el presente trabajo está afectado por esta patología. Esto se debe a que para que se desarrolle este tipo de reacción se necesitan tres factores concurrentes: agregados deletéreos, elevado contenido de álcalis y humedad.

Los valores promedio de absorción, densidad y porosidad obtenidos son: 3,1 %; 2,4 % y 7,8 %, con un desvío estándar de 1,2; 0,05 y 3,1 respectivamente.

Se observó la falta de material flexible en las juntas de contracción. La mayoría están vacías o rellenas con material granular incompresible. Los hormigones más recientes tienen las juntas aserradas, parcialmente rellenas y son los que mejor estado de conservación presentan.

El 48,1 % de las losas relevadas presenta deterioro, siendo necesario un reemplazo total en un 14% de los casos. El 46,8 % de losas dañadas presentan fallas estructurales (40,8 % fisuras longitudinales y/o transversales, el 6 % fisuras en esquina y en el 1,3 % de los casos se observaron ambas). Es frecuente observar fisuras por retracción y lavado superficial en las que tienen agregado grueso de mayor tamaño y en especial, en las losas de bocacalles. Esto se debe al efecto abrasivo del tránsito y a un drenaje inadecuado o insuficiente del agua de lluvia que permite su acumulación sobre el pavimento.

Si bien sólo el 18,7% de los pavimentos del área total relevada son de hormigón, esta distribución es heterogénea según los barrios. En el microcentro la totalidad del pavimento es flexible. El sector macrocentro y barrios Universitario, Pacífico, Almafuerte y Km 5 tienen entre el 8% y 13% de hormigón, mientras que el barrio Pedro Pico y Napostá el 42% y 38% respectivamente.

Los pavimentos que mejor estado presentan son los del barrio Napostá (56% sanos) y los más deteriorados son los del barrio Universitario (53% dañado). La causa de falla en todos los casos es estructural. El 14 % en promedio necesita reemplazo debido al avanzado estado de deterioro (entre 4,8 para el barrio Napostá y 10 % en el macrocentro).

La principal causa de deterioro de los pavimentos de la ciudad de Bahía Blanca relevados está relacionada a fallas estructurales y a la falta de mantenimiento. En contados casos se observó levantamiento de placas por raíces de árboles. No se identificaron fallas debido a una incorrecta elección de los materiales. El estado del hor-

migón es bueno, no se identificaron reacciones deletéreas tipo RAS a pesar que el agregado fino y el canto rodado contienen especies deletéreas (rocas volcánicas con pastas vítreas y trizas de vidrio).

Los valores de densidad medidos son muy uniformes y los de porosidad y absorción resultaron bajos (menores a 10% y 5%, respectivamente). Existe una correlación entre estos últimos, sin embargo no se observó relación entre estos parámetros y el grado de deterioro.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al CGAMA, a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Prov. de Bs. As. y a la Universidad Nacional del Sur por el apoyo brindado.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- ASTM, C642, 1997. Standard test method for density, absorption and voids in hardened concrete. American Society for Testing and Materials, 3 pp.
- CYTED, 1998. Manual de inspección, evaluación y diagnóstico de corrosión en estructuras de hormigón armado. Programa Iberoamericano de Ciencia y Técnica para el Desarrollo, 208 p.
- IRAM, 1649, 2008. Examen petrográfico de agregados para hormigón, 15 p.
- Priano, C. 2011. Evaluación del estado de conservación de los hormigones en ambientes urbanos, rurales y marinos de la ciudad de Bahía Blanca y su zona de influencia. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Sur (inérita), 289 p. Bahía Blanca.