

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS FÍSICAS Y NATURALES

GESTIÓN TÉCNICO ADMINISTRATIVA DE LAS OBRAS DE BACHEOS Y SU CONTEXTO SOCIO-ECONÓMICO EN LA CIUDAD DE CÓRDOBA

INFORME TÉCNICO FINAL – PRACTICA SUPERVISADA

Gabriel Rustan, Autor.

Ing Civil Mauro Tartabini, Tutor interno.

Ing. Civil Renato Giansetto, Tutor externo.



2014

ÍNDICE

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 OBJETIVOS	2
CAPÍTULO 2: FALLAS EN PAVIMENTOS	3
2.1 FALLAS DE REGULARIDAD Y SUPERFICIE	3
2.2 FALLAS EN JUNTAS.....	6
2.3 GRIETAS Y AGRIETAMIENTOS	7
2.4 FALLAS POR CONDICIONANTES DE DISEÑO DE LAS VÍAS	9
2.5 FALLAS POR OBRAS CIVILES EXISTENTES Y OTROS CONDICIONANTES	11
CAPITULO 3: GESTIÓN TÉCNICA-ADMINISTRATIVA DE OBRAS DE BACHEO	15
3.1 COMIENZO DE OBRA	15
3.2 SEÑALIZACIÓN	17
3.2.1 ESQUEMAS DE DESVÍOS	21
3.2.2 CORTE DE CALZADA COMPLETA	21
3.2.3 CORTE DE MEDIA CALZADA	22
3.2.4 CORTES AISLADOS	23
3.3 ETAPAS DE EJECUCIÓN DE UNA OBRA Y METODOS CONSTRUCTIVOS	24
3.3.1 ROTURA	24
3.3.2 LIMPIEZA	27
3.3.3 NIVELACIÓN ALTIMÉTRICA	29
3.3.4 PREPARADO DE LA SUBRASANTE	33
3.3.5 PROVISIÓN DE HORMIGÓN PARA PAVIMENTOS.....	37
3.3.6 REPOSICIÓN DE PAVIMENTO DE HORMIGÓN SIMPLE DE ESPESOR VARIABLE CON CORDONES UNIFICADOS	40
3.3.7 EJECUCIÓN DE CORDÓN-CUNETETA	47
3.3.7 TOMADOS DE JUNTAS	48
3.3.8 REPARACIÓN DE VEREDAS.....	54
3.3.9 HABILITACIÓN DE LA OBRA	55
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS INTEGRAL DE LA OBRA DE BACHEOS EN CÓRDOBA	56
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES	58

5.1 Conclusiones referidas a la Práctica Supervisada y a la Formación académica	58
5.2 Conclusiones referidas a la obra dirigida.....	59
CAPÍTULO 6: ANEXOS.....	60
6.1 ANEXO 1 Ordenanza Municipal N° 10819	60
6.2 ANEXO 2 Norma de Vialidad Nacional VN-E4-84 “Clasificación de suelos”	72
6.3 ANEXO 3 Norma de Vialidad Nacional VN-E5-93 “Compactación de suelos”	82
6.2 ANEXO 4 Norma de Vialidad Nacional VN-E8-66 “Control de compactación por el método de la arena”	92
CAPITULO 7: BIBLIOGRAFÍA	99

2014

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 INTRODUCCIÓN

El motor generador de la escritura de esta práctica supervisada de finalización del título de grado de ingeniero civil, surge de los trabajos realizados en la empresa “Ing. Renato Giansetto”, como encargado de las tareas técnico-administrativas correspondientes al mantenimiento de pavimentos rígidos urbanos de la Ciudad de Córdoba, mejor conocido como “obras de bacheos”. Enmarcada en la Licitación Pública N° 46/16 referente a “Bacheo con Hormigón – Sector Nor-Este” de la Dirección de Obras Viales de la Municipalidad de Córdoba.

El bacheo surge de la necesidad de mantenimiento que requieren los pavimentos obsoletos y deteriorados de toda la red vial de la ciudad, determinados por la incidencia de diversos factores que producen alteraciones en las capas de rodadura, afectando directamente sobre la seguridad, comodidad, velocidad de los vehículos y calidad de vida de las personas. Es importante destacar los efectos negativos sobre la calidad de vida de las personas, por tratarse de redes urbanas, ya que las fallas no solo afectan al tránsito vehicular y peatonal, sino que también afectan directamente a las construcciones civiles y medio ambiente en general que rodea la zona, como así también a los tiempos y costos de los usuarios. El mantenimiento de pavimentos en servicio tiene como finalidad fundamental corregir los defectos para alcanzar un grado de transitabilidad adecuado durante un periodo de tiempo suficientemente prolongado que justifique la inversión necesaria y solucionar los problemas derivados de estos defectos en las construcciones civiles que rodean la falla.

Estas obras, al pertenecer al sistema de redes urbanas, presentan condicionantes o resistencias a la hora de realizar las tareas. Estos pueden sintetizarse en: estructura urbana, tránsito, drenaje, obras y hechos existentes, paisaje y medio ambiente, condicionantes de carácter social y económico. Básicamente hay que comprender que las tareas realizadas se llevan a cabo sobre una estructura ya concretada, con poca posibilidad de cambio al corto plazo y que afecta directamente sobre el bienestar de las personas que habitan la ciudad.

Al ser Licitaciones Públicas, el estado funciona como ente regulador a través de la Dirección de Obras Viales de la Municipalidad de Córdoba, la cual se encarga, de la demarcación de las zonas de trabajos, inspección de las tareas de reparación, recepción de las obras y su certificación. De momento esta repartición presenta una resistencia más a la hora de ejecutar los trabajos, ya que se ponen en juego diversos criterios respecto de las decisiones de “que” hacer y “cómo” hacerlo. El contratista debe estar a la orden de la inspección, tratando de acordar criterios y dar la mejor solución al problema planteado.

En el transcurso de este trabajo se analizarán todas las tareas que se deben realizar para la concreción de obras de bacheo, haciendo hincapié en las etapas previas al comienzo de la obra y los métodos constructivos. Además se realizará un repaso de las fallas más comunes encontradas y se enmarcará este tipo de obras en el contexto social y económico de la ciudad.



2014

1.2 OBJETIVOS

El objetivo general de esta P.P.S se centra en la supervisión de trabajos realizados en obras de bacheos de hormigón en la ciudad de Córdoba, interviniendo en todas las fases que involucran la materialización de una obra de este tipo: esto incluye desde las tareas de campo hasta las administrativas y de control, contrastando el marco teórico con lo realizado en la práctica, para así lograr procesos más eficientes para un futuro. Además se analizarán las fallas más comunes encontradas durante los trabajos, tratando de brindar soluciones técnicas y prácticas a las situaciones que generan las mismas.

Como objetivo secundario se plantea la problemática del mantenimiento de pavimentos en la ciudad, analizando las relaciones entre entes privados, públicos, vecinos y los propios trabajadores de la empresa, intentando proponer mejoras en el intercambio de información.

Otros objetivos particulares planteados para esta P.S. son:

Dotar al estudiante de una experiencia práctica en obras de ingeniería reales.

Familiarizar al estudiante en el contacto con diferentes organizaciones, tanto públicas como privadas.

Desenvolverse en un ambiente de trabajo en equipo, interactuando con profesionales de distintas especialidades.

Afianzar y ampliar los conocimientos adquiridos durante la carrera, para aplicarlos en un ámbito profesional de trabajo.



2014

CAPÍTULO 2: FALLAS EN PAVIMENTOS

El deterioro producido en los distintos elementos integrantes de la vía es causado por las condiciones climáticas y por el tránsito. Es decir la exposición al frío, calor, ciclos de humedad y sequedad, y los efectos del sol, vientos, lluvias, heladas, causan evidentes perjuicios. El segundo factor determinante, el tránsito, causa fisuras, grietas, hundimientos, oquedades, etc. A esto se le suma el envejecimiento natural de los materiales por el paso del tiempo, un inadecuado comportamiento de las juntas, fallas de la subrasante, los efectos provenientes de condicionantes de diseño geométrico de las vías ya existentes y problemas derivados de elementos y obras ya existentes, es decir condicionantes o situaciones externas a una falla que nada tiene que ver con el paquete estructural del pavimento, como ser: raíces de árboles, roturas de caños de redes de agua o cloacas, rotura de vigas de hormigón que antiguamente hacían las veces de pasadores, etc.

A continuación se presentarán las fallas típicas agrupadas en secciones según regularidad y textura superficial, grietas, juntas y otras causas referentes a diferentes condicionantes.

2.1 FALLAS DE REGULARIDAD Y SUPERFICIE

Se consideran como fallas de regularidad aquellas que corresponden a defectos de forma, originados generalmente por diversas causas durante la construcción y a las que afectan la textura.

Asentamientos: desviación longitudinal de las superficies del pavimento con relación a su perfil original. Se le considera cuando la deformación es mayor a 25 mm y compromete una longitud mayor del paño.

Las posibles causas son, mala compactación y/o falta de soporte de la subrasante, asentamientos diferenciales de la subrasante, cambios volumétricos de la subrasante por modificación de su contenido de humedad.



Fig. 2.1.1 Hundimiento por falta de soporte de la subrasante.



2014

Baches: Hoyos en la superficie del pavimento.

Las posibles causas son: deficiencias en la calidad de los materiales, técnicas inadecuadas en la construcción del pavimento, mala ejecución de la reparación de roturas del pavimento ocasionadas por servicios públicos.



Fig. 2.1.2 Baches.



Fig. 2.1.3 Baches.

Bombeo: Expulsión o bombeo de agua, o agua con finos, a través de juntas permeables o deterioradas y eventualmente por grietas formadas en el pavimento.

Las posibles causas son: la presencia de aguas superficiales que penetran bajo la losa, material de apoyo susceptible de erosionarse y tráfico frecuente de vehículos pesados.

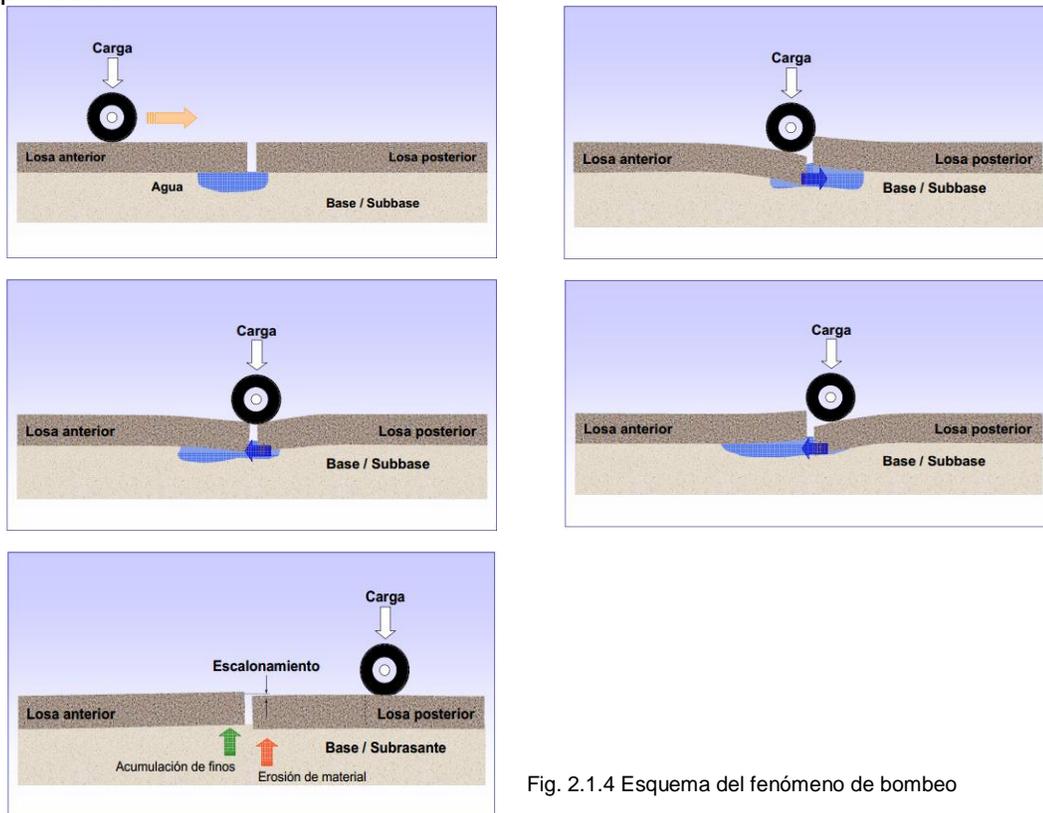


Fig. 2.1.4 Esquema del fenómeno de bombeo



2014

Escalonamiento de las losas: Desplazamiento vertical diferencial de losas adyacentes, en juntas o grietas.

Las posibles causas son: falta de capacidad de soporte de la subrasante y deformación de la subrasante por cambios de humedad.



Fig. 2.1.5 Escalonamiento.



Fig. 2.1.6 Escalonamiento.



Fig. 2.1.7 Escalonamiento.

Fisuras ligeras, de aparición temprana: Fisuras delgadas que afectan únicamente a la superficie de la losa y son debidas a la contracción plástica del hormigón, que aparece antes de la fragua final, por secado prematuro.



2014



Fig. 2.1.8 Fiaura ligera por secado prematuro.

2.2 FALLAS EN JUNTAS

Debido a los cambios volumétricos que por su naturaleza experimenta el hormigón y a los sistemas constructivos de los pavimentos rígidos, se hace necesaria la construcción de juntas y/o uniones entre paños de un pavimento. La función de las juntas consiste en mantener las tensiones que se desarrollan en la estructura de un pavimento dentro de valores admisibles o disipar tensiones debidas a agrietamientos inducidos debajo de las mismas juntas.

Son muy importantes en la duración de la estructura, siendo una de las pautas para calificar la bondad de un pavimento. En consecuencia la conservación y oportuna reparación de las fallas en las juntas son decisivas para la vida de servicio de un pavimento.

Cabe diferenciar las juntas según su ubicación respecto de la dirección principal o eje del pavimento, como longitudinales y transversales.

En consecuencia la conservación y oportuna reparación de las fallas en las juntas son decisivas para la vida de servicio de un pavimento.

Por su ancho, la función que cumplen y para lograr un rodamiento suave, deben ser rellenadas con materiales apropiados, utilizando técnicas constructivas especificadas.

Desplazamiento: Cuando la línea de la junta transversal se ha desplazado de su posición original, respecto de la adyacente al otro lado de la junta longitudinal. Las posibles causas son: contracción o expansión diferencial de las losas, originalmente alineadas, cuando la junta longitudinal que las separa no lleva pasa juntas.



2014

Pérdida de material de sello: Se presenta en las juntas transversales o longitudinales cuando el material de relleno de la junta ha sido comprimido y expulsado fuera de ella.

Las posibles causas son: movimiento relativo excesivo entre losas aledañas y poca consistencia del material de sello.

Pérdida de adherencia concreto/sello: Se presenta en las juntas transversales o longitudinales cuando el material de sello de la junta se ha separado de la(s) cara(s) del canal de la junta.

Las posibles causas son: falta de viscosidad del material de relleno en el momento de su colocación, falta de limpieza de las juntas al momento del sellado.

Extrusión del material de sello: Se presenta en las juntas transversales cuando el material de sello de la junta ha sido extruido y luego extendido por el tráfico.

Las posibles causas son: incremento severo de temperatura, que provoca movimientos en las losas y ablandamientos del ligante, además de la colocación del material de sello en cantidades excesivas a lo largo de las juntas.

2.3 GRIETAS Y AGRIETAMIENTOS

El agrietamiento es definido como una separación de las losas de un pavimento en dos o más partes debido a las grietas. Las grietas pueden definirse por su origen, su orientación respecto del eje de la vía, su ubicación dentro de la losa y su forma.

Grietas longitudinales: son aquellas que siguen un curso aproximadamente paralelo a la línea central del pavimento. Pueden ocasionarse por anchos de vía excesivos, omisión o mala ejecución de las juntas longitudinales, contracción lateral o inadecuada capacidad de soporte de las capas inferiores.



Fig. 2.3.1 Grieta longitudinal.

Grietas transversales: Son aquellas que siguen un curso aproximadamente en ángulo con la línea central del pavimento. Pueden deberse a largos de paño excesivos (omisión o mala ejecución de las juntas transversales), bajo soporte de la sub-rasante o cargas excesivas. Normalmente están asociadas con el



2014

espaciamiento entre juntas, en cuyo caso se desarrollan en la parte media de la losa.



Fig. 2.3.2 Grieta transversal.



Fig. 2.3.3 Grieta transversal.

Grietas en esquina: Son aquellas ubicadas en las esquinas formando un triángulo con un borde o junta longitudinal y una junta o grieta transversal. Se pueden deber a un soporte insuficiente de la subrasante o la concentración de esfuerzos debidos a movimientos de la losa por acción de la temperatura. Algunas se extienden en todo el espesor de la losa y otras comienzan en la superficie y progresan en ángulo hacia la junta.



Fig. 2.3.3 Grieta en esquina.



Fig. 2.3.4 Grieta en esquina.

Grietas de borde: Son grietas curvadas que se extienden desde una junta o grieta transversal hasta el borde del pavimento, abarcando generalmente una longitud de 0.50 a 0.75m en el arco hacia el interior del pavimento y cubriendo una longitud de 4 a 5 m de extremo a extremo.

Pueden deberse a humedecimiento excesivo en el borde del pavimento sumado a exceso de cargas.



2014

Grietas sinuosas: Son grietas que discurren en forma sinuosa como una serpiente a través de la línea del tránsito y generalmente ocurren a partir de una grieta transversal. Pueden ser debidas a los asentamientos de una sub-rasante inestable, a problemas de drenaje o por falla de los rellenos en las zanjas de servicios.

Grietas tipo piel de cocodrilo: son grietas interconectadas formando una red de diferentes tamaños geoméricamente similares a la piel de un cocodrilo. Pueden deberse a fatiga del pavimento.



Fig. 2.3.4 Piel de cocodrilo.



Fig. 2.3.5 Piel de cocodrilo.

2.4 FALLAS POR CONDICIONANTES DE DISEÑO DE LAS VÍAS

En vialidad urbana el diseño geométrico y estructural de las vías influye directamente sobre las fallas, generando alguno de los tipos antes descriptos. Estas incoherencias en los diseños existentes se deben a la poca planificación que existe en la ciudad y los escasos (o mal administrados) recursos que posee la municipalidad.

Los casos más comunes de errores de diseño son por un ineficiente drenaje de los caudales pluviales sumado a las cantidades excesivas de aguas que arrojan los vecinos por sus desagües pluviales, espesores de pavimentos ínfimos para el tránsito que circula en la actualidad, vigas en esquinas, etc.

Los problemas de drenajes se observan en calles donde la pendiente asignada a la cuneta es baja, obteniéndose, en ciertas ocasiones, pendientes muy por debajo de la mínima necesaria para el escurrimiento de aguas pluviales (3‰). Esto claramente es un problema de diseño geométrico de las calles existentes, que se puede deber a una mala planificación de las redes de drenaje de la zona, a errores constructivos, errores de cálculo y la misma topografía de la zona. Entre estos orígenes de problemas en pendientes, por experiencia en observar gran cantidad de situaciones, la planificación es



2014

el error más común. Este mal diseño trae aparejado situaciones que generan fallas en los pavimentos, dificultan el tránsito y afectan las construcciones aledañas. Además complica la materialización de una nueva cuneta que trabaje de manera eficiente. La solución académica que se puede plantear a este problema sería desviar el agua a drenajes subterráneos, solución poco viable por lo expuesto anteriormente sobre los recursos de la Municipalidad. La solución práctica a esta situación se basa en una cuneta más pronunciada, con una pendiente transversal alta y un buen acabado superficial. Con esto se genera que el agua se estanque solamente en un “hilo” de agua y no genere encharcamientos sobre el pavimento o sobre las veredas. Esto no es la solución óptima al problema, porque la cuneta no trabaja eficientemente al no tener la pendiente longitudinal mínima necesaria y al cambiar la sección transversal de la misma, en el tramo correspondiente a la rotura (recordar que es poco común que se reparen cuentas completas).

Generalmente al problema de pendientes en cunetas se le suma la excesiva cantidad de agua que los vecinos eliminan de sus viviendas a través de los desagües pluviales, aún cuando no llueve, agregando caudales no previstos en el diseño. Esto se solucionaría con inspecciones rutinarias y campañas de concientización.

El diseño de pavimentos incluye el cálculo de espesores de los mismos, un cálculo estructural donde el principal factor que influye en la función es el tránsito y dentro del tránsito la frecuencia y los tipos de vehículos, sean livianos o pesados. El cálculo se realiza teniendo en cuenta una proyección en base a una planificación de la cantidad de vehículos que circularán en un periodo de tiempo determinado. En muchos casos estos periodos de tiempo caducaron, teniendo mucho más movimientos y vehículos de diferentes tipos no previstos para los espesores calculados. Así se pueden encontrar pavimentos con espesores muy reducidos, del orden de 7 a 10 cm, en vías con tránsito continuo y por donde circulan colectivos y vehículos pesados. Como consecuencia se producen fallas de los tipos antes descriptos que afectan al pavimento. La solución radica en materializar losas de espesores mayores, aunque no termina de ser una solución al problema general, ya que las losas adyacentes siguen teniendo espesores mínimos que, en un tiempo más o menos corto, fallarán inevitablemente.



Fig. 2.4.1 Referencia para notar el poco espesor.



Fig. 2.4.2 Espesores pequeños.



2014

En muchas zonas de la ciudad se encuentran debajo del pavimento vigas de hormigón macizo, denominadas “vigas de borde”. Estas eran utilizadas antiguamente para la transmisión de cargas entre losas, lo cual actualmente fue reemplazado por pasadores de carga. Estas por acción del tiempo, la temperatura y las cargas se deforman con una flecha muy pronunciada, quebrando el pavimento en todo el ancho de calzada y principalmente en los bordes de la misma. Para solucionar esta situación se procede a la remoción de la totalidad del pavimento y la viga que se encuentra debajo del mismo.



Fig. 2.4.3 Viga de hormigón macizo encontrada debajo del pavimento.



Fig. 2.4.4 Levantamiento por viga de hormigón macizo.



Fig. 2.4.5 Levantamiento por viga de hormigón macizo.

2.5 FALLAS POR OBRAS CIVILES EXISTENTES Y OTROS CONDICIONANTES

Las calles en una ciudad pertenecen a un sistema integral donde se mezclan desagües pluviales y cloacales, redes de alta tensión, agua, gas, fibra óptica, entre otros servicios. Todo esto generalmente se encuentra debajo de los pavimentos. Sobre las veredas, o debajo de ellas, se encuentran pozos negros (en zonas donde no existen cloacas, como



2014

gran parte de la ciudad), árboles, obras de arte, y elementos que puedan encontrarse sobre una vereda, como: bancos, barandas, cestos de basura, etc.

En la mayoría de los casos, la materialización del pavimento y la construcción de servicios se realizan en diferentes momentos: primero se realiza el pavimento y luego, según las necesidades, se colocan los servicios. De esto surgen situaciones que generan fallas, debido a una mala compactación de las bases por donde pasan los servicios, uso de materiales distintos y de baja calidad, y mal tomado de juntas. Una mala compactación de un sector de un pavimento, genera desplazamientos diferenciales entre las losas que por efecto del tránsito. Las condiciones climáticas y la presencia del agua favorecen la formación de fallas en los pavimentos. El uso de materiales distintos, por ejemplo, para un “zanjeo” dentro de un pavimento rígido se utiliza asfalto para materializar la capa de rodamiento del sector del corte, trae aparejado fallas ya que las formas de trabajo de ambos materiales son distintos, sumado a la utilización de materiales de baja calidad.



Fig. 2.4.7 Deterioro del pavimento por un “zanjeo”.

Las redes por las que se transportan aguas, de cualquier tipo, pueden presentar roturas debido a diversos factores como: antigüedad de los materiales usados para la red, desplazamientos diferenciales de las conducciones, vibraciones, deficientes métodos constructivos y colapso de las redes por soportar caudales muy por encima de los proyectados. Cualquier pérdida de agua genera humedecimientos indeseables en la subrasante que se traducen en fallas sobre los pavimentos y afloramiento a la superficie de aguas.



Fig. 2.4.7 Colapso de una red cloacal.



2014



Fig. 2.4.8 Colapso de pozos negros.



Fig. 2.4.9 Estado de subrasante por colapso de una red cloacal.

Los árboles y más específicamente sus raíces, son la causa de levantamientos en los pavimentos. Las raíces, en búsqueda de humedad, crecen y se introducen por debajo de los pavimentos, que con el paso del tiempo comienzan a levantarlo, generando fallas de todo tipo. Ya sea una obstrucción en el libre escurrimiento de las cunetas y badenes o algunas de las fallas antes descritas. Este tipo de levantamientos, en vías donde circulan vehículos pesados, genera vibraciones que son contraproducentes para las construcciones adyacentes a las veredas, generando fisuras en las mismas. El problema de las raíces se encuentra tanto en árboles vigentes como en aquellos que se han extraído, sin sacar sus raíces.



Fig. 2.4.10 Levantamiento por una raíz perdida debajo del pavimento.



Fig. 2.4.11 Levantamiento por una raíz perdida debajo del pavimento.

Este problema aparentemente no tendría solución, no se puede evitar el crecimiento de las raíces de árboles ya dispuestos en las zonas. La solución surge a partir de





2014

Ordenanzas Municipales donde se prevean las zonas donde plantar (más retiro), que árboles plantar y cómo hacerlo. Si se induce a que las raíces crezcan muy por debajo de la cota inferior de la subrasante esto no generaría problemas. Para ello, a la hora de plantar un nuevo árbol se puede realizar un entubado exigiendo a las raíces a crecer dentro del tubo y por debajo de él, donde su punto inferior esté por debajo de la cota inferior de la subrasante.



2014

CAPITULO 3: GESTIÓN TÉCNICA-ADMINISTRATIVA DE OBRAS DE BACHEO

En esta sección se describirán todas las tareas realizadas en el transcurso de las diferentes obras asignadas, conforme al pliego y en el periodo de tiempo consignado en el mismo. Las tareas fueron las correspondientes a la gestión técnica administrativa de la dirección de obras de bacheos. Estas se extienden desde la gestión necesaria para el comienzo de las tareas, proyecto, puesta y dirección de obra en la etapa de ejecución. De todas las etapas de la obra, desde su puesta hasta su entrega y certificación, la última es la que no se ha concretado en este proceso.

Se describirán todas las tareas realizadas, referenciándolas con un marco teórico, en aquellas que sea necesario, para ampliar los conocimientos y cumplir con los objetivos de eficientizar los procesos. En cada ítem se intentará explicar, ampliar, extraer conclusiones, realizar acotaciones y opinar, sobre las tareas y sus misceláneas.

3.1 COMIENZO DE OBRA

La demarcación de la zona y dimensiones de obra corresponde a la Inspección de la Dirección de Vialidad Municipal. Son ellos los que deciden qué y cuanto romper y cómo hacerlo. La demarcación queda a criterio total de la Inspección, pudiendo uno opinar sobre mejores opciones de cómo realizar la tarea. Como no existe un relevamiento concreto de las zonas que necesitan mantención, la organización de los trabajos es complicada, no existe un plan de trabajos y por lo tanto hay una permanente rotación de los lugares, lo que abruma la logística.

Una vez definida la zona se procede a un relevamiento visual de la zona de trabajos, donde se trata de indagar, en ocasiones acompañado de la Inspección, de la causa generadora del problema. Se relevan las construcciones aledañas, bocas de tormenta, tapas de desagüe cloacales, dimensiones de la zona de rotura y si corresponde a la calzada, una parte de ella, a una cuneta, un badén o algún problema en veredas y/o cordones. Se realiza una nivelación, en caso de ser necesario evacuar caudales pluviales, para ubicar los sentidos de escurrimiento. Además esta nivelación prematura permite conocer si hay problemas de pendientes y si es necesario extenderse más allá de lo demarcado para obtener las pendientes mínimas necesarias según un correcto escurrimiento.

Para que este relevamiento sea óptimo, habría que agregarle una demarcación de los servicios públicos que pasan por debajo del pavimento, tratando de evitar incidentes que se puedan ocasionar cuando se comienzan las tareas de rotura, más en zonas donde las tapadas mínimas no son las adecuadas.

A partir de este relevamiento, se procede a organizar el corte de la vía. Para ello se necesita una autorización de corte de la vía pública, que en si mismo constituye un derecho de uso precario de una parte del Dominio Público Municipal, por un período de tiempo determinado, para la ejecución de la obra, sin que exista una relación contractual con el municipio. Dicha obra, afecta a la infraestructura vial de la ciudad y una vez terminada, parte de la misma se incorpora al Dominio Público Municipal. Esta autorización



2014

es otorgada por la Comisión de Cortes de la Policía de Tránsito de la ciudad de Córdoba, con autorización de la Inspección de la Dirección de Vialidad Municipal, habiendo cumplimentado con los requisitos que exige la ordenanza municipal N°10819 (ANEXO 1) “Corte en vía pública por obras”, en su artículo N°8 y según lo dispuesto en el artículo N°9 que versa sobre los plazos necesarios para la presentación,

Los cortes, según la ordenanza, se clasifican en:

Intervenciones menores: Se consideran así todas aquellas que interesen a una superficie de hasta dos (2) metros cuadrados de pavimento o veredas y cuyo plazo para ejecutarlas y proceder a rehabilitar la circulación no sea mayor a las setenta y dos (72) horas.

Intervenciones intermedias: Se consideran así todas aquellas que interesen a una superficie comprendida entre los dos (2) y diez (10) metros cuadrados de pavimento o veredas y cuyo plazo para ejecutarlas y proceder a rehabilitar la circulación no sea mayor a las noventa y seis (96) horas.

Intervenciones mayores: Se consideran así todas aquellas que interesen a una superficie mayor a los 10 (diez) metros cuadrados de pavimento o veredas y cuyo plazo para ejecutarlas y proceder a rehabilitar la circulación no sea mayor a 120 (ciento veinte) horas.

La anterior es una clasificación en función del diferente impacto que por sus dimensiones y duración, producen las intervenciones en la vía pública a la infraestructura vial y al tránsito de la ciudad. En función de la urgencia en la ejecución de la Obra, las intervenciones pueden clasificarse en:

Intervenciones de emergencia o no programadas: Se consideran así todas aquellas que requieran una acción inmediata de reparación de alguna parte del sistema de provisión o distribución de una Empresa prestadora de Servicios Públicos y/o Privados, a los efectos de evitar o disminuir los eventuales daños a personas o cosas.

Intervenciones normales o programadas: Se consideran así todas aquellas intervenciones que no se encuadren en el punto anterior.

Las obras que nos competen, se enmarcan en “intervenciones intermedias” e “intervenciones normales”. Al ser de este tipo las intervenciones realizadas, la Ordenanza exige que deberá ser fraccionada a los efectos de su sectorización y reducción del impacto sobre el sector de la ciudad que se afecte con la obra; salvo aquellos casos que resulten técnicamente imposibles de sectorizar, circunstancia ésta que deberá ser justificada por el solicitante.

En la práctica diaria, los cortes simplemente se podrían clasificar en cortes totales o parciales, cada uno de ellos depende de lo que exija el tránsito, las condiciones de la zona y el tipo de problema. Se prioriza mantener los recorridos de colectivos y disminuir al máximo posible las congestiones. Para ello por ejemplo, si los trabajos son en la totalidad



2014

de la calzada, a menos que la inspección lo disponga, se realiza el corte de media calzada, permitiendo el paso de vehículos por el sector libre.

Hay que destacar la necesidad de comunicación a los vecinos afectados por el corte, en la mayoría de los casos, los mimos no pueden remover sus vehículos de las viviendas, generando una complicación adicional al comienzo de las obras. Esto último no es exigido por pliego, pero es recomendable a la hora de generar un buen ambiente de trabajo.

3.2 SEÑALIZACIÓN

Previo al inicio de cualquier actividad de corte en la vía pública, se debe proceder a realizar la correspondiente señalización, atendiendo al pliego de condiciones particulares, a la Ordenanza 10819 y a su Decreto Reglamentario 3311.

El contratista, según el pliego, deberá efectuar la adecuada señalización de las obras en ejecución a fin de evitar accidentes, mediante la utilización obligatoria de letreros, cuyas dimensiones, características, tipo de letra, etc., serán los establecidos por la Ordenanza y su Decreto Reglamentario, antes nombrados.

El diseño de una correcta señalización, debe atender a que los errores son la suma de circunstancias en las que el móvil, la vía y el ambiente no resultan ajeno, no se debe tender a ubicar al hombre como el causante de la mayoría de los accidentes. Esto implica que el diseño y dictado de leyes bajo una óptica que no se base en meras normas técnicas o jurídicas, en donde el hombre es solamente una variable al que se le exige el cumplimiento de determinados patrones ligados a aspectos físicos, síquicos o sociales, sino que por el contrario tienda a corregir el error, mediante la transmisión de información que le prevenga, informe, regule y eduque.

El objetivo fundamental de la señalización es preservar la seguridad de los vehículos y peatones, además de brindar una adecuada zona para efectuar las tareas, atendiendo a las necesidades de seguridad de los operarios, ingenieros e inspección. Este último punto es vital, ya que al trabajar en vías muy transitadas los espacios son más ajustados, las tareas más complicadas y ponen en riesgo, en muchas situaciones, a los operarios.

Los elementos comunes a todos los tipos de cortes son, la cartelería, elementos de direccionamiento de tránsito y elementos de seguridad.

La cartelería de desvío, se compone de señales de reglamentación (flechas) direccionando al tránsito hacia algún sentido definido por las vías que rodean al bache en cuestión. Además de poseer los datos de la empresa contratista, estos son: nombre de la empresa, nombre de la obra, responsable técnico de la obra y un número telefónico para efectuar reclamos. Deben incluir la repartición para la cual se efectúan los trabajos: "Municipalidad de Córdoba – Dirección de Obras Viales". Los carteles tienen dimensiones, colores y materiales definidos según el decreto reglamentario de la Ordenanza N° 10819. A continuación se presenta un esquema de cartelería para desvíos.



2014



Fig. 3.2.1 Esquema de cartelería para desvío.

La cartelería de corte de calzada es idéntica a la anterior, salvo que se utiliza tipografía y colores para advertir sobre el corte.

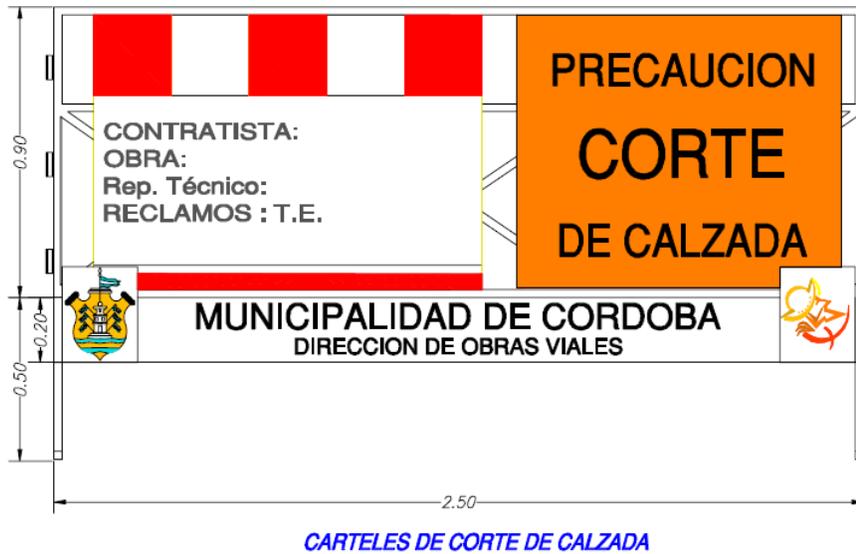


Fig. 3.2.2 Esquema de cartelería para desvío.

Hay que tener en cuenta que tras los cambios en la administración las tipografías, promociones y colores se modifican. Para el caso de la administración actual, la cartelería debe incluir lo siguiente.



2014



Fig. 3.2.3 Esquema de cartelera de propaganda Municipal.

Además de la cartelera se debe encerrar al bache en un corral con un vallado realizado de caños, los mismos poseen dimensiones y colores definidos según el decreto reglamentario.

Los corrales y la cartelera pueden ir acompañado con cinta de “peligro” para lograr una mejor demarcación de la zona.

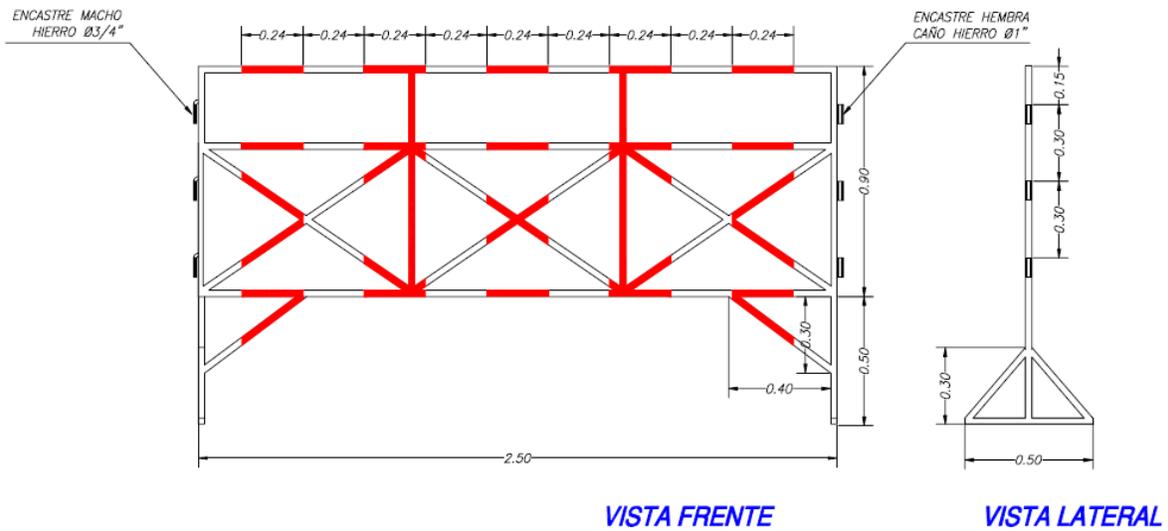
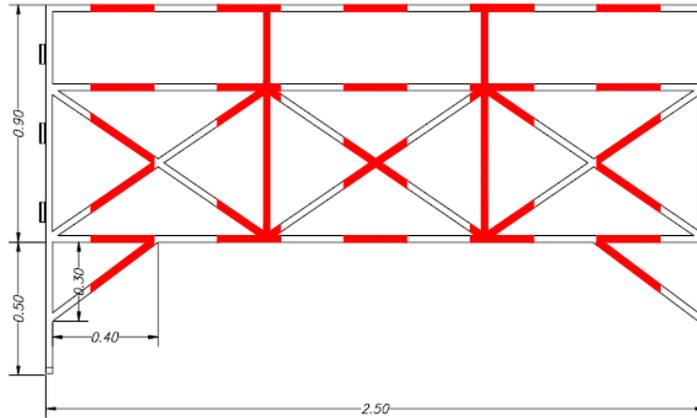


Fig. 3.2.4 Esquema de vallas para encerrar el bache.



2014



VISTA CONTRA FRENTE

Fig. 3.2.5 Esquema de vallas para encerrar el bache.

Para proteger aún más al tránsito y advertir el corte de la calzada, sobre todo en horarios nocturnos, se utilizan balizas, las cuales están compuestas por una batería y una luz, que emite señales luminosas, un letrero y una base de hormigón pobre.

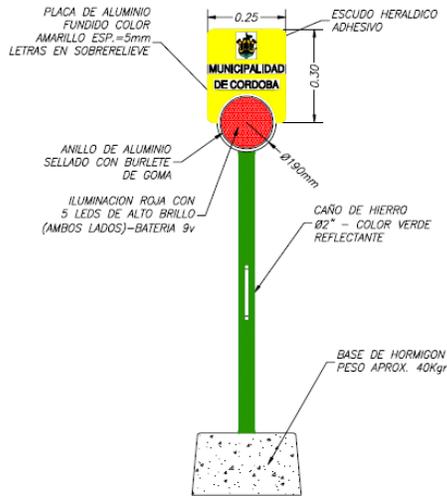


Fig. 3.2.6 Esquema de baliza.

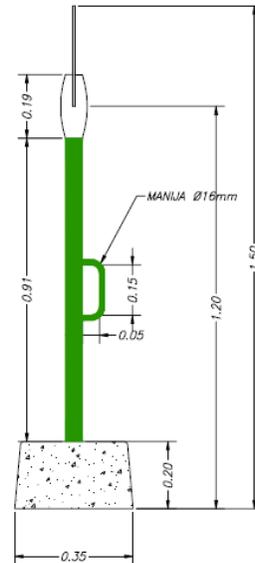


Fig. 3.2.7 Esquema de baliza.



3.2.1 ESQUEMAS DE DESVÍOS

A continuación se analizarán los esquemas de desvíos, generalizando para los casos típicos que se dan en las obras de bacheo, ellos son: Corte calzada completa, corte de media calzada, cortes aislados (baches de menos de 2 m²). Se describirán las situaciones donde utilizar uno u otro esquema y la manera de materializarlos.

3.2.2 CORTE DE CALZADA COMPLETA

Este tipo de cortes se dan en zonas de poco tránsito, por donde no circula el transporte urbano y donde las condiciones del bache o la inspección lo exijan. Las condiciones del bache que exigen un corte de calzada completa hacen referencia al estado en el que se encuentra el mismo, donde las tareas de roturas no se podrían concretar, de forma eficiente. Además hay baches que por su estado abarcan la calzada completa y no permiten el tránsito, aunque se efectuó el corte.

El esquema de corte es el siguiente:

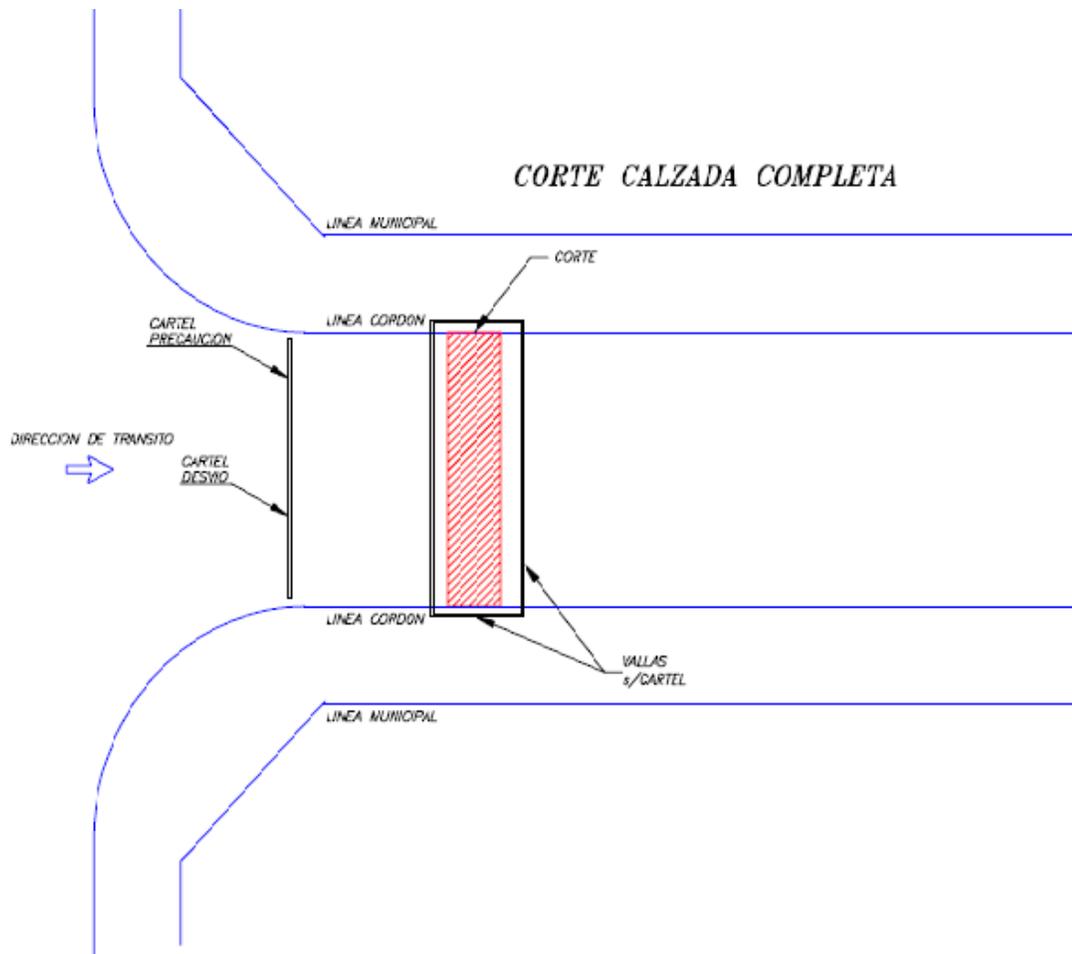


Fig. 3.2.8 Esquema en planta de un corte de calzada completa.



3.2.3 CORTE DE MEDIA CALZADA

Los cortes de media calzada permiten el paso de vehículos por una zona reducida de la calzada, generando un punto de conflicto en el flujo normal del tránsito, pero permitiendo la circulación. Se utilizan en vías con mucho tránsito, por donde transita el transporte urbano y donde las condiciones del tránsito imposibiliten el corte total. Esto último es una decisión que se toma en conjunto con la inspección y con los departamentos que autorizan los cortes. También se realizan estos cortes donde las condiciones del bache lo exijan., esto puede ser un bache de poco tamaño, badenes o arreglos sobre cunetas.

Las obras de badenes por su ubicación respecto a las vías de circulación, el volumen de hormigón y la preparación que requieren es conveniente realizarlo en etapas, cada una de ella acompañada de un corte de media calzada. Esta logística facilita el tomado de juntas. El esquema de corte es el siguiente:

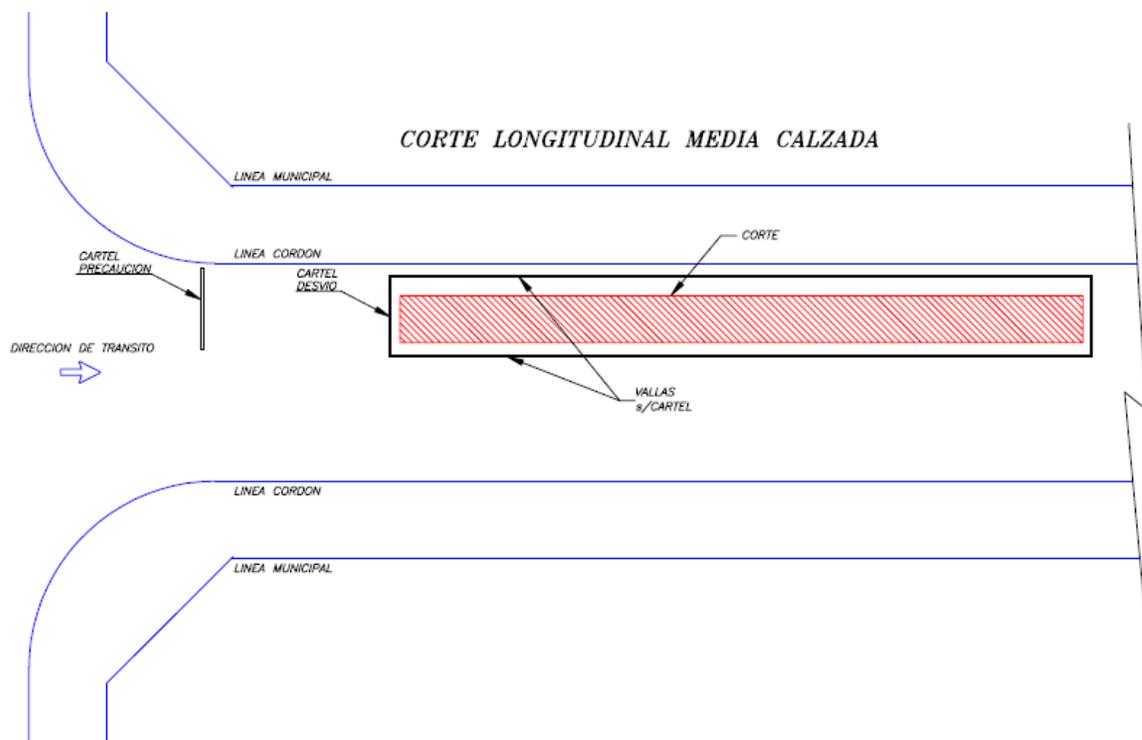


Fig. 3.2.9 Esquema en planta de un corte de media calzada.



3.2.4 CORTES AISLADOS

En la obra de bacheo, este tipo de corte no es muy utilizado por la superficie que limita, salvo en el caso de reparaciones menores o durante la tarea de tomado de juntas. En cambio si se utilizan para reparaciones de obras sanitarias sobre la calzada y redes de agua.

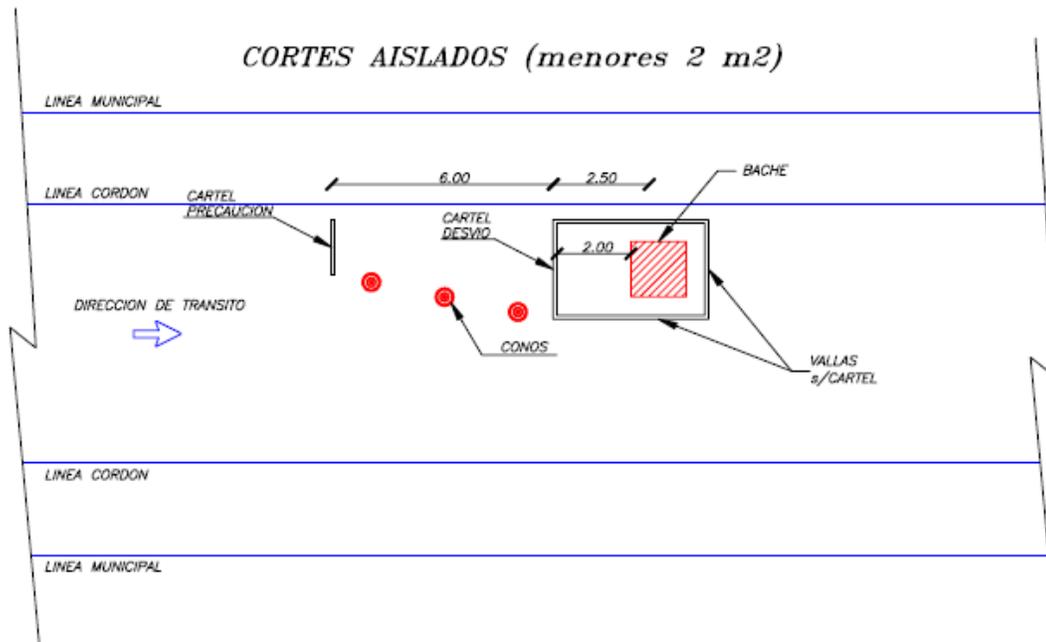


Fig. 3.2.9 Esquema en planta de un corte aislado.



2014

3.3 ETAPAS DE EJECUCIÓN DE UNA OBRA Y METODOS CONSTRUCTIVOS

Básicamente las obras de bacheo se dividen en las siguientes tareas, organizadas en orden cronológico de realización:

Rotura.

Limpieza.

Nivelación alimétrica.

Preparado de la base.

Provisión de hormigón para pavimentos.

Terminación y curado del hormigón.

Ejecución del cordón-cuneta.

Tomado de juntas.

Reparación de veredas.

Habilitación y recepción de obra.

A continuación se describirán, los métodos constructivos para la realización de las tareas antes enlistadas. Además se comentarán los problemas típicos que surgen durante el proceso.

3.3.1 ROTURA

Una vez demarcado el bache y realizado todos los procesos previos al inicio de la obra, queda definida una zona de pavimento, cuneta o badén, la cual debe ser removida. Esta zona queda, generalmente, delimitada por las juntas que ya poseía el pavimento viejo. En caso de no suceder esto, se debe realizar el aserrado para delimitar el área de trabajo.



Fig. 3.3.1 Aserradora.



Fig. 3.3.2 Aserradora.



2014

El delimitado generalmente se realiza de forma rectangular entre juntas o entre cortes realizados con aserradora. Esta máquina consiste en una sierra circular, de aproximadamente 0,30m de diámetro, montada sobre ruedas y accionada por un motor, generando un corte vertical de 6,35 cm de profundidad, siendo lo que exige el pliego no menos de 5 cm. Al efectuar la rotura entre las marcas se obtienen bordes rectos, limpios y nítidos.



Fig. 3.3.3 Proceso de Aserrado.

La rotura propiamente dicha se realiza mediante trituración por percusión y se utilizan equipos mecánicos, entre ellos: martillos neumáticos, taladros y martillos hidráulicos. Los baches al poseer superficies chicas, no necesitan de maquinaria pesada. En el caso de los trabajos realizados, se utilizó un martillo hidráulico accionado por una "Bobcat". Este tipo de maquinaria es muy versátil y permite la realización de otras etapas de la obra. Al aplicar el martillo entre las marcas realizadas, la rotura se produce entre ellas y se obtienen, generalmente, cortes limpios y netos de la zona. Los bordes deben presentar caras rectas y normales a la base luego de la rotura, en caso de no generarlo por la rotura propiamente dicha, se debe proceder manualmente para generar esta condición. Para ello los operarios utilizan picos, golpeando sobre los bordes que presenten aristas no deseadas.



Fig. 3.3.4 Proceso de rotura.



Fig. 3.3.5 Proceso de rotura.



2014

Se realiza la rotura hasta obtener trozos de hormigón, de tamaños tales que un operario pueda movilizarlos manualmente. Esto se debe a la facilidad para la operación manual en caso de ser necesario, por mantención del balde de la pala que cargan los trozos y para no dañar la caja del camión donde se los cargan para la limpieza.



Fig. 3.3.6 Tamaño del material luego de la rotura.

El procedimiento de aserrado debe ser lo más preciso posible, tratando que las líneas de corte sean los más derechas posibles. Para ello es conveniente realizar el proceso marcando previamente la línea por donde se efectuará el corte correspondiente.

Hay que ser cuidadoso durante la tarea de rotura, evitando la rotura de lo que está debajo del pavimento y de las losas vecinas. En ocasiones las tapadas mínimas de las redes de agua y cloacas no son las exigidas, estando las conducciones muy cerca de la superficie, por lo cual es común romper alguna de las conducciones, generando problemas no solo en la zona de trabajo sino también a los vecinos.



Fig. 3.3.7 Rotura de un caño de la red de agua.



2014

Las losas vecinas que presentan alto grado de desgaste, durante el proceso de rotura y a pesar de un correcto aserrado o rotura por la junta, se fisuran por el mismo proceso de vibración. Ante esta situación se debe acudir a la Inspección para que analice la posibilidad de extender la rotura, abarcando un área mayor y contemplando las zonas afectas.

3.3.2 LIMPIEZA

Luego de la rotura se procede a la limpieza de la zona de trabajo, que incluyen los trabajos para lograr una superficie de asiento del nuevo pavimento sana, pareja, sin elementos sucios ni extraños, sujetándose a las órdenes impuestas por la inspección.

El procedimiento se realiza con palas frontales pequeñas, generalmente una Bobcat y su pala. En caso de ser necesario, se opera manualmente con palas. Se deben tomar todas las precauciones a fin de evitar accidentes o daños a terceros y/o elementos de la vía pública, como ser, losas vecinas, cordones, veredas, postes o cualquier elemento que no haya sido ordenado demoler.



Fig. 3.3.8 Limpieza con pala frontal.

Los elementos extraídos, fragmentados de la losa, escombros, deberán ser maniobrados por el equipo en forma tal que no se produzcan deterioros o roturas en las zonas del pavimento que permanecerá sin romperse. Esto se refiere especialmente al topado o descarga de los escombros sobre el área de pavimento que no sea demolido, prohibiéndose todo accionar que afloje, dañe o produzca carga excesiva sobre las losas vecinas.



2014



Fig. 3.3.9 Escombros por limpiar.

Se cuidará que los escombros no entorpezcan el tránsito durante la ejecución de los trabajos, quitando además del lugar todo el material de rotura y limpieza sobrante en la misma jornada laboral.

Es imprescindible dejar los bordes de la reparación libres de tierra, polvo o partículas sueltas para obtener adherencia entre el hormigón fresco y el existente.



Fig. 3.3.10 Bordes lisos por limpiar.

Los sitios de descarga, es decir los lugares donde se llevan los materiales extraídos de la obra, deberán ser contratados con la debida autorización y aprobación de la Inspección y allí se deberá proceder a la distribución en la forma que sea ordenado. Para la descarga existen diversos lugares, en este caso se realiza en el basural municipal ubicado en Villa Esquiú, allí se exige un remito con la cantidad aproximada en peso de los materiales a descargar, la cual generalmente coincide con el peso total del camión lleno. El transporte de los escombros debe prever una cobertura en la caja del camión para no generar pérdidas de material durante el viaje.



2014



Fig. 3.3.11 Camión descargando en el basural.



Fig. 3.3.12 Camión descargando en el basural.

3.3.3 NIVELACIÓN ALTIMÉTRICA

La nivelación altimétrica comprende las tareas necesarias para dar niveles a los diferentes elementos que abarcan el paquete estructural y calzada. Por paquete estructural nos referimos a la subrasante, definiendo su espesor, con la nivelación, y por consiguiente el espesor de la losa de hormigón, que según pliego debe ser de 15 cm de espesor como mínimo. En ciertos casos se pueden llegar a espesores de losa de aproximadamente 18 cm, esto depende de las condiciones del tránsito y/o especificaciones de la Inspección.



El procedimiento se realiza con nivel óptico tomando una lectura del pavimento viejo y luego colocando estacas a las cotas que se obtienen de restarle a esta lectura los espesores correspondientes de los elementos que definen el paquete estructural, para luego “cortar” o rellenar en caso de ser necesario la subrasante. Aquí se pueden diferenciar dos tipos de subrasante que definirán el procedimiento a realizar para obtener los espesores necesarios del paquete, estos son: subrasante compuesta por suelo natural



2014

o subrasante compuesta por suelo nuevo. La explicación de cuando se usa uno u otro tipo de suelo, se explicará en otro apartado. En caso de tener la subrasante de suelo natural, se colocan estacones de madera sobre el lado de mayor longitud del bache y a ambos lados del mismo, en una longitud no menor a 2 m o lo que las dimensiones del bache permita. Los estacones se nivelan colocando la regla sobre el pavimento viejo para tomar una lectura, a la cual se le deben restar los espesores deseados y clavar la estaca hasta obtener la lectura final, es decir la lectura del pavimento viejo menos el espesor de la losa y el espesor de la sub-rasante. Luego, por acción de una pala mecánica, se comienza a remover el suelo natural hasta llegar a cortar la estaca nivelada. Se utiliza una pala mecánica debido a las dimensiones del bache, este procedimiento se efectúa de manera óptima realizándolo con una moto niveladora.



Si el suelo natural debe ser removido y luego reemplazado por suelo nuevo, el procedimiento de nivelado de los estacones es similar al caso anterior, solo que la estaca define una cota superior a la cual se debe llegar con el suelo nuevo. Este procedimiento de relleno se realiza por acción de una pala mecánica que distribuye el suelo en la superficie del bache y en capas que deben ser compactadas, hasta el nivel definido por la estaca.

La calzada es el área destinada a la circulación de vehículos de los diferentes medios de transporte y transitoriamente a peatones en el cruce entre veredas. Accesoriamente se la utiliza como zona de estacionamiento o parada de vehículos, se compone de carriles, los cuales quedan definidos por el número de los mismos y su ancho, que dependen la tipología de calzada. Además se compone de cordón cuneta, posee una pendiente transversal para evacuar los excesos pluviométricos y de una pendiente longitudinal.

La nivelación altimétrica de la calzada comprende definir las pendientes transversales y longitudinales de la vía y la cuneta. Al ser roturas parciales de la calzada, badén o cuneta, las pendientes generalmente están condicionadas por las pendientes que posee la calle en la que se efectuó la rotura, por ende se deben mantener dichas pendientes. La finalidad de la nivelación es definir las alturas de los diferentes elementos componentes



2014

de la calzada, completándose el proceso con el moldeado de la zona en caso de ser necesario.

Existen situaciones donde es imposible mantener las pendientes que posee la calzada existente, debido a que se encuentran muy por debajo de la pendiente mínima teórica para el escurrimiento de aguas pluviales (3 ‰). Aquí es donde se deben cambiar las pendientes existentes, modificar las secciones de las cunetas o badenes y/o modificar el escurrimiento del agua. Estos casos son situaciones sensibles que deben ser discutidos con la inspección para tomar la solución definitiva, la cual puede no ser la solución correcta. Para remediar esta situación de manera correcta, se debe buscar el desnivel que garantice una pendiente mínima, lo que lleva a aumentar la superficie del bache. Se van tomando lecturas de niveles a lo largo de distintos puntos hasta encontrar el punto a partir del cual se garantiza la condición de mínima pendiente. Este procedimiento puede llevar a extender el bache a dimensiones muy grandes, por ejemplo cuadras enteras. Esto claramente no es lo pretendido por la inspección, basándose en el concepto de mínimo gasto.

En parte esta condición va en contra de lo que uno como profesional puede aportar, ya que no se está dando una solución correcta al problema, pero esto excede a las “normas del buen profesional”. Viéndolo desde otro punto de vista, uno como profesional debiera encontrar una solución al problema aprovechando los escasos recursos con los que se cuenta y aquí es donde la práctica provee lo que la teoría no.

En cunetas o badenes donde no se pueda nivelar correctamente, lo conveniente es modificar la sección de las mismas, aumentando la sección transversal. El aumento de la sección transversal se materializa con una pendiente transversal más pronunciada, alrededor de 8 cm entre la espalda de la cuneta y la cara exterior; además de aumentar la pendiente trasversal de la calzada completa y sin modificar el nivel superior del cordón que debe quedar alineado y siguiendo la cota de los cordones adyacentes. Este proceso se lleva a cabo por etapas, primero la cuneta y luego el paño de calzada correspondiente.

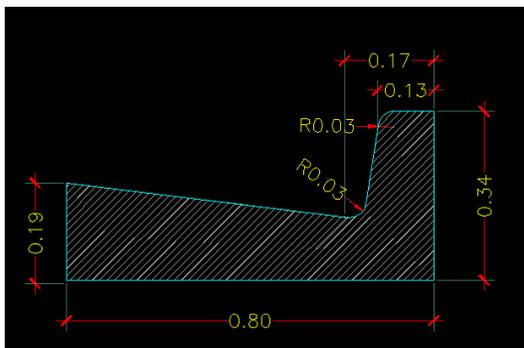


Fig. 3.3.13 Esquema de cordón-cuneta normal.

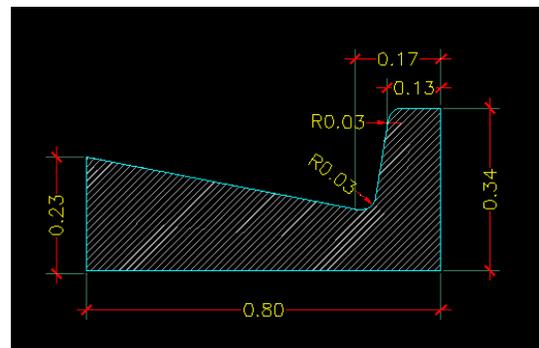


Fig. 3.3.14 Esquema de cordón-cuneta con mayor pendiente transversal.

La nivelación de la primera etapa, o sea la cuneta, se realiza tomando niveles en un extremo y otro de la misma y chequeando el desnivel longitudinal o paralelo al eje de la cuneta, que se supondrá menor que la mínima, para luego ubicar clavos o puntos en toda su extensión, sobre la línea que será la línea de escurrimiento o “espalda de la cuneta”,



2014

cada cierta distancia que depende de la extensión de la cuneta y del desnivel que se posea, mientras más clavos se coloquen más precisa será la nivelación. Se divide el desnivel en la cantidad de clavos más uno que se hayan colocado, y se distribuye la altura en dichos puntos. Para ello a partir de la lectura del nivel en un extremo, se coloca la regla en el clavo y se sube o se baja el mismo hasta obtener una lectura en la regla igual a la lectura en el extremo, sumado al desnivel parcial asignado para ese tramo. La pendiente transversal se obtiene colocando clavos paralelos a línea de escurrimiento, separados en ese sentido, el ancho de la cuneta que se encuentra entre 0,70 a 1,00 m en general. Estos clavos se nivelan, colocándolo de 5 a 8 cm por sobre los clavos puestos en la línea de escurrimiento. Siguiendo este proceso, el agua tiende a formar una línea y no un charco bajo caudales medios.

El mismo procedimiento se podría aplicar a badenes en los cuales la pendiente longitudinal está por debajo de la mínima, con la salvedad que a partir de la línea de escurrimiento del badén, se nivela transversalmente hacia ambos lados de la misma. En un badén se deben cuidar las pendientes trasversales, debido al tráfico. No pueden ser muy pronunciadas ya que condicionaría el paso de vehículos por encima de él. Por esto no conviene que la pendiente supere los 10 cm de desnivel entre la línea de escurrimiento y el borde exterior del badén, a menos que los caudales lo requieran.

Otra solución a los problemas de desniveles ínfimos, es modificar el sentido de escurrimiento del agua, generando badenes cruzados que descargues desde el final de la cuneta hasta un punto más bajo ubicado en sentido diagonal. Esto puede descargar hacia la cuneta ubicada en frente o hacia un badén ubicado en sentido transversal a la cuneta, en la esquina de la calle. Esta alternativa, es conveniente cuando las calles transversales a la calzada en cuestión, poseen una pendiente longitudinal mucho mayor (calles en bajada).



Fig. 3.3.15 Badén cruzado terminado.



Fig. 3.3.16 Badén cruzado terminado.

En los casos donde la pendiente es mayor o igual a la pendiente mínima, el procedimiento de nivelación sólo se limita a contabilizar el desnivel entre los extremos de la cuneta o badén y distribuirlos en la longitud del mismo. Para ello se colocan clavos en el sentido paralelo al eje de la cuneta o badén, colocando la regla sobre el mismo y sumando o restando los desniveles parciales de cada tramo al desnivel de un extremo.



2014



Fig. 3.3.17 Cuneta moldeada, utilizando tanza para nivelar los moldes de base.



Fig. 3.3.18 Cuneta moldeada, utilizando tanza para nivelar los moldes de base.

La nivelación de baches o roturas sobre la calzada comprende el control de las pendientes transversales, o sea el desnivel existente entre el eje de la calle y el borde exterior de la cuneta. Este procedimiento solo se puede realizar cuando las condiciones de contorno del borde de la apertura lo permiten. Por ejemplo, si solamente se realiza la apertura de un sector de calzada a un lado del eje y no al otro lado, no se puede materializar la pendiente transversal de sólo un sector.

3.3.4 PREPARADO DE LA SUBRASANTE

Se trata de la materialización de una base granular, conocida como subrasante, la cual tiene como finalidad servir de sostén para el apoyo de la base granular o la losa propiamente dicha. Se considera como subrasante, aquella porción de superficie de 0,15 m de espesor ubicada inmediatamente por debajo del hormigón a ejecutar.

Las tareas que incluye este ítem se refiere a:

Rotura, extracción, remoción, excavación, carga, transporte y descarga del material que fuese necesario para lograr las cotas necesarias de la subrasante del pavimento de hormigón a ejecutar, como así también cordones existentes, vados, alcantarillas, cámaras de servicios públicos y todo aquello que se encuentre en el área de trabajo para una correcta ejecución de la sub-rasante. Se deberá proceder a la extracción a mano o a máquina del material de la subrasante. Provisión, colocación, distribución y compactación del material apto dentro de los 0.15 m que conforman la subrasante con la adecuada conformación en cuanto a cotas, perfiles geométricos, lisura y nivel.

Se considera material apto aquel que cumpla con las siguientes especificaciones, según pliego:

Suelos con valores de densidad máxima mayores de 1700 kg/m^3

Límite líquido menor a 30



2014

Límite plástico menor a 10

Libre de ramas, troncos, matas de hierbas u otros materiales orgánicos.

La compactación se realizará en una capa de 15 cm de espesor, inmediatamente de extendido el material y se efectuará con pisones neumáticos, hidráulicos, planchas o rodillos vibradores, y solo en caso de ser imposible el uso de procedimientos mecánicos la Inspección podrá permitir el empleo de pisones de mano.



Fig. 3.3.19 Compactado con rodillo liso vibrador hidráulico.



Fig. 3.3.20 Compactado con rodillo liso vibrador hidráulico.

El perfil de la subrasante será conformado y perfilado mediante nivelación eliminando irregularidades en todo sentido, para asegurar espesores correctos y uniformes del hormigón a ejecutar, admitiéndose como tolerancia una diferencia entre cotas de bordes de la zona preparada no mayor al 4 %. De no cumplirse, se deberá escarificar y corregir adecuadamente.

El proceso de compactación tiene como finalidad otorgarle al suelo la densidad máxima requerida. Como se comentó antes, se realiza con maquinaria que aporte la energía suficiente, para lograr la compacidad y uniformidad del suelo requerida.



Fig. 3.3.21 Base terminada, compactada con rodillo liso vibrador hidráulico.



2014

La compactación consiste básicamente en esparcir el material en la extensión de la rotura, regarlo con la cantidad de agua necesaria y compactarlo usando alguna de la maquinaria disponible, repitiendo este procedimiento por capas de material, hasta llegar a la cota superior definida en la nivelación altimétrica.



Fig. 3.3.22 Compactado con rodillo liso vibrador de mano.



Fig. 3.3.23 Base terminada, compactada con rodillo liso vibrador de mano.



Fig. 3.3.24 Compactado con rodillo liso vibrador de mano.

La densidad en obra exigida dependerá de la clasificación de suelos, definida en las normas de Vialidad Nacional, las cuales son:

Para suelos A1, A2 y A3 (Clasificación HBR) será del 95 % referida al ensayo V de la Norma VN-E5-93. (ANEXO 3)

Para los demás suelos se exigirá el 95% del Ensayo I de la Norma VN-E5-93. La capa de asiento de la subrasante se deberá compactar al 92% de la densidad máxima correspondiente en un espesor de 0,15 m.



2014

En relación a las humedades en ningún caso se aceptarán valores superiores a la óptima, pudiéndose trabajar hasta un 20 % en menos de dicho valor.

La clasificación anterior de suelos se divide, según la Norma, en dos grandes grupos, el de los materiales granulares con un 35% o menos pasando por el tamiz IRAM 75 micrómetros (N° 200) y el de los materiales limo-arcillosos, conteniendo más del 35% que pasa al tamiz IRAM 75 micrómetros (N°200).

En la práctica, de ser posible, se reutiliza el suelo existente, despojándolos de baches y “colchones” que pueda contener, mezclándolo y uniformizándolo, para luego compactarlo nuevamente, mediante maquinaria que aporte la energía requerida.

El procedimiento seguido para la reutilización del suelo existente consiste en, arar el suelo y mezclarlo utilizando una pala frontal de pequeña envergadura y algún dispositivo para el arado (martillo hidráulico, por ejemplo), dejándolo reposar y arear un tiempo prudente, eliminando el exceso de humedad contenido. Luego se lo uniformiza con pala frontal de pequeña envergadura o manualmente, con palas de mano, según la superficie de la rotura lo permita y se lo riega con agua. En este punto se comienza la compactación utilizando el método que la superficie del bache lo permita. Para superficies grandes, se utiliza un rodillo liso vibrador de pequeña envergadura, compactando el suelo por franjas. Para superficies pequeñas se utilizan placas lisas vibratoras, las cuales son fáciles de manipular y otorgan una adecuada energía de compactación. El procedimiento anterior se repite, regándolo y compactándolo hasta aproximarse a la humedad óptima requerida.

Debido a la rapidez de ejecución de las obras y las pocas exigencias de compactación de los suelos, los ensayos de control son escasos, con lo cual es conveniente para la práctica conocer el suelo. Esto se aprende con la observación del mismo, observando la humedad que contiene y el estado en el que se encuentra. Si se localizan suelos con elevado contenido de humedad en un espesor apreciable, se debe cambiar el suelo existente, por un nuevo suelo granular que atienda a las exigencias del pliego y aplicando los mismos procedimientos de compactación antes explicados. Además se desprecian los suelos no aptos como los muy arenosos, encontrados generalmente en zonas cercanas al río y los suelos muy arcillosos, muy común en Córdoba denominado loess. El material a proveer deberá estar exento de elementos extraños, materia orgánica y piedras de más de 5 cm. La compactación se realiza distribuyendo el material en la superficie, regándolo y compactándolo por capas de aproximadamente 5 cm, hasta la cota deseada correspondiente al espesor dado a la subrasante.



Fig. 3.3.25 Acopio de 0-20.



2014

Luego de la compactación, cualquiera que sea el suelo utilizado, se debe verificar que no exista acumulación de humedad en una superficie pequeña, denominados comúnmente “colchones”, la uniformidad de la superficie en general y el grado de compactación que posee. Generalmente si un camión cargado no deja huella sobre la base, no se aprecia humedad, es uniforme y no posee colchones, se obtienen resultados cercanos al 95% de la humedad óptima del ensayo.

El control de densidad, por parte de la Inspección, se realiza mediante el ensayo “Equivalente de Arena” o mejor conocido como “cono de arena”, ejecutado según la Norma de Vialidad Nacional VN-E10-82 (ANEXO 4). El contratista es el encargado, en caso que la Inspección lo disponga, de gestionar el ensayo y encargarse de la movilidad del laboratorista. La Norma del ensayo se encuentra en el Anexo.



Fig. 3.3.26 Suelo a reemplazar.



Fig. 3.3.27 Suelo a reemplazar.

Existen casos donde se ejecuta una sub base de hormigón pobre a construirse en espesores variados pero manteniéndose dentro de un entorno de variabilidad tal que se construya en valores promedio, una capa de 0,10 m de espesor, a ser ejecutada sobre la subrasante o en general sobre áreas o sitios ordenados por la inspección.

3.3.5 PROVISIÓN DE HORMIGÓN PARA PAVIMENTOS

El hormigón es el material estructural utilizado para la ejecución de los pavimentos, cordones-cuentas, cordones y bacheos en general. Este material surge de la mezcla minuciosa de diferentes componentes que le otorgan las características deseadas, estos son: cemento, agua, agregado fino, agregado grueso y eventualmente aditivos.

El diseño de una mezcla es un proceso que consiste en tres pasos interrelacionados:

Selección de los constituyentes del hormigón.

Determinación de sus cantidades relativas para producir un hormigón de las características apropiadas y lo más económicamente posible.



2014

Ajuste de las cantidades estimadas mediante su ensayo en pastones de prueba.

Siendo un diseño satisfactorio de la mezcla, si se cumple con las condiciones de trabajabilidad, resistencia adecuada y economía. En general, la mezcla más económica será aquella con menor contenido de cemento sin sacrificar la calidad del hormigón. Entonces, si asociamos la “calidad” a la relación agua/cemento, es evidente que debemos reducir la demanda de agua de la mezcla, manteniendo la calidad.



Fig. 3.3.28 Camión “mixer”, para la provisión de hormigón.



Fig. 3.3.29 Camión “mixer”, para la provisión de hormigón.

La resistencia debe cumplir con los requisitos establecidos en el pliego y en la etapa previa de diseño, generalmente especificada por una resistencia característica, definida como el valor estadístico que corresponde a la probabilidad de que el 95 % de todos los resultados de ensayos de la población supere dicho valor. Estos requisitos de resistencia apuntan a obtener hormigones de calidad, resistencia adecuada y resistencia adecuada al momento de la habilitación. Cabe distinguir la diferencia entre la resistencia obtenida a los 28 días y a los días preestablecidos para la habilitación. El hormigón durante el proceso de fraguado, experimenta una evolución de la resistencia en función del tiempo, la cual se puede representar en una curva Resistencia vs. Tiempo. Observando dicha curva se puede concluir que, en un primer momento, la resistencia tiene a crecer rápidamente y luego comienza a disminuir la tasa de crecimiento hasta estabilizarse y seguir creciendo con el paso del tiempo. Este punto teórico de estabilización se produce aproximadamente a los 28 días de fragüe. El valor de resistencia obtenido a los 28 días se corresponde con la resistencia característica del hormigón. Las pendientes de las curvas dependen principalmente de la resistencia característica del hormigón y en menor medida del agregado eventual de aditivos, como ser, retardadores o aceleradores de fragüe. También las pendientes se modifican por las condiciones en las que se realiza el ensayo, humedad temperatura, moldeado de probetas, etc. Para condiciones iguales, sin aditivos y resistencia diferente, las curvas tienden a evolucionar de forma más rápida en hormigones de mayor resistencia característica. Por ejemplo trazando un punto cualquiera, manteniendo constante los días, se observa que el hormigón de mayor resistencia posee un resistencia mayor a comparación del hormigón con una resistencia característica menor.



2014

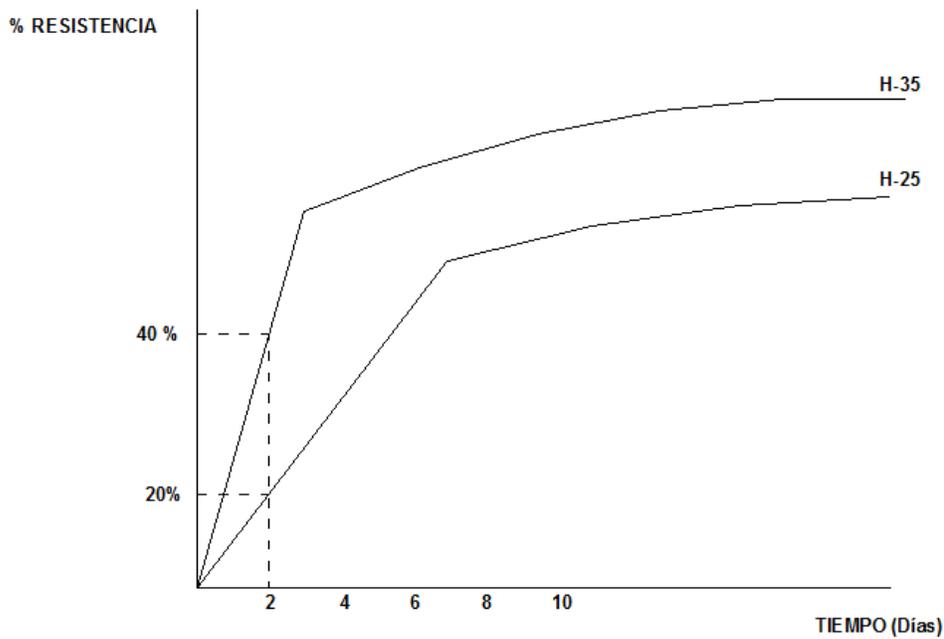


Fig. 3.3.30 Comparación de curvas de resistencia vs tiempo, en hormigones H-25 y H-35

Existen situaciones en la práctica que las condiciones de la obra, obligan a una habilitación rápida de la misma. Esto puede deberse a una decisión de la Inspección, pero principalmente cuando el tránsito lo obliga. En vías muy transitadas, donde un corte total o parcial de la misma, condiciona drásticamente el flujo de tránsito se debe incursionar en el uso de hormigones de habilitación rápida o temprana. La característica distintiva de este tipo de hormigones es su alta resistencia, obteniéndose la resistencia necesaria para la habilitación, en una cantidad de días inferior a la necesaria en los hormigones comúnmente usados.

El hormigón destinado a las tareas de ejecución de pavimentos, cordones, cordones-cunetas y bacheo en general, debe cumplir con lo establecido en el pliego de especificaciones técnicas generales para la ejecución de pavimentos de hormigón simple y armado de la Municipalidad de Córdoba, las presentes especificaciones técnicas particulares y las órdenes de la Inspección.

El hormigón deberá ser capaz de suministrar una resistencia mínima en el ensayo de compresión cilíndrica sobre testigos extraídos del pavimento de 255 Kg/cm^2 a los 28 días, o sea hormigones tipo H-25, y una resistencia mínima de 217 Kg/cm^2 a los 7 días. Esto se refiere a la mínima capacidad exigida para la habilitación y la consecuente circulación del tránsito. Para el caso de hormigones de habilitación temprana, la resistencia mínima a los 28 días es de 350 Kg/cm^2 , o sea hormigones tipo H-35, y una resistencia mínima de 217 Kg/cm^2 a las 72 h.



2014

3.3.6 REPOSICIÓN DE PAVIMENTO DE HORMIGÓN SIMPLE DE ESPESOR VARIABLE CON CORDONES UNIFICADOS

Las tareas de este rubro se refieren a la completa reparación mediante la nueva ejecución del pavimento de hormigón simple de un espesor que variará según la obra y la orden de la Inspección entre 0,15 y 0,20 m, incluyendo los cordones unificados en los casos que así corresponda.

Terminado con el perfilado de la base, quedando el espesor futuro de hormigón con la altura correspondiente y los bordes de rotura limpios, se procede a colocar los moldes, comúnmente llamados de “base”. Estos se colocan sobre la cara donde irán los cordones y sobre zonas donde la inspección ordene un empalme futuro con asfalto. Los demás bordes, son lisos y no necesitan de moldes. La función básica del molde es contener al hormigón durante el fragüe otorgando el espesor de losa correspondiente. Los moldes se materializan con chapa plegada o perfiles debidamente arriostrados y sus medidas, comúnmente usadas, son de 3 m de largo por 0,15 m de altura y 0,15 m de base.



Fig. 3.3.31 Losa en proceso de fraguado, moldeada.



Fig. 3.3.32 Proceso de moldeado.

La colocación se realiza mediante nivelación, para que se materialice correctamente el espesor deseado de hormigón. Para ello se prosigue con lo explicado en el apartado de nivelación altimétrica, colando clavos en la línea donde se ubicarán los moldes, nivelándolos y tirando una tanza entre los clavos.



2014



Fig. 3.3.33 Proceso de moldeado.



Fig. 3.3.34 Proceso de moldeado.

El borde superior del molde deberá copiar la línea de la tanza, con la mayor precisión posible. Para ello se raspa la base en caso que el molde quede por encima de la línea o se agrega tierra por debajo del mismo en caso que el borde superior del molde quede por debajo de la línea demarcada con la tanza.

Ubicados los moldes se los calza, sobre el borde exterior del molde, para evitar que el empuje del hormigón que contiene los corra de su lugar. Este procedimiento se realiza con tierra y clavos. Es conveniente que sobre la base del molde se materialicen huecos para clavar los clavos, sino se lo clava directamente sobre el borde exterior del molde.



Fig. 3.3.35 Moldes calzados.



Fig. 3.3.36 Moldes calzados.



2014

Además de mantener el espesor de hormigón, la nivelación de los moldes, debe asegurar el correcto escurrimiento de las aguas.

Con los moldes ubicados y calzados, se los pinta con aceite desencofrante o aceite quemado para facilitar el desmoldado y mantener los moldes libres de hormigón adherido a su superficie. Así queda la zona lista para ser llenada. Antes de comenzar con el llenado, se debe regar toda la superficie de la base, para que la masa de hormigón no pierda humedad y no sea absorbida por la base.



Fig. 3.3.37 Pintado de los moldes con aceite desencofrante.



Fig. 3.3.38 Pintado de los moldes con aceite desencofrante.

El proceso de llenado se lleva a cabo descargando el hormigón en la superficie delimitada por la rotura y los moldes. Se utiliza la bandeja del camión mixer que provee el hormigón, acercándolo a la zona, descargándolo y con ayuda de los operarios, equipados con palas, se lo esparce en toda la superficie. Debe cuidarse que no queden zonas donde haya déficit de hormigón, si esto sucede se lo rellena con palas manualmente.



Fig. 3.3.39 Proceso de llenado.



Fig. 3.3.40 Proceso de llenado.



2014



Fig. 3.3.41 Proceso de llenado.



Fig. 3.3.42 Proceso de llenado.

Una vez llena la superficie se procede al vibrado y compactación del hormigón, esta tarea es de suma importancia para evitar la segregación y garantizar un material uniforme en todo el espesor. Si no se lo vibra, se notarán zonas en la altura del espesor con texturas tipo “panal de abejas” donde se separa el agregado grueso del fino. El vibrado se realiza con reglas vibratoras o vibradores tipo aguja. Las reglas vibratoras son reglas metálicas acopladas a un motor de dos tiempos que proporciona el movimiento requerido de vibrado. El tipo aguja se componen de un pisón, acoplados a un motor que hace vibrar al mismo. El vibrado debe ser lo más parejo posible, llegando a toda la superficie. Si se utilizan reglas para el vibrado, estas se apoyan en el hormigón fresco y se la hace mover por toda la superficie, en cambio si se utilizan vibradores tipo aguja, estos vibran por inmersión dentro del hormigón fresco, así se lo introduce dentro de la masa y se lo hace en toda la superficie.



Fig. 3.3.43 Regla vibratora.



Fig. 3.3.44 Vibrador de inmersión.



Fig. 3.3.44 Proceso de vibrado.



2014

Continuando con las tareas, luego del vibrado, se lo trabaja con un fratacho largo o palón. Aquí un operario, con experiencia en esta tarea, le da la terminación superficial, asegurando una correcta nivelación en cuanto a las pendientes, tanto transversales (gálibo) y longitudinales, respetando las cotas de diseño y condicionantes de diseño. Con el fratacho se deja la superficie casi lista, si es necesario se utiliza un fratacho de mano en los bordes para corregir imperfecciones en ellos.



Fig. 3.3.45 Proceso de "fratachado".



Fig. 3.3.46 Proceso de "fratachado".

Lo que queda es darle la lisura superficial, marcar líneas de escurrimiento de agua y líneas para futuras juntas. La lisura superficial, se realiza con cintas de materiales sintéticos o con bolsas arpilleras mojadas que se pasan por toda la superficie del hormigón fresco. Es conveniente marcar las líneas de escurrimiento o líneas de agua, sobre los bordes de cordones, los mismos moldes de cordón marcan la línea, en badenes es conveniente utilizar algún elemento (un perfil de sección rectangular, un tubo redondo de diámetro pequeño) y hacerlo desplazar por la línea de escurrimiento. Para marcar las líneas de juntas, se utiliza tanza y se la apoya sobre el hormigón terminado en las zonas donde se quiera materializar una junta, por ahí se aserrará y se sellará la junta.



Fig. 3.3.47 Terminación superficial con bolsa arpillerera.



Fig. 3.3.48 Terminación superficial con cinta.



2014

Luego de terminar todas las tareas anteriores, se procede al curado del hormigón, que consiste en el mantenimiento de contenidos de humedad y de temperaturas satisfactorios en el concreto durante un periodo definido inmediatamente después de la colocación y acabado, con el propósito que se desarrollen las propiedades deseadas de resistencia y durabilidad. El curado se realiza con productos químicos aprobados por la inspección, el cual generalmente es pintura anti sol. La pintura anti sol es un producto comercial que genera una membrana plástica que evita la evaporación del agua contenida en la masa de hormigón. La misma se compone de resinas vehiculizadas en solventes. La aplicación del producto se lo coloca por riego en la superficie de manera uniforme, mediante el empleo de una máquina pulverizadora. El mismo debe aplicarse a las dos horas de hormigonado como máximo y siempre se debe garantizar un espesor de película acorde a la época del año en la que se encuentre.



Fig. 3.3.49 Colocación de la pintura antisol



Fig. 3.3.50 Diferencia entre hormigón con y sin antisol

Los cordones se ejecutarán con los mismos materiales y características generales del hormigón empleado en la calzada y unificados con ellas. Puede haber dos tipos de cordones, rectos o curvos, dependiendo de la zona donde se ubique la rotura, y diferentes tipologías de los mismos, cordones convencionales, montantes y especiales, su uso depende de las ordenanzas municipales que rigen en la zona donde se ubica la rotura o decisión de la inspección. Estas características las da el molde de cordón, el cual se compone de dos perfiles (generalmente tipo "C") separados 0,15 m y arriostrados convenientemente, dotados de manijas para su transporte y que además sirven para materializar la separación. Los moldes en sus bordes superiores, son redondeados y el borde inferior materializa la línea de de escurrimiento.

Los cordones deberán ejecutarse inmediatamente después de haberse ejecutado la losa o cuneta, no bien el hormigón permita la colocación de los moldes, siempre dentro de la misma jornada laboral. Si eventualmente o como caso de excepción no se hormigonara el cordón en conjunto con la losa, se usará un adhesivo plástico.



2014

Se debe procurar una perfecta alineación de los moldes, para ellos se tira la tanza de una punta a otra de la longitud total del cordón a hormigonar y allí se hace coincidir la tanza con el borde superior del molde de cordón, acompañado de una inspección visual de la alineación. En los cordones curvos el radio se medirá a borde externo del cordón y la alineación se materializa con clavos colocados en la extensión de la curva y tanza, siguiendo el mismo procedimiento que los moldes rectos.



Fig. 3.3.51 Moldes de cordón alineados

Los cordones generalmente no son armados, en caso que se lo requiera, el mismo se realiza mediante la colocación de estribos de 6 mm de diámetro, colocados cada 30 cm y dos hierros longitudinales del mismo diámetro en la parte superior, debiendo ser atados los mismos con alambre y cortados en coincidencia con las juntas de contracción.

El llenado de cordones se realiza con baldes para transportar el hormigón y con una cuchara de albañil se lo coloca dentro del molde, donde se lo debe vibrar manualmente, por ejemplo con la misma cuchara. La terminación superficial se genera con fratacho de mano, alisando la superficie del mismo.

Se deberán dejar previstos en los cordones los rebajes de entradas de vehículos, bajadas de discapacitados en cordones esquina y orificios para desagües.



2014



Fig. 3.3.52 Proceso de llenado de cordones.



Fig. 3.3.53 Proceso de llenado de cordones.

Es moneda corriente en pavimentos urbanos la existencia de tapas, marcos, cajas, braseros y llaves, de diferentes servicios, como ser agua, cloacas, teléfono, etc. El pliego y en los casos que la inspección lo disponga, obliga a la colocación en cota del pavimento y restitución en una calzada repavimentada, a los diversos elementos ubicados en la calzada y que hayan quedado fuera del nivel de la misma por causa de las distintas tareas realizadas o por ser la causa de las fallas que obligan a la repavimentación. Para la ejecución de estas tareas se respetarán en todo las normas vigentes en la repartición que corresponda. Los arreglos de roturas y pérdidas de válvulas y caños, están a cargo de la repartición correspondiente.

Para poner a nivel se realiza la nivelación con hiladas de ladrillos comunes necesarios, tomadas con mortero 1:3, completando con un anillo perimetral de hormigón pobre de 0,20 m de espesor. Se cuidará de no dañar los marcos y tapas existentes, los dos serán recolocados en su nueva posición. En caso de que algunos de estos elementos se encontraran dañados con anterioridad, se gestionará en la repartición que correspondiente, la provisión de elementos nuevos, los que deberán ser colocados posteriormente. Se debe además, reconstruir las losas y marcos, utilizando un encofrado que satisfaga las condiciones del marco, generalmente circular. Se lo arma con hierro de diámetro 10 mm, previendo un caballeteo en los bordes, hierro de por medio. La losa debe hormigonarse previo al llenado del pavimento y el marco debe tener la cota necesaria.

3.3.7 EJECUCIÓN DE CORDÓN-CUNETETA

Las tareas de este rubro se refieren a la ejecución de cordones-cunetas unificados, en las zonas, áreas y dimensiones indicadas por la inspección y/o según los planos tipo oficiales.

La ejecución se realiza en base a todo lo explicado anteriormente, en cuanto a preparación de bases, materiales, etc. Lo destacable es que no se admitirán deficiencias en cuanto al libre escurrimiento de las aguas, siendo obligación nivelar correctamente para evitar en todo sitio la acumulación de las mismas. Los cordones se realizan



2014

simultáneamente con la cuneta, con una diferencia no mayor de 3 a 6 horas, dependiendo de las condiciones climáticas y siempre dentro de la misma jornada laboral.

Según las órdenes de la inspección, los cordones-cuneta serán ejecutados en anchos totales, es decir medidas externas entre 0,80 a 1,20 m.

3.3.7 TOMADOS DE JUNTAS

Las juntas en los pavimentos de hormigón, son necesarias para mantener todas las tensiones, que se desarrollan en la estructura, inferiores a las admisibles.

Se clasifican según su ubicación en:

Longitudinales.

Transversales.

Según su función en:

De expansión.

Contracción.

Articulación.

Construcción.

Juntas de expansión.

Son generalmente transversales, y proveen espacio para la libre dilatación de las losas. Comprende todo el espesor de la losa y tiene una separación de aproximadamente 2 cm.

Juntas de contracción.

Tienen la función de aliviar las tensiones causadas por la contracción del material y disminuir las de alabeo. Las más comunes son las denominadas “por el plano de debilitamiento”, las cuales pueden ser longitudinales o transversales.

Juntas de articulación

Se colocan para reducir las tensiones de flexión provocadas por el alabeo, ya sea por temperatura o humedad. Son longitudinales.

Juntas de construcción.

Se realizan a la terminación del trabajo diario o cuando se interrumpe el hormigonado por un período superior a 30 minutos. Pueden ser longitudinales o transversales.

La disposición de juntas, tiene como objetivo copiar el patrón de fisuración, según alguno de los tipos de juntas antes explicadas, que naturalmente desarrolla el pavimento en servicio mediante un adecuado diseño y ejecución de juntas transversales y



2014

longitudinales, e incorporar en las mismas mecanismos apropiados para la transferencia de cargas.

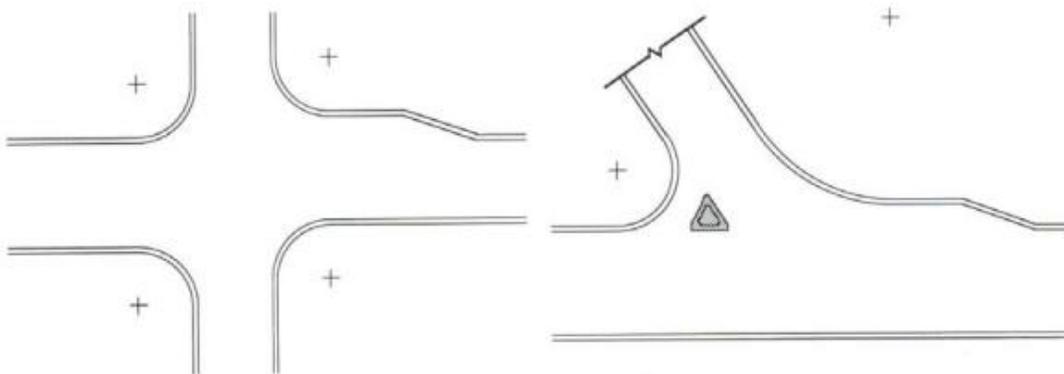
Se recomienda que entre juntas transversales la separación máxima sea de 6 m y la esbeltez, o sea la relación largo/ancho de la losa sea $< 1,5$, procurando que las superficies de la losa no superen los 35 m^2 . Por otra parte las juntas longitudinales deben coincidir con las juntas de construcción o con los anchos de las calzadas. En intersecciones de calles y/o badenes, las juntas deben respetar las separaciones máximas recomendadas, mantener la relación de esbeltez por debajo de 1,5, hacer coincidir con juntas de pavimentos existentes y estructuras fijas. Cuando las formas de las losas son irregulares, se trata de mantenerlas lo mas cuadradas posibles.

Se deberá tener especial cuidado en la construcción de juntas en badenes y zonas de escurrimiento de aguas, de tal manera que aquellas no coincidan con los sectores donde exista dicho escurrimiento, debiendo desplazarlas un mínimo de 0,60 m.

A continuación y a modo de ejemplo, se detallan los pasos, recomendados por el “Instituto Argentino de Cemento Portland”, para el diseño en planta de juntas:

Se recomienda elaborar un plano de juntas al mismo tiempo que el proyecto de pavimento rígido, en especial en lugares donde existen muchas intersecciones u otro tipo de estructuras como puentes, alcantarillas y drenajes. Durante la construcción se hace más difícil visualizar la mejor distribución de juntas. Es deseable además que el proyectista tenga un contacto con el supervisor y el constructor. Durante la construcción pueden surgir cambios, debido a variaciones en la geometría de la vía o en la necesidad de estructuras adicionales no previstas en el momento del diseño. A continuación se explica mediante dos ejemplos la forma de elaborar un plano de juntas paso a paso, no todos los diseños se ajustan a este procedimiento pero es suficiente para proporcionar criterios adecuados al proyectista. Como primera condición no deben existir ángulos menores a 60° entre intersecciones de losas o con el borde. Es aconsejable que siempre los ángulos sean iguales o mayores a 90° , se acepta una cierta tolerancia para ángulos agudos. Se detallan a continuación los pasos que se deben seguir para la elaboración de un plano de juntas:

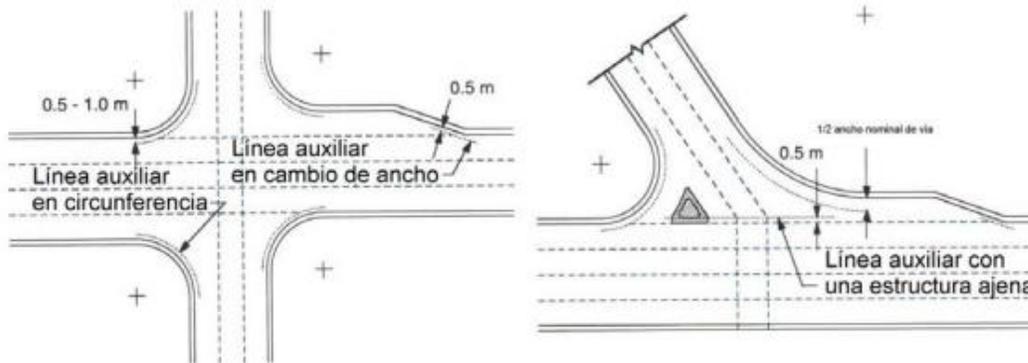
Paso 1. Dibujar los bordes del pavimento y de los cordones cuneta.



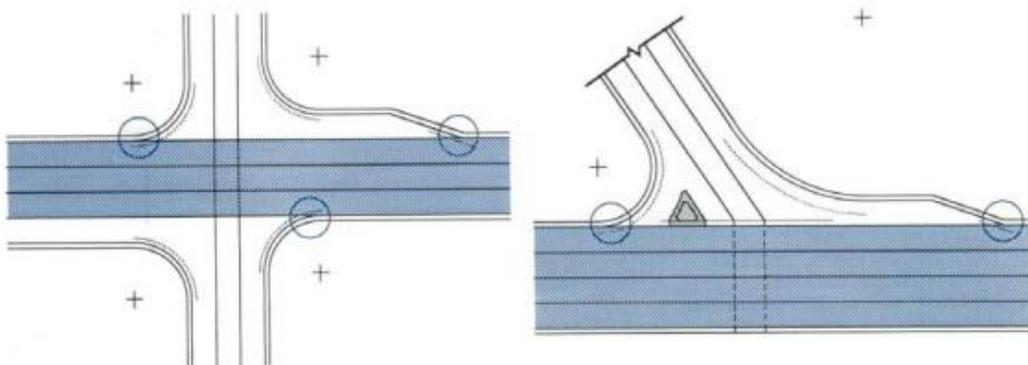
2014

Paso 2. Dibujar líneas punteadas auxiliares, para las zonas de circunferencias, cambios de ancho y lugares especiales.

Paso 3. Dibujar de forma punteada todas las líneas que definen los carriles centrales en la vía principal y transversal.



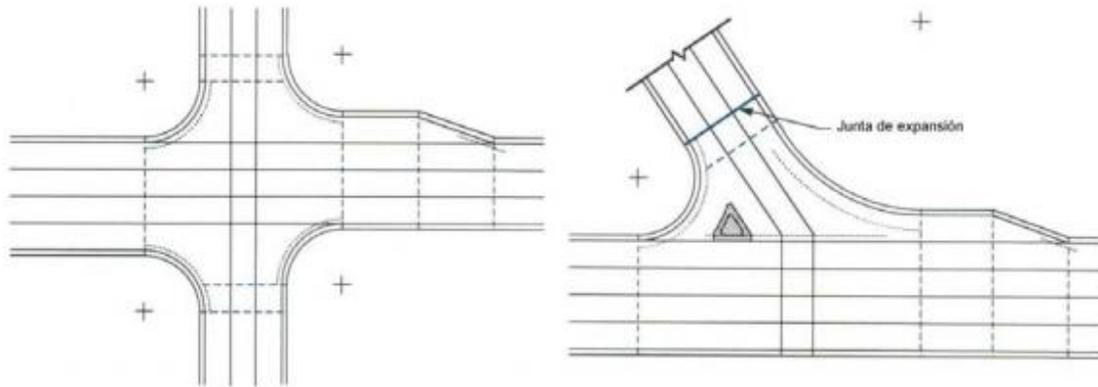
Paso 4. Definir las vías principales de pavimentación. Encontrar las ubicaciones donde estas líneas interceptan a las líneas auxiliares. Sólo en estos puntos se debe extender la línea principal hasta el borde o seguir hasta donde corresponda.



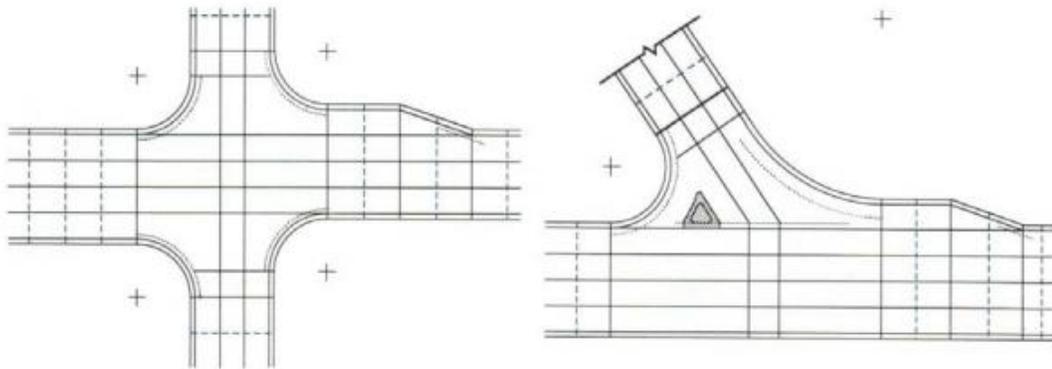
Paso 5. Añadir juntas transversales en todos los lugares donde exista un cambio de ancho, extendiendo las líneas más allá del cordón-cuneta. No extender las juntas que interceptan a las líneas auxiliares, excepto en los puntos tangentes. La junta en el punto tangente más lejano se convierte en una junta de separación en los casos que se tengan intersecciones no simétricas.



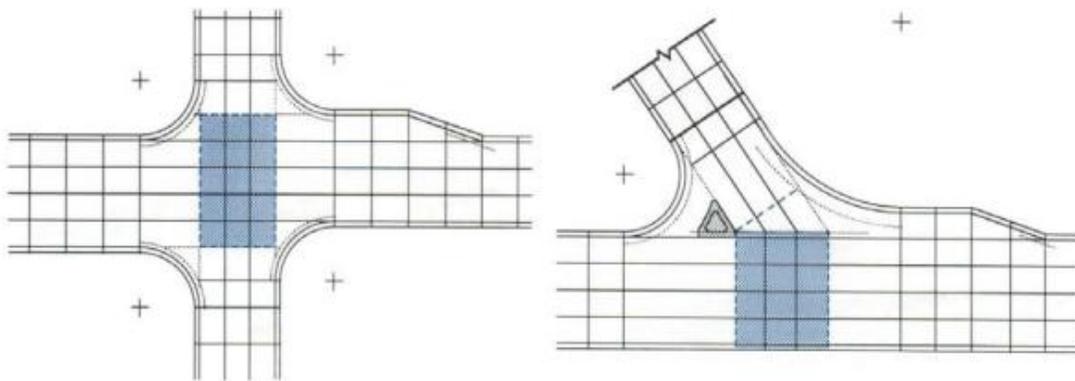
2014



Paso 6. Añadir juntas transversales entre las juntas definidas en el Paso 5. Aun no añadir juntas en el centro de la intersección. Se deben respetar las dimensiones máximas permitidas descritas en el punto 2.1.

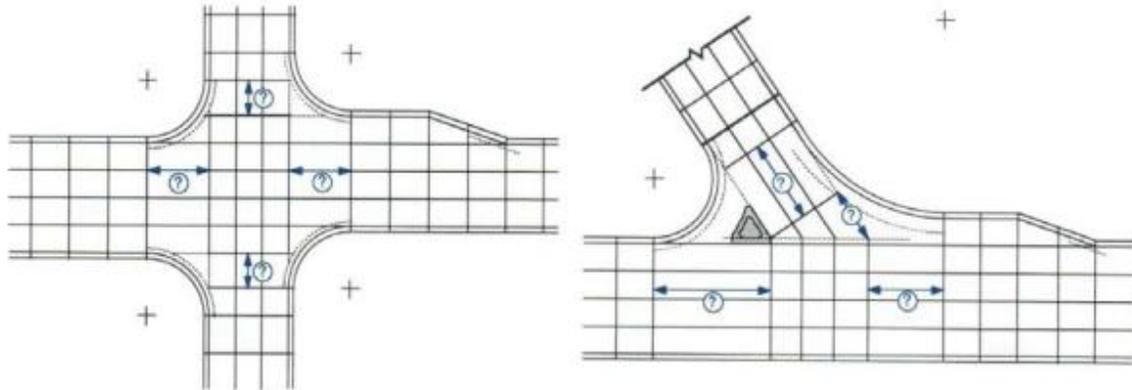


Paso 7. Extender las líneas de borde del pavimento hacia el interior de la vía, con esto queda definida la "zona de intersecciones".

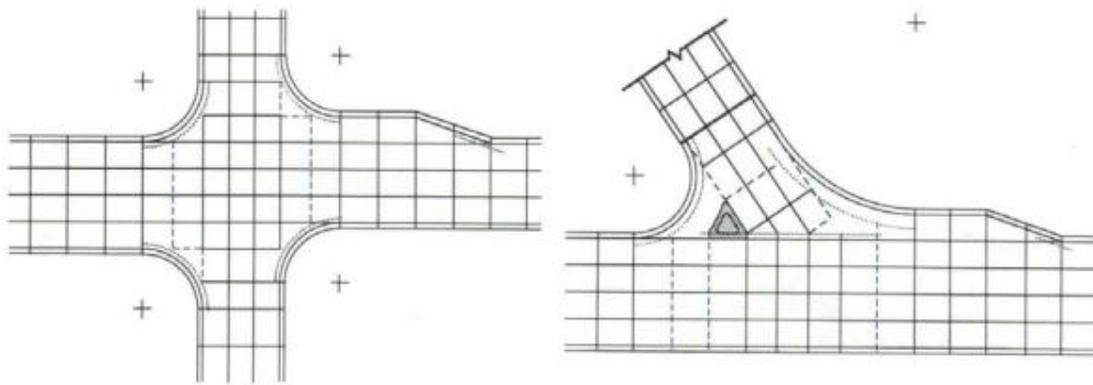


2014

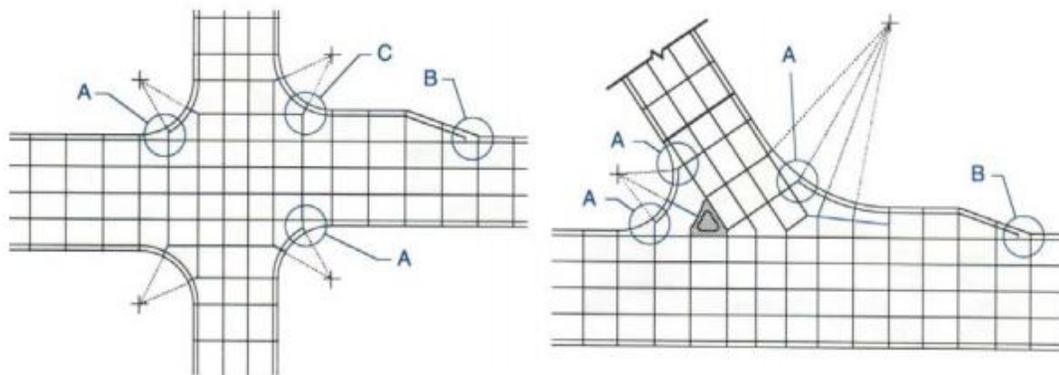
Paso 8. Revisar las distancias entre la “zona de intersección” y las juntas adyacentes.



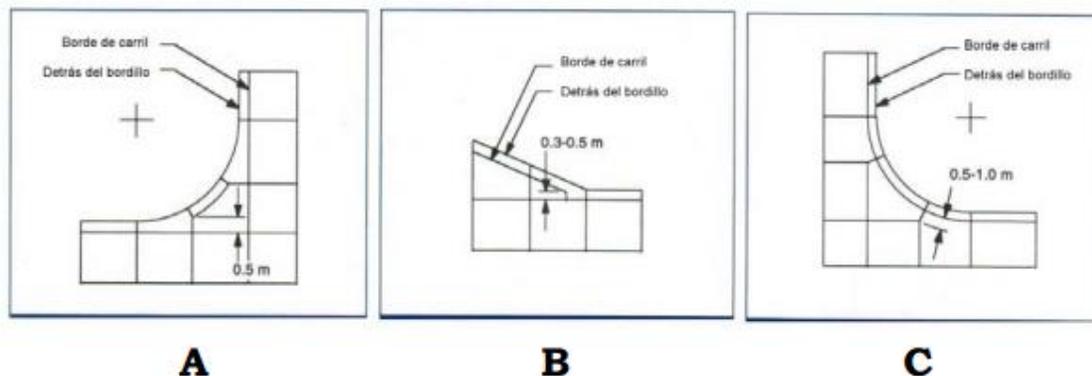
Paso 9. En el caso de que alguna de estas distancias sea mayor a la máxima permitida, se debe añadir juntas transversales espaciadas regularmente. Estas juntas no deben extenderse más allá de las líneas auxiliares.



Paso 10. Desde los centros de la circunferencia de las curvas extender líneas hasta los puntos definidos en la “zona de intersección”, no debe extenderse ninguna junta intermedia adyacente a esta zona. Añadir juntas a lo largo de estos radios. Finalmente realizar ajustes de acuerdo a los siguientes detalles:



2014



Cuando las juntas se materializan es necesario el sellado de las mismas, para evitar el ingreso de agua a la junta y minimizar el ingreso de materiales incompresibles. Básicamente el procedimiento de sellado, una vez materializada la junta, ya sea por aserrado o materializada en el hormigón fresco, se basa en limpiar adecuadamente la junta, la misma debe estar limpia y seca, hasta una profundidad mínima de 5 cm, utilizando las herramientas adecuadas por barrido, soplado, cepillado y secado, según fuera necesario. Luego se impriman las caras de las juntas con una emulsión de imprimación, asegurando una adecuada adherencia y recubrimiento. El sellado se ejecuta con una mezcla de la emulsión y alquitrán, vertiendo la mezcla en dos coladas para asegurar su adecuada penetración, quedando un resalto no mayor a 3 mm sobre el pavimento y cubriendo transversalmente todo el ancho de la junta.



Fig. 3.3.54 Calentado del alquitrán.



Fig. 3.3.55 Juntas terminadas.



2014



Fig. 3.3.56 Tomado de juntas.



Fig. 3.3.57 Tomado de juntas.

Las juntas de dilatación o juntas de articulación, se construyen con material compresible, aprobado por la inspección, generalmente polietileno expandido y de un espesor mínimo de 2 cm. Cuando el pavimento a ejecutar termine coincidentemente con una junta de dilatación anteriormente ejecutada ya sea con viga, pasadores o ambos, la nueva junta seguirá la misma modalidad.

3.3.8 REPARACIÓN DE VEREDAS

La rotura de pavimentos y cordones cuneta, lleva a la rotura de las veredas adyacentes a los mismos. Se debe ejecutar el solado, contrapiso y veredas de mosaicos del tipo similar al existente en todas las áreas donde ordene la inspección.

La reposición del solado (similar al existente) se hará asentando con mortero $\frac{1}{4}$ - 1-3 (cemento-cal-arena) con un contrapiso de 10 cm de espesor de cascotes o similar, con 1/5-1-3-5 (cemento-cal-arena-cascotes), terminado con una lechinada cementicia y óxido del color correspondiente.

Se ejecutará asimismo, cuidadosamente, la junta entre el cordón y vereda, tomándola con los elementos apropiados que aseguren su no fisuración, evitando en todo momento la posibilidad de ingreso de agua por detrás del cordón.

Los desagües pluviales de las viviendas adyacentes se deberán llevar a su cota de proyecto.



2014



Fig. 3.3.58 Tareas sobre veredas.



Fig. 3.3.59 Tareas sobre veredas.

3.3.9 HABILITACIÓN DE LA OBRA

Habiendo terminado con todas las tareas que incluyen la reconstrucción y el mantenimiento de pavimentos de hormigón y transcurrido el tiempo necesario, según el tipo de hormigón utilizado, para que el material adquiera la resistencia mínima exigida para la circulación del tránsito, puede habilitarse la obra.

Se deben retirar todos los elementos provistos para la señalización y seguridad, despojar de todo elemento que pueda quedar sobre la vía y limpiar la zona con escobas apropiadas, dejándola libre de arena, piedras o polvo.



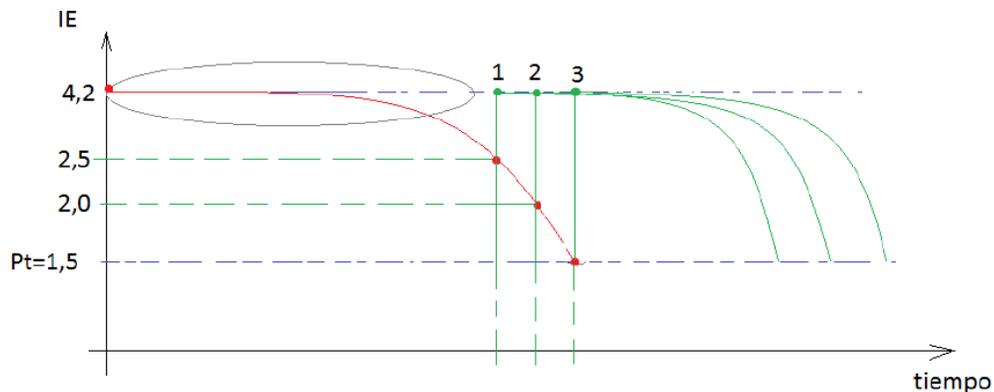
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS INTEGRAL DE LA OBRA DE BACHEOS EN CÓRDOBA

La infraestructura vial de una ciudad se puede representar mediante una red de vías o arterias y nudos o intersecciones que proveen una cierta capacidad de transporte al flujo vehicular urbano. En un momento dado del tiempo, las características de diseño y construcción de esta red y sus elementos, conjuntamente con el nivel de utilización a que éstos se ven sometidos, determinan lo que generalmente se llama un “nivel de servicio de transporte” que puede ser representado en términos de los costos que para los distintos usuarios implica el uso del sistema.

Dichos costos, denominados “costos de transporte”, pueden ser modificados en el largo plazo a través de cambios en la infraestructura y el mantenimiento de la infraestructura existente.

Córdoba Capital posee un ejido urbano de extensiones considerables, la mayor de latino América, las cuales son cubiertas por vías de diferentes tipologías, dependiendo de la jerarquía de funcionamiento de ellas. Cada tipología está acompañada de características tipológicas de diseño y modalidades de organización y explotación que serán necesarias para el correcto cumplimiento de aquellas funciones, las cuales están dispuestas en las ordenanzas municipales que rigen cada zona. Básicamente las diferentes tipologías hacen referencia a las funciones que cumplen las vías y a la demanda que afectan a las mismas.

La infraestructura vial con el paso del tiempo, el tránsito y el aumento del mismo, comienza a presentar fallas que afectan severamente a las funciones que tienen asignadas las vías y consecuentemente a los costos de los usuarios de transporte. Por lo ende es importante realizar un relevamiento y seguimiento del estado de los pavimentos, lo que se puede realizar a través del “índice de estado”, que representa el nivel de deterioro que presenta un pavimento.



La tasa de deterioro es mayor

IE: índice de estado (o índice de deterioro)



2014

Analizando el esquema anterior, donde se ve graficado el índice de estado vs tiempo, se concluye que durante el período de servicio, el deterioro comienza a caer hasta un mínimo que se relaciona con un índice de estado a partir del cual es necesaria la reconstrucción de la vía. Se pueden notar dos puntos anteriores, en los que se podría pensar en una inversión para el mantenimiento y luego, volver a tener el mismo índice de estado con el cual fue proyectada la vía. A esto hay que agregarle la influencia de los costos de usuarios, los que afectan al índice de estado. Cada punto anterior (1 y 2), son periodos de tiempo pequeños y en los cuales no son posibles realizar las inversiones necesarias para el mantenimiento, aunque estas sean menores que la necesaria para la reconstrucción.

Este análisis, en la vialidad urbana, se agrava con el agregado de condicionantes y factores que influyen directamente sobre el uso de las vías y sobre las fallas que originan la pérdida de este índice de estado. Estos condicionantes son provistos por la misma estructura urbana y van desde los servicios públicos y hechos existentes hasta la localización de actividades generadoras de viajes por el uso del suelo urbano, así como también los vecinos. La mayoría de estos factores se ven cubiertos por una planificación de la estructura vial, o sea proyectos a un tiempo futuro con estimaciones de la población y la localización de las actividades, además de los servicios públicos y/o privados que afectan la zona de la vía.

También es necesario tener en cuenta las eventualidades que puedan surgir, por la actividad misma de la ciudad, eventualidades que deben ser atendidas por la administración que le compete, como por ejemplo roturas de caños bajo pavimento. Los vecinos y personas que viven en las inmediaciones de las calles, generan problemas cuando dejan de cumplir normas que afectan drásticamente a los pavimentos. Esto se produce adrede, por no conocimiento de las normativas o por no poder cumplirlas. Ejemplos de problemáticas relacionadas a los vecinos son: entradas de vehículos construidas sobre cunetas, colapso de pozos negros, excesos de aguas que envían a la vía pública en algunos casos aguas servidas, etc.

La vialidad urbana y en particular el mantenimiento de pavimentos, exigen una preocupación que debe ser cubierta realizando un análisis desde varios enfoques, además de los puramente técnicos, y un relevamiento constante de la actividad y el estado de los pavimentos.



2014

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES

5.1 Conclusiones referidas a la Práctica Supervisada y a la Formación académica

La asignatura Práctica Supervisada constituye una oportunidad fundamental para la adquisición de experiencia profesional, pudiendo proporcionar al estudiante una salida laboral.

La posibilidad de ingresar a una empresa de ingeniería sin contar con ningún tipo de experiencia es muy reducida; no obstante, bajo esta modalidad, diferentes firmas aportan a la formación de los alumnos y brindan espacios de trabajo en condiciones favorables.

Por otro lado, una experiencia de este tipo es totalmente necesaria para afianzar los conocimientos adquiridos durante el cursado de la carrera, como así también para incorporar nuevas aptitudes y conocimientos, las cuales resultan ajenas al marco académico.

Particularmente, el autor considera que la formación académica en el área del transporte resulta correcta, en cuanto a la complementariedad entre la información proporcionada durante la carrera y el desempeño profesional. No obstante, a modo de sugerencia, considera necesario ampliar la información respecto a métodos constructivos, mantenimiento de pavimentos y, especialmente a la vialidad urbana, lo que representa un gran problema para la ciudad de Córdoba.



2014

5.2 Conclusiones referidas a la obra dirigida

En términos generales, puede decirse que las obras ejecutadas se han llevado a cabo de manera positiva, lo que se respalda con la aprobación de las mismas por parte de la Inspección. Aunque hablar de generalidad es complicado debido a la gran cantidad de obras distintas ejecutadas. Por esto, el autor considera que es mejor hablar de lo positivo de los procesos de gestión de una obra de este tipo, los cuales fueron mejorando día a día, eficientizando el trabajo.

Con el tiempo se adquiere la experiencia y la seguridad para tomar decisiones de cualquier índole, desde la logística diaria de las obras hasta las formas de resolver distintas situaciones que se presentan. Hay que tener en cuenta que día a día, se encuentran problemáticas distintas y que cada obra es diferente entre sí, aunque los métodos constructivos sean parecidos. Por ejemplo: no es lo mismo trabajar en un vía transitada que en otra con tránsito casi nulo.

Otro aspecto positivo del proceso es la relación con los diferentes actores que participan en la ejecución de la obra, ellos son: los obreros, vecinos y la Inspección. Lo cual aportó mucho al aprendizaje de las tareas y a comprender el funcionamiento de la obra pública. Es menester tener una buena relación con todos ellos, ya que cualquier problema de comunicación se traduce en problemas en la ejecución.

Los obreros fueron, para el autor, los que aportaron sus años de experiencia en el rubro, ayudando, de gran manera, al aprendizaje. Con ellos se debe tener una excelente relación, marcando pautas de trabajo y generando un ámbito placentero para que puedan desempeñar sus tareas, en un marco de respeto mutuo y unidad en el grupo de trabajo. No se deben dejar de lado las propuestas que puedan tener sobre cierta tarea, ellos también participan en ellas y pueden surgir buenas ideas tras una discusión. De momentos se deben comprender sus problemas personales, un obrero que no esté en condiciones, ya sea físicas y/o psicológicas, puede complicar drásticamente las tareas y poner en riesgo su integridad personal y la de los otros integrantes del grupo de trabajo. Por esto es importante escucharlos y comprender sus necesidades, en la medida que esto no traiga problemas para la empresa y se realicen de manera satisfactoria las tareas.



2014

CAPÍTULO 6: ANEXOS

6.1 ANEXO 1 Ordenanza Municipal N° 10819

Ordenanza Municipal N° 10819

ORDENANZA N° 10.819

Promulgada por Decreto N° 2223 del 14/12/04

EL CONCEJO DELIBERANTE DE LA CIUDAD DE CORDOBA
SANCIONA CON FUERZA DE
ORDENANZA

ARTÍCULO 1º: ESTABLÉCESE que toda autorización de Corte en la Vía Pública constituye un derecho de uso precario de una parte del Dominio Público Municipal, por un período de tiempo determinado, para la ejecución de una Obra, acción de servicio u ocupación del mismo por parte de un tercero o Empresa, sin que exista una relación contractual con el Municipio. Dicha obra, afecta a la infraestructura vial de la Ciudad y una vez terminada, parte de la misma se incorpora al Dominio Público Municipal.

ARTÍCULO 2º: ESTABLÉCESE que las Autorizaciones de Cortes en la Vía Pública, serán de competencia de la Secretaría de Coordinación General (o como esta se denomine en el futuro) o a través de la Dependencia que se disponga para tal fin por vía reglamentaria (en adelante La Dependencia). La Dependencia tendrá a su cargo la autorización, registro y aplicación de lo establecido en la presente Ordenanza, como medio de instrumentar el Poder de Policía, para cuyo ejercicio está facultado el Estado Municipal.

ARTÍCULO 3º: DISPÓNESE que toda intervención a realizarse en la Vía Pública, deberá ser previamente autorizada por la Dependencia quien procederá a otorgarla una vez que el solicitante cumplimente con todos los requisitos establecidos en la presente Ordenanza. En el caso de las intervenciones que realicen las Empresas prestatarias de servicios públicos o privados, la solicitud deberá ser formulada por dichas Empresas.

ARTÍCULO 4º: CLASIFÍQUESE en función del diferente impacto que por sus dimensiones y duración, producen las intervenciones en la vía pública a la infraestructura vial y al tránsito de la ciudad, en:

Intervenciones menores: Se consideran así todas aquellas que interesen a una superficie de hasta 2 (dos) metros cuadrados de pavimento o veredas y cuyo plazo para ejecutarlas y proceder a rehabilitar la circulación no sea mayor a las 72 (setenta y dos) horas. Para el caso de vecinos frentistas titulares dominiales de la propiedad que soliciten la autorización para realizar una reparación en su vereda, las condiciones a cumplir por el mismo serán establecidas por vía reglamentarias.

Intervenciones intermedias: Se consideran así todas aquellas que interesen a una superficie comprendida entre los 2 (dos) y 10 (diez) metros cuadrados de pavimento o



2014

veredas y cuyo plazo para ejecutarlas y proceder a rehabilitar la circulación no sea mayor a las 96 (noventa y seis) horas.

Intervenciones mayores: Se consideran así todas aquellas que interesen a una superficie mayor a los 10 (diez) metros cuadrados de pavimento o veredas y cuyo plazo para ejecutarlas y proceder a rehabilitar la circulación no sea mayor a 120 (ciento veinte) horas. Toda intervención de duración mayor a la establecida en el inciso c), deberá ser fraccionada a los efectos de su sectorización y reducción del impacto sobre el sector de la ciudad que se afecte con la Obra; salvo aquellos casos que resulten técnicamente imposibles de sectorizar, circunstancia ésta que deberá ser justificada por el solicitante.

ARTÍCULO 5º: CLASIFÍQUESE por la urgencia en la ejecución de la Obra, las intervenciones en:

Intervenciones de emergencia o no programadas: Se consideran así todas aquellas que requieran una acción inmediata de reparación de alguna parte del sistema de provisión o distribución de una Empresa prestadora de Servicios Públicos y/o Privados, a los efectos de evitar o disminuir los eventuales daños a personas o cosas.

Intervenciones normales o programadas: Se consideran así todas aquellas intervenciones que no se encuadren en el punto anterior.

ARTÍCULO 6º: ESTABLÉCESE la obligatoriedad para las Empresas prestadoras de servicios mediante redes de infraestructura subterráneas, en toda la jurisdicción territorial de la Ciudad de Córdoba, de presentar a la Dependencia, el Plan Anual de Mantenimiento Programado para Intervenciones Intermedias y Mayores, Modificación o Ampliación de sus Redes. La Secretaría dará difusión adecuada de los mismos, notificando a la Cámara de la Construcción, los Colegios Profesionales vinculados a la construcción y en la página de internet del municipio, indicando las fechas previstas de ejecución, terminación y la obligatoriedad de su cumplimiento.

ARTÍCULO 7º: DISPONESE que las Empresas que no presentaren el Plan Anual solicitado, sufrirán un recargo del 50 % (cincuenta por ciento) en el Derecho de Intervención en la Vía Pública.

ARTÍCULO 8º: ESTABLÉCESE que los requisitos a cumplimentar por parte del solicitante, a través de una presentación, para obtener la autorización para realizar una intervención en el Dominio Público Municipal, serán los siguientes:

Identificación de la Empresa que solicita la autorización para ejecutar los trabajos.

Memoria Descriptiva de la obra a ejecutar, acompañada de un plano que incluya en una escala apropiada un corte, vista y planta, en los que se puedan apreciar los detalles de la Obra a ejecutar, todo ello con la firma y sello del profesional proyectista, y del profesional que tendrá a su cargo la ejecución de los trabajos cuya autorización se solicita. En el caso de las acciones de servicio, deberán describirse las tareas a realizar.

Plan de Trabajos determinando naturaleza y duración de los mismos.



2014

Declaración de Conocimiento por parte del solicitante, de las Especificaciones Técnicas exigidas por el Municipio y de todo lo establecido en la presente Ordenanza.

Nombre, número de documento y número de Matrícula, del profesional que realizará la Dirección Técnica de la Obra, en un todo de acuerdo a las funciones establecidas en el Art.91 y siguientes del Decreto N° 2074, reglamentario de la Ley Provincial N° 1332.

Nombre, número de documento y número de Matrícula del profesional que realizará la Representación Técnica de la Obra, en un todo de acuerdo a las funciones establecidas en el Artículo 115 de la Ley Provincial N° 1332.

Si la empresa o particular solicitante, ejecuta la obra o servicio por terceros, deberá identificar a los subcontratistas, su razón social y su domicilio real, a su vez deberá identificar a través del Nombre, Número de Documento, Cargo que ocupa y Matrícula del Profesional que tendrá a su cargo la inspección y certificación de los trabajos, certificando que el mismo no se encuentra inhabilitado conforme lo dispone el artículo 19 de la presente Ordenanza.

Fotocopia autenticada del Contrato y la Orden de Trabajo en la que se consigne el monto del trabajo.

En el caso de las Intervenciones Mayores, el solicitante deberá acompañar el Recibo de Depósito en la Tesorería Municipal, de una Póliza de Seguro de Caución a favor de la Municipalidad de Córdoba, equivalente al 10 % (diez por ciento) del valor correspondiente al monto de Obra contratado, en concepto de Fondo de Reparación y como garantía de los trabajos que realice sobre la infraestructura vial o de las obras de restitución. Esta Póliza será devuelta a solicitud del interesado, una vez otorgada la Recepción Definitiva de las Obras de Restitución.

En el caso de tratarse de Acciones de Servicio, deberá indicarse el Nombre, número de Documento, cargo de la persona encargada y responsable de la prestación del servicio, indicándose también los de la persona que encarga el mismo.

Una vez que el Solicitante descripto en el inciso a) hubiere cumplimentado con todos los requisitos establecidos en el presente artículo y obtenido la Autorización correspondiente, tendrá a los efectos del cumplimiento de lo establecido en la presente Ordenanza, el carácter de Autorizado.

ARTÍCULO 9º: DISPÓNESE que la solicitud de autorización deberá ser presentada para su consideración por parte de la Dependencia con una antelación de por lo menos 5 (cinco días hábiles) para el caso de las Intervenciones Normales. En el caso de las Intervenciones de Emergencia, el trámite de notificación de la misma deberá ser realizado, a primera hora del primer día hábil siguiente al de la intervención, de lo contrario, quien realizare la intervención en la vía pública será sancionado conforme a las disposiciones del Código de Faltas.-

ARTÍCULO 10º: ESTABLÉCESE que el Autorizado deberá abonar en concepto de DERECHO de INTERVENCIÓN en la Vía Pública, de acuerdo al tipo de intervención de que se trate, los valores establecidos en la Ordenanza Impositiva vigente a la fecha de la solicitud, en el Artículo 56: "Contribución por la Utilización del Dominio Público para la Ejecución de Trabajos en la Vía Pública".



2014

ARTÍCULO 11º: CRÉASE una Cuenta denominada “INGRESOS POR INTERVENCIONES EN LA VÍA PÚBLICA” a la cual ingresarán todos los montos provenientes de la aplicación del artículo anterior y de las penalidades -las que se determinarán por vía reglamentaria- impuestas a quienes no cumplan con los parámetros de calidad técnica y/o totalidad de los trabajos de las Obras de Restitución conforme al Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares para Trabajos de Intervención en Calzadas y/o Veredas que constituye el ANEXO de la presente Ordenanza. La recaudación de los Derechos de Intervención y el pago de las Penalidades por Incumplimiento se realizará en las Cajas Municipales.

ARTÍCULO 12º: ESTABLÉCESE que el Autorizado que realice la intervención y su Representante Técnico, son solidariamente responsables de la calidad del trabajo y de los materiales, sistema de construcción o máquinas patentadas -frente a cualquier demanda basada en ese uso- que se utilizan para la ejecución de los mismos. A tal fin deberán presentar a la Dependencia al momento de solicitar la Recepción Provisoria de la Obra de Restitución, un legajo con copias firmadas de los ensayos realizados sobre cada uno de los materiales utilizados, en la cantidad establecida en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares para Trabajos de Intervención en Calzadas y/o Veredas que constituye el ANEXO de la presente Ordenanza. Los trabajos deberán ser ejecutados en un todo de acuerdo a lo establecido en el mismo.

De igual manera, el Autorizado y el Representante Técnico, serán solidariamente responsables de la correcta interpretación de los planos y especificaciones para la realización de la obra y responderán de los defectos que por tal motivo, puedan producirse durante la ejecución y conservación de la misma hasta la recepción definitiva, sin perjuicio de lo dispuesto en el Código Civil.

ARTÍCULO 13º: DISPÓNESE que toda demora en la terminación de los trabajos en relación a los plazos autorizados, deberá ser puesta en conocimiento por parte del Autorizado a la Dependencia, indicando sus causas, quien analizará los motivos expuestos y otorgará si corresponde la prórroga de la autorización. En caso contrario, procederá a labrar al Autorizado el Acta correspondiente, la que será remitida a los Tribunales Administrativos Municipales de Faltas.

ARTÍCULO 14º: DETERMÍNASE que el Autorizado será el único y exclusivo responsable de los daños materiales y morales ocasionados al Estado, a sus operarios o a terceros por las obras que ejecuta, ya sean a personas o bienes, que se originen como consecuencia de las obras provisorias o definitivas que ejecute y que sobrevinieran por derrumbes, desmoronamientos, estancamientos, endicamientos, roturas, etc; como así también a consecuencia de su imprevisión frente a acontecimientos de origen natural o circunstancias no contempladas, eximiendo a la Municipalidad de Córdoba de todo tipo de responsabilidad ante tales circunstancias que pudiera sobrevenir por su jurisdicción.

ARTÍCULO 15º: ESTABLÉCESE que una vez finalizada la Obra, el Autorizado comunicará tal circunstancia a la Dependencia, solicitando en el mismo acto la Recepción Provisoria de los trabajos de las Obras de Restitución. La Dependencia en un término máximo de 10 (diez) días hábiles formulará por escrito las observaciones que correspondan si las hubiere, notificándolas al Autorizado. En caso contrario, procederá a



2014

emitir el Certificado de Recepción Provisoria, computándose a partir de esa fecha el Plazo de Garantía.

Transcurrido el plazo de garantía que se fija en 18 (dieciocho) meses, a solicitud del interesado se otorgará en caso de corresponder y encontrarse las obras en perfecto estado de conservación, el Certificado de Recepción Definitiva de las Obras de Restitución.

La emisión de este certificado no liberará al Autorizado de las responsabilidades que le correspondan por vicios ocultos y todas las demás establecidas en el Código Civil.

Si las obras no se ejecutaran de acuerdo a las estipulaciones convenidas, no se realizará la Recepción Provisional o Definitiva hasta que se ajusten a las mismas, sin perjuicio de la aplicación de otras penalidades previstas en esta Ordenanza.

No se devolverá el Fondo de Reparos hasta que no se emita la Recepción Definitiva y se justifique cuando corresponda el pago de alguna penalización y/o indemnización por daños y perjuicios.-

ARTÍCULO 16º: DISPÓNESE que el Autorizado tomará las medidas para no interrumpir el tránsito con la realización de las obras o acciones de servicio que tenga contratadas. Si fuere necesario desviar el tránsito, el Autorizado construirá a su costo las variantes, pasos provisorios y cruces que acuerde con la Dirección de Tránsito de la Municipalidad, atendiendo a sus recomendaciones y criterios.

Los desvíos deberán ser señalados, lo que se hará a plena satisfacción de la Dirección de Tránsito, asegurándose su eficacia con todas las advertencias para orientar y guiar el tránsito hacia el desvío, tanto de día como de noche, para lo cual en este último caso serán absolutamente obligatorias las señales luminosas.

El Autorizado será el único y exclusivo responsable de los accidentes que se produzcan y se comprueben que hayan ocurrido por causas de señalamiento o precauciones deficientes.

Todas las condiciones que se exigen en este artículo son de carácter permanente mientras dure la ejecución de las obras.

ARTÍCULO 17º: ESTABLÉCESE que los materiales a emplearse en la Obra de Restitución deberán ser de primera calidad, en buen estado y cumplir lo especificado en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares para Trabajos de Intervención en Calzadas y/o Veredas que constituye el Anexo de la presente.

Será responsabilidad del Director Técnico de la Obra realizar el control de calidad de los materiales utilizados y trabajos ejecutados en la obra.

Si se manifestaran vicios en los materiales o las obras en el transcurso del plazo de garantía, el Autorizado deberá reparar o cambiar las obras defectuosas en el plazo que le fije la Dependencia.

Recibida finalmente la Obra de Restitución, el Autorizado es responsable por la ruina total o parcial de la misma, siempre que ella proceda de la mala calidad de los materiales, vicios de suelo, vicios de construcción o con motivo de su intervención en la misma.

Comprobada fehacientemente que la ruina de la obra es atribuible a una de las causas mencionadas, el Autorizado está obligado a reconstruir a su cargo toda la parte afectada, reparar los eventuales daños a terceros que se hubieran producido como consecuencia de tal circunstancia y abonar en las Cajas Municipales las penalidades establecidas.



2014

ARTÍCULO 18º: DISPÓNESE que El Representante Técnico de la Obra, tiene la obligación de permanecer en la misma durante todas las horas de trabajo para recibir, atender y hacer ejecutar instrucciones, observaciones u órdenes que imparta personal dependiente de la Dependencia.

ARTÍCULO 19º: DISPÓNESE que el Representante Técnico y el Director Técnico de la obra, serán responsables por su negligencia e impericia en el desarrollo de la misma y por las consecuencias posteriores que deriven de la mala ejecución de la intervención. La Dependencia sancionará estas conductas con la suspensión en la intervención de obras del Dominio Público Municipal desempeñando las funciones de Representante Técnico o Director Técnico, por un período de 1 (un) año a 5 (cinco) años.

La aplicación de esta sanción, no impide la participación del Profesional en obras de intervención en la vía pública en proceso de ejecución.

ARTÍCULO 20º: ESTABLÉCESE que toda intervención en la Vía Pública deberá contar con la señalización correspondiente, de conformidad a las exigencias y esquemas que se prevean en la reglamentación de la presente Ordenanza. Dicha señalización, deberá ser aprobada por la Dependencia al momento de otorgarse la correspondiente autorización.

Los carteles a utilizar deberán ser del tipo y con las leyendas que se establezcan por vía reglamentaria de la presente Ordenanza. En todos los casos deberá utilizarse señalización luminosa intermitente en horario nocturno, en un todo de acuerdo al modelo indicado por vía reglamentaria.

ARTÍCULO 21º: ESTABLÉCESE que el Autorizado deberá disponer de los medios necesarios y será responsable de mantener la limpieza de la Vía Pública, tanto de las veredas como la calzada afectadas por el corte. El retiro de los escombros provenientes de la demolición del pavimento o roturas de veredas, deberá ser realizado diariamente, de manera de no producir el acopio de los mismos en la Vía Pública.

ARTÍCULO 22º: ESTABLÉCESE que en los casos no previstos en la presente Ordenanza se aplicaran en forma supletoria las disposiciones previstas por la Ordenanza N° 244 y su decreto reglamentario 1665-D-57.

ARTÍCULO 23º: MODIFÍQUESE el Artículo 1º de la Ordenanza N° 9.059, donde se modifica el Artículo 56º de la Ordenanza 7.932 y sus modificatorias (Código de Faltas), quedando redactado de la siguiente manera:

Art.º 56:

El que causare la alteración de la vía pública de modo contrario a la seguridad, la clausurare, ocupare u omitiere los resguardos exigidos para preservar la seguridad de las personas o los bienes, será sancionado con multa de \$ 100,00 (Pesos Cien) a \$ 1.000,00 (Pesos Un mil). Si el hecho fuera cometido por empresas que realicen obras privadas será sancionado con multa de \$ 300,00 (Pesos Trescientos) a \$ 3.000,00 (Pesos Tres mil).

Toda empresa del estado nacional, provincial o privada que ejecute obras en la vía pública sin la previa autorización de la Municipalidad de Córdoba, será sancionada de la siguiente manera:

b.1) Intervenciones Menores: multa de \$ 1.000,00 (Pesos Un mil) a \$ 3.000,00 (Pesos Tres mil).



2014

b.2) Intervenciones Intermedias: multa de \$ 3.000,00 (Pesos Tres mil) a \$ 9.000,00 (Pesos Nueve mil).

b.3) Intervenciones Mayores: multa de \$ 5.000,00 (Pesos Cinco mil) a \$ 15.000,00 (Pesos Quince mil).

Toda empresa del estado nacional, provincial o privada que ejecute obras en la vía pública en violación a normas de seguridad e higiene exigidas por normas vigentes y pliegos de especificaciones técnicas fijadas en autorización municipal, serán sancionadas de la siguiente manera:

c.1) Intervenciones Menores: multa de \$ 500,00 (Pesos Quinientos) a \$ 3.000,00 (Pesos Tres mil).

c.2) Intervenciones Intermedias: multa de \$ 1.000,00 (Pesos Un mil) a \$ 6.000,00 (Pesos Seis mil).

c.3) Intervenciones Mayores: multa de \$ 1.000,00 (Pesos Un mil) a \$ 9.000,00 (Pesos Nueve mil).

d) Toda empresa del estado nacional, provincial o privada que ejecute obras en la vía pública y que abandonen o interrumpan los trabajos o que no finalicen en el plazo y forma autorizadas o no cumplimenten con especificaciones técnicas fijadas por normas vigentes o autorización municipal, serán sancionadas según la escala prevista en el inciso anterior (c), sin perjuicio de la facultad del municipio de ejecutarlas a cargo del responsable.

ARTÍCULO 24º: DERÓGUESE el Decreto - Ordenanza N° 5301.

ARTÍCULO 25º: DE FORMA.

ANEXO

PLIEGO de ESPECIFICACIONES TECNICAS PARTICULARES para TRABAJOS de INTERVENCION en CALZADAS y/o VEREDAS

El presente Pliego tiene por objeto uniformar el tratamiento de la zona de calzada y/o veredas frente a las permanentes intervenciones que se realizan por parte de empresas prestatarias de servicios para la construcción de las redes en la vía pública.

A tal efecto se pretende normalizar las tareas de reposición de pavimentos para no generar zonas de calzadas y/o vereda debilitadas que con el tiempo sufren un deterioro diferenciado y traen aparejados hundimientos y hasta colapso del paquete estructural aún en sectores aledaños a aquellos en los que se ejecutó la obra.

Por estos motivos se establecen las presentes Especificaciones Técnicas que deberán ser observadas por todas aquellas empresas que ejecuten obras de instalaciones de servicios que requieran la reposición de pavimentos y/o veredas de acuerdo al siguiente detalle:

ROTURA de PAVIMENTOS:

Las presentes especificaciones deberán cumplirse para todos los tipos de pavimentos tanto rígidos como flexibles.



2014

Una vez demarcada la zona de trabajo, que deberá ser de forma regular (rectangular o cuadrada), se procederá a realizar el aserrado mecánico (con sierra circular) de una profundidad igual a 1/3 del espesor de la carpeta de rodamiento y no inferior a 0,05 m. En las intersecciones de los aserrados efectuados deberá superponerse éstos de manera de materializar un claro punto o vértice de cambio de dirección del corte.

Finalizada la operación de aserrado, se procederá a romper el pavimento, debiendo prestarse especial cuidado para obtener bordes rectos y verticales. En el caso de utilizarse martillos neumáticos o hidráulicos deberá tomarse la precaución de hacer incidir la punta de percusión a una distancia de una vez y media su diámetro del borde del aserrado de manera de evitar que se dañe la terminación de los bordes los que deberán tener un paramento totalmente plano.

Inmediatamente de finalizadas las tareas de rotura se deberán proceder al retiro de la totalidad de los escombros o productos de la rotura o en su defecto su colocación dentro de contenedores perfectamente ubicados y señalizados.

EXCAVACIONES:

Las especificaciones de esta tarea regirán para la reposición de todos los tipos de pavimentos rígidos, flexibles, firme natural y/o veredas.

Una vez eliminada la carpeta de rodamiento se procederá a ejecutar las excavaciones necesarias cuyos bordes tendrán una diferencia mínima de 0.20m en menos con relación al borde libre de rotura.

La profundidad de excavación estará dada de acuerdo al tipo de obra a ejecutar y a la tapada mínima exigida.

En caso de profundidades que traigan aparejado, por el tipo de suelo, peligros de derrumbes de las paredes de la excavación se procederá a entibar convenientemente los paramentos laterales de la zanja para evitar desmoronamiento.

Todo el material extraído deberá ser colocado en contenedores o cajones no permitiéndose por lo tanto material suelto en calzadas y/o veredas.

RELLENO Y COMPACTACION de las EXCAVACIONES:

Las presentes especificaciones regirán para todo tipo de reposiciones de pavimentos rígidos, flexibles, firme natural.

-Una vez realizadas las instalaciones se procederá al relleno y compactación de las zanjas, con equipo apropiado, de manera de asegurar la correcta densificación del suelo, siendo las secuencias de las tareas las siguientes:

-En la base de asiento de las instalaciones se exigirá una densidad de 90 % del ensayo indicado en la norma en la norma VN-E5-67 de la Dirección Nacional de Vialidad y sus Complementarias.

-En las zonas laterales a las instalaciones alojadas y hasta enrasar la misma se colocará arena de trituración uniformemente compactado, en capas no superior a 0,15 m. de espesor, por medios mecánicos o manuales de manera tal que las cargas a uno y otro lado del conducto permanezcan equilibrados,

-Sobre la arena de trituración, uniformemente compactada, se continuará el relleno de las excavaciones con suelo distribuido por capas de 0,15 m de espesor. Este suelo



2014

deberá compactarse hasta obtener las densidades exigidas en el punto 4 de las presentes especificaciones.

Una vez terminada y aprobada una capa se procederá a continuar con la ejecución de la capa subsiguiente y así sucesivamente hasta alcanzar el nivel de sub-rasante que se especifican a continuación para cada tipo de pavimento:

a) Para el caso de Pavimento de Hormigón Simple:

El relleno compactado de la zanja deberá alcanzar una cota, por debajo del nivel de la superficie de rodamiento, que permita alojar una sub-base de hormigón de 0,10 m de espesor que alcance la resistencia requerida para poder habilitar el tránsito en el plazo otorgado por la Comisión, por sobre la cual se repondrá la losa de pavimento de hormigón simple en un espesor 0,05 m en más del espesor existente, siendo el espesor mínimo exigible de 0,20 m.

b) Para el caso de Pavimento con Carpeta de Rodamiento Flexible: El relleno compactado de la zanja deberá alcanzar una cota, por debajo de la superficie de rodamiento, que permita alojar una sub-base de hormigón tipo H 17 como mínimo, de 0,15 m de espesor que alcance la resistencia requerida para poder habilitar el tránsito en el plazo otorgado por la Comisión, por sobre la cual se repondrá la carpeta asfáltica en un espesor igual al existente, siendo el mínimo exigible a reponer de 0,05 m.

Para el caso de Paquetes Estructurales Especiales:

En aquellas arterias principales con una demanda vehicular importante, el Director Técnico de la obra, deberá presentar a la Comisión el diseño de un paquete estructural de reposición compatible con el existente y de una capacidad estructural mayor a éste, teniendo en cuenta la discontinuidad en la estructura original producida por la interferencia a ejecutar. El relleno compactado deberá alcanzar una cota, por debajo del nivel de la superficie de rodamiento, que permita alojar el espesor de la estructura propuesta.

En todos los casos, el sistema o medio de trabajo para efectuar los rellenos será aprobado por la dirección técnica quien además deberá adoptar las precauciones convenientes en cada caso, para evitar que al hacerse los rellenos se deterioren las obras hechas, pues él será el único responsable de tales deterioros.

DENSIDAD MAXIMA y HUMEDAD OPTIMA:

A los efectos de contar con patrones para medir el grado de densificación del suelo de relleno, se determinarán las constantes físicas del mismo mediante el procedimiento indicado en la norma VN-E2-65 de la Dirección Nacional de Vialidad. Con los valores obtenidos se ubicará el referido suelo dentro de los distintos tipos que figuran en el cuadro de clasificación en grupos de suelos de la norma AASHO. El suelo a utilizar no podrá tener una densidad menor a 1,80 g/cm³, caso contrario será mejorado ó reemplazado. Individualizado el tipo de suelo, la norma VN-E5-67 y su complementaria indican el ensayo Proctor que le corresponde describiendo la forma de realizarlo y la manera de determinar la densidad máxima seca y humedad óptima del material.



2014

La densidad a exigir en obra será del 97 %, del ensayo Proctor correspondiente, en la última capa; para la capa inmediata por debajo de ésta el 95 %.

5 - RESTITUCION de la CARPETA de RODAMIENTO:

5.1. Pavimento de Hormigón Simple:

El espesor del pavimento de hormigón simple será igual al espesor existente más 0,05 m con un espesor mínimo exigible de 0,20 m.

El ancho del pavimento a reponer estará dado por el ancho de la zanja necesaria para el alojamiento de las instalaciones más un sobre ancho de 0,20m a cada lado de los bordes de zanja; siendo el ancho mínimo exigido a reponer de 1,00 m.

En aquellos casos de reposición de pavimento en los que en virtud del ancho a reponer quedara una junta existente a una distancia menor a 1,00 m de una junta a ejecutar el ancho del pavimento a reponer abarcará hasta la junta existente, y en el caso particular de badenes de hormigón, los mismos deberán ser repuestos en su totalidad, para no producir juntas constructivas en la línea de escurrimiento del agua.

El hormigón a reponer deberá cumplir con lo indicado en el Pliego de Especificaciones Generales para la Ejecución de Pavimentos de Hormigón Simple y Armado y sus modificaciones y con lo indicado en el Pliego de Especificaciones Técnicas para la Provisión de Hormigón de cemento Portland (tipo H21; H35) de la Municipalidad de Córdoba y Pliego General de Especificaciones Técnicas para Obras Viales y Desagües de la Dirección de Obras Viales de la Municipalidad de Córdoba.

El hormigón deberá ser distribuido y correctamente vibrado, con el equipo apropiado, de manera de lograr una compacidad adecuada realizándose el enrasado de manera tal que la superficie del pavimento repuesto coincida con la cota del pavimento existente en borde de zanja. Inmediatamente deberá procederse a pasar una cinta de manera de obtener una superficie correctamente terminada.

En los bordes de unión del hormigón nuevo con el viejo se deberán pintar las caras del corte realizado con un producto químico que garantice la adherencia entre el hormigón existente con aquel que se repone.

El curado del hormigón deberá realizarse con productos químicos aprobados por la Dirección Técnica. Su distribución se hará de acuerdo a las indicaciones del fabricante. El riego se efectuará de manera uniforme mediante el empleo de máquina pulverizadora. El líquido deberá aplicarse de manera tal que se garantice un espesor adecuado a la época del año en que se trabaje y de acuerdo a las indicaciones establecidas por el fabricante.

La protección de la superficie del afirmado deberá realizarse adecuadamente de manera de impedir la circulación. Además la zona de trabajo deberá estar correctamente señalizada y abalizada de acuerdo a las normas vigentes y/o ordenes de la inspección. En ningún caso se permitirá la protección de la zona de trabajo con los escombros provenientes de la rotura del pavimento.

En caso que la Municipalidad de Córdoba, a su exclusivo juicio técnico, considere necesario la rápida liberación al tránsito de la zona afectada por el corte, podrá ordenar la restitución de la carpeta de rodamiento con hormigón tipo H-35 (con el agregado de aditivos para lograr la resistencia necesaria, 21 MPa), de manera de poder habilitar a las 48 horas de ejecutado.



2014

Los tramos de cordón cuneta a reponer, además de cumplir con todo lo especificado, deberán ejecutarse con cordón unificado, estribos de acero de diámetro 6mm. cada 0.30m (colocados en el hormigón en estado fresco) y 2 barras de diámetro 6mm. como armadura longitudinal.

Se establece que el hormigón del pavimento a reponer deberá poseer una resistencia cilíndrica a la compresión a los 28 días de 255 kg/cm² mínima.

La determinación de los valores de resistencia a la compresión y espesores del pavimento ejecutado se realizara sobre la base de ensayos practicados sobre probetas extraídas del pavimento mediante caladora rotativa.

La cantidad de probetas a extraer del pavimento repuesto se determinara en cada caso en particular, fijando la Dirección Técnica los criterios a seguir.

Pavimento de Carpeta Asfáltica:

El espesor del pavimento de carpeta asfáltica será igual al existente con un espesor mínimo de 0,05m.

Sobre la base de asiento de la carpeta se efectuará un riego con asfáltico de endurecimiento rápido ER-1 Y se hará a una razón de 0,10 a 0,40 litros por metro cuadrado.

El material bituminoso aplicado deberá desarrollar sus propiedades ligantes antes de proceder a la colocación de la mezcla.

Todas las áreas en contacto con la mezcla asfáltica deberán pintarse con el material bituminoso de liga, a continuación se restituirá la carpeta de rodamiento en el espesor correspondiente y en un todo de acuerdo a lo indicado en el Pliego General de Especificaciones Técnicas para Obras Viales y Desagües de la Dirección de Obras Viales de la Municipalidad de Córdoba.

La superficie de la carpeta restituida respetará los perfiles longitudinales y los gálibos transversales originales de la calzada.

Los materiales a utilizar en la confección del concreto asfáltico como el concreto asfáltico propiamente dicho deberán cumplir con las especificaciones técnicas correspondiente establecidas en el Pliego General de Especificaciones Técnicas para Obras Viales y Desagües de la Dirección de Obras Viales de la Municipalidad de Córdoba.

Calzada de firme natural :

En los últimos 0,25 m por debajo de la superficie de rodamiento deberá rellenarse mezcla de 70% de arena y 30 % de suelo cohesivo adecuadamente humedecido y compactado al 100 % del ensayo establecido en la norma VN-E5-67.

CORTES EN VEREDAS:

Rotura del Solado:

La superficie a romper será la mínima indispensable y de forma geométrica regular bien definida. Esto rige tanto para instalaciones de servicios, conexiones domiciliarias, pozos de sondeo, instalaciones de columnas, etc. La Zanja por vereda tendrá un ancho compatible con el tipo de instalación que alojará y el suficiente que permita la compactación del relleno por capas.



2014

Excavación:

Se aplicará lo dispuesto en el punto 2:

“ EXCAVACIONES”

Relleno y Compactación:

El relleno y compactación de las zanjas en vereda se realizará por capas de 0.20 m. de espesor con el suelo producto de la excavación y se exigirá un grado de compactación del 92%, del valor obtenido por el ensayo I de la norma VN-E5-67 y sus complementarias en todas las capas hasta llegar a nivel de ejecución del correspondiente contrapiso y solado.

Densidad Máxima y Humedad Optima:

Se determinará a través del ensayo de la norma VN-E5-67 y sus complementarias.

6.5 Restitución del solado:

Una vez terminados y aprobados los trabajos anteriores se procederá a restituir el solado correspondiente.

Los mosaicos se asentarán sobre un contrapiso de hormigón tipo H-8 de un espesor de 0,10 m respetándose los tipos de materiales, diseños y colores existentes antes de la remoción. Se repararán los albañales e instalaciones domiciliarias que se hubieran roto, por la ejecución de la obra, en igual calidad y ejecución que la que se encontraba originalmente. Asimismo deberá reponerse cualquier mosaico que accidentalmente o por negligencia hubiese sido dañado durante las tareas ejecutadas; todo esto a cuenta exclusiva del Contratista.



2014

6.2 ANEXO 2 Norma de Vialidad Nacional VN-E4-84 “Clasificación de suelos”

4.1– OBJETO

El sistema de clasificación de suelos del H.R.B*, para obras de ingeniería, esta basado en el comportamiento de los suelos utilizados en obras viales. Los suelos de similares capacidades portantes y condiciones de servicio, fueron agrupados en siete grupos básicos, desde el A-1 al A-7.

Los suelos de cada grupo tienen, dentro de ciertos límites, características en común. A menudo, dentro de cada grupo hay una amplia variación en las capacidades portantes, cuyos valores pueden ser comunes a distintos grupos. Por ejemplo, un suelo A-2 puede contener materiales con capacidad portante más alta que los de una A-1, y en condiciones excepcionales puede ser inferior a la de los mejores suelos de los grupos A-6 y A-7. En consecuencia, si solo se conoce de un suelo, el grupo a que pertenece en la clasificación del H.R.B*, su capacidad portante puede variar entre límites amplios. La calidad de los suelos, para ser utilizados en subrasantes, va disminuyendo desde el A-1 al A-7, que es el más pobre.

En los últimos años, estos siete grupos básicos de suelos, fueron divididos en subgrupos y se ideó el índice de grupo, para diferenciar aproximadamente algunos suelos dentro de cada grupo. Los índices de grupo, aumentan su valor con la disminución de la condición del suelo para constituir subrasantes. El crecimiento del índice de grupo, en cada grupo básico de suelos, refleja los efectos combinados de los crecimientos del límite líquido e índice de plasticidad, y el decrecimiento de los materiales gruesos en detrimento de la capacidad portante de las subrasantes.

*Highway Research Board (H.R.B.)

4.2- CLASIFICACIÓN

La clasificación de suelos comprende dos grandes conjuntos, el de los materiales granulares con 35 % o menos pasando el tamiz IRAM 75 micrómetro (Nº 200) y el de los materiales limo-arcillosos, conteniendo más del 35 % que pasa al tamiz IRAM 75 micrómetros (Nº 200). Cinco fracciones de tamaños se diferencian entre las dimensiones de los siguientes tamices:

4.3- DEFINICIÓN DE “GRAVA”, “ARENA GRUESA”, “ARENA FINA” Y “SUELO ARCILLO-LIMOSO”

GRAVA

Pasa tamiz de abertura cuadrada de 3” y retenido en el tamiz IRAM 2,00 mm. (Nº 10).



2014

ARENA GRUESA

Pasa tamiz IRAM 2,00 mm. (Nº 10) y retenido en el tamiz IRAM 425 micrómetros (Nº 40).

ARENA FINA

Pasa tamiz IRAM 425 micrómetros (Nº 40) y retenido en el tamiz IRAM 75 micrómetros (Nº 200).

LIMO Y ARCILLA COMBINADOS

Pasa el tamiz IRAM 75 micrómetros (Nº 200)

Las condiciones y características generales de cada grupo de suelos, se da a continuación:

4.4 - DESCRIPCIÓN DE LOS GRUPOS Y SUBGRUPOS**4.4.1 – MATERIALES GRANULARES****A-1.-**

Suelos bien graduados, de gruesos a finos, con un ligante no plástico o débilmente plástico.

A-1-a.

Suelos en los que predominan fragmentos de piedra, o grava, con o sin material ligante bien graduado.

A-1-b.

Suelos en los que predominan arenas gruesas, con o sin material ligante bien graduado.

Algunos suelos A-1, pueden requerir materiales finos para constituir bases firmes. Generalmente suelen ser muy estables bajo la acción de las cargas transmitidas por las ruedas, sin tener en cuenta su contenido de humedad. Pueden usarse satisfactoriamente como bases para delgadas carpetas bituminosas. Los suelos de este grupo son adecuados para superficies granulares de rodamiento.

A-2.-

Suelos compuestos por una extendida gama de materiales granulares que no pueden clasificarse en los grupos A-1 o A-3, por el contenido de finos, su plasticidad o ambas cosas a la vez.



2014

A-2-4 y A-2-5.-

Suelos con materiales granulares que contienen ligante con características de los grupos A-4 o A-5

A-2-6 y A-2-7.-

Suelos con materiales granulares que contienen ligante con características de los grupos A-6 o A-7.

Los suelos A-2 son inferiores a los A-1 por su pobre gradación o inferior ligante, o ambas cosas a la vez.

Pueden ser muy estables con drenaje satisfactorio, y en relación con la cantidad y calidad del ligante, pueden ablandarse con la humedad y presentarse sueltos y polvorientos en épocas de sequías; algunos son dañados por las heladas. Los A-2-4 y A-2-5, bien arenados y compactados, pueden servir de bases. Utilizados como superficie de rodamiento, los A-2-6 y A-2-7, pueden perder estabilidad por efectos de la saturación capilar o falta de drenaje. La calidad de los suelos A-2-6 y A-2-7 como bases varía desde buena, cuando el porcentaje de material que pasa por el tamiz IRAM 75 micrómetro (Nº 200) es bajo, hasta dudosa, con alto porcentaje pasando aquel tamiz e índice plástico mayor de 10.

Generalmente los suelos A-2 son adecuados para cubrir subrasantes muy plásticas, cuando se construya un pavimento de hormigón.

A-3.

Suelos compuestos por arenas pobres en ligante y materiales gruesos. Ejemplos típicos de es grupo son, las arenas finas de las playas y de los desiertos (formación eólica) y los materiales depositados por las corrientes de agua y constituidos por arenas finas pobremente graduadas y cantidades limitadas de arena gruesa y grava.

Son comunes en ocasiones y les falta estabilidad bajo la acción de las cargas, a menos que estén bien húmedos. Son ligeramente alterados por la acción de la humedad, no experimentan cambios volumétricos y confinados constituyen adecuadas subrasantes para cualquier tipo de pavimento. No pueden ser compactados con los rodillos “pata de cabra” y se consolidan por vibración o por riegos y cilindrado.

4.4.2.-MATERIALES LIMO-ARCILLOSOS**A-4.-**

Suelos compuestos esencialmente de limo, con moderada o poca cantidad de material grueso y sólo pequeña cantidad de arcilla grasa coloidal. Son muy comunes en ciertas ocasiones y secos proveen una superficie de rodamiento firme, con ligero rebote al



2014

desaparecer las cargas. Cuando absorben agua rápidamente, sufren expansión perjudicial o pierden estabilidad aún sin manipularlos. Se levantan por la acción de las heladas. Su textura varía ampliamente desde el loam-arenoso hasta el limo y loam-limoso. Los loam-arenosos tienen mejor estabilidad, para diversas densidades, que los limos y los loam-limosos. Sufren pequeñas variaciones de volumen y no producen grandes distorsiones del pavimento, aún cuando hayan sido compactados secos. Los loam-limosos y limos, no adquieren altas densidades, porque su pobre graduación y carencia de material ligante, da lugar a un gran volumen de vacíos.

Son relativamente inestables con cualquier contenido de humedad, y cuando éste es grande, tienen muy baja estabilidad y valor soporte. Son difíciles de compactar porque el contenido de humedad, para obtener densidad satisfactoria, está dentro de estrechos límites. Secos, estos suelos son elásticos, mostrando considerable rebote cuando deja de actuar la carga. Los más plásticos se expanden al crecer su contenido de humedad. Esto es más fácil de producirse, cuando han sido compactados con una humedad debajo de la óptima. Las carpetas bituminosas requieren importantes capas bases, cuando se empleen suelos de este grupo, como subrasantes.

Cuando el valor hallado resulta negativo, el índice de grupo será registrado como cero (0). Se tomará el número entero más cercano al valor calculado.

El gráfico correspondiente permite hallar el índice de grupo sumando los valores parciales obtenidos mediante el límite líquido y el índice plástico, partiendo del por ciento que pasa por el tamiz N° 200.

Cuando se calcula el índice de grupo de los subgrupos A-2-6 y A-2-7 sólo interviene el valor obtenido a través del índice plástico.

4.5. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE GRUPO

El índice de grupo en esta clasificación de suelos, se puede determinar con la fórmula basada en la granulometría, límite líquido e índice plástico del suelo, o recurriendo para determinaciones rápidas, a los gráficos confeccionados con este fin.

La fórmula es la siguiente:

$$IG = (F - 35) [0,2 + 0,005 (LL - 40)] + 0,01 (F - 15) (IP - 10)$$

F= por ciento de material que pasa por el tamiz IRAM 75 micrómetros (N° 200), expresado como un número entero. Este por ciento se expresa en función del material que pasa por el tamiz de 75 mm. (3 ").

LL = límite líquido

IP = índice plástico



2014

4.6.- EJEMPLOS

A continuación se desarrollan ejemplos de cálculo del índice de grupo.

a) Supongamos un suelo A-6 con las siguientes características:

PT N° 200= 55 % ; LL = 40 e IP = 25

$$IG = (55-35) [0,2 + 0,005 (40 - 40)] + 0,01 (55 - 15) (25 - 10) \\ = 4,0 + 6,0 = 10 \quad \text{Suelo A-6 (10)}$$

b) Un suelo A = 4 con PT N° 200 = 60 %, LL = 25 e IP = 1

$$IG = (60 - 35) [0,2 + 0,005 (25 - 40)] + 0,01 (60 - 15) (1 - 10) \\ = 25 (0,2 - 0,075) + 0,01 (45) (-9) \\ = 3,1 - 4,1 = -1,0 \quad \text{Suelo A = 4 (0)}$$

c) Un suelo A = 7 con PT N° 200 = 80 %; LL = 90 e IP = 50

$$IG = (80 - 35) [0,2 + 0,005 (90 - 40)] + 0,01 (80 - 15) (50 - 10) \\ = 20,3 + 26,0 = 46,3 \quad \text{Suelo A - 7 (46)}$$

d) Una suelo A - 2 - 7 con PT N° 200 = 30 %; LL = 50 e IP = 30

$$IG = 0,01 (30 - 15) (30 - 10) \\ = 3,0 \quad \text{Suelo A - 2 - 7 (3)}$$

Nótese que se usa solamente el valor del IP.

4.7.- BASES PARA LA FORMULA ÍNDICE DE GRUPO

La fórmula desarrollada para evaluar cuantitativamente los materiales granulares con arcilla y los materiales limo arcillosos, se basa en las siguientes consideraciones:

Los materiales A1-a, A1-b, A2-4, A2-5 y A3 son satisfactorios para subrasantes, cuando están adecuadamente drenados y compactados debajo de moderados espesores de pavimento (base y/o capa superficial) compatibles con el tránsito que soportarán, o cuando han sido mejorados por la adición de pequeñas cantidades de un ligante natural o artificial.

Los materiales granulares con arcilla de los grupos A2-6 y A2-7 y los limo-arcillosos de los grupos A4, A5, A6 y A7 varían en su comportamiento como material de subrasante desde



2014

el equivalente a los buenos suelos A2-4 y A2-5 hasta el regular y pobre, requiriendo una capa de material de sub-base o un espesor mayor de la capa de base para soportar adecuadamente las cargas del tránsito.

El porcentaje mínimo crítico que pasa por el tamiz IRAM 75 micrómetros (Nº 200), es de 35 despreciando la plasticidad y 15 cuando los índices plásticos son mayores que 10.

Se consideran críticos los límites de 40 o mayores. Para suelos no plásticos o cuando el límite líquido no puede ser determinado, se considerará que el índice de grupo es cero (0).

No hay límite superior para el índice de grupo obtenido con la fórmula. Los valores críticos de PT Nº 200, límite líquido e índice de plasticidad se basan en una evaluación de diferentes organizaciones que practican estos ensayos, sobre comportamiento de subrasantes y capas de base y sub-base. Bajo condiciones promedio de drenaje y compactación adecuados, el valor soporte de una subrasante puede ser considerado inversamente proporcional al valor del índice de grupo. Un índice de grupo 0 indica un “buen” material de subrasante y otro de 20 o mayor un material “muy pobre”.

A-5.-

Son suelos similares a los A-4, con la diferencia que incluyen materiales muy pobremente graduados y otros como micas, y diatomeas que proveen elasticidad y dan lugar a baja estabilidad. No son muy comunes en ciertas ocasiones. Rebotan al dejar de actuar la carga, aún estando secos. Sus propiedades elásticas intervienen desfavorablemente en la compactación de las bases flexibles que integran y no son adecuados para subrasantes de delgadas bases de este tipo o carpetas bituminosas. Están sujetos al levantamiento por la acción de las heladas.

A-6.-

Suelos que están compuestos por arcillas con moderada o despreciable cantidad de material grueso. Son suelos muy comunes. En estado plástico, con variada consistencia, absorben agua sólo cuando son manipulados.

Tienen buen valor soporte compactado a máxima densidad; pero, lo pierden al absorber agua. Son compresibles, con poco rebote al dejar de actuar la carga y muy expansivos compactados en subrasantes con humedad debajo de la óptima. Los índices de plasticidad mayores de 18, indican alta cohesión del material ligante (arcilla y coloides) con bajos contenidos de humedad. Poseen muy poca fricción interna, y baja estabilidad para altos contenidos de humedad.

Colocados y “conservados” con poca humedad, son aceptables en terraplenes y subrasantes. La presión capilar del agua, que se ejerce por el secado, es de tal intensidad que acerca las partículas del suelo, formando una masa compacta y densa.



2014

Este proceso se pone en evidencia por la formación de grietas de contracción en épocas de sequía.

Como estos suelos tienen poros muy pequeños, el agua se mueve lentamente por ellos, aún bajo considerable carga hidrostática. Absorben agua o se secan muy lentamente, a menos que sean manipulados. Son difíciles de drenar. Mientras el movimiento del agua gravitacional es lento, la presión capilar que empuja el agua de las porciones húmedas a las secas, es muy grande, e importantes fuerzas expansivas se desarrollan por este motivo.

No son adecuados para usar como subrasantes, bajo delgadas bases flexibles o carpetas bituminosas, por los grandes cambios volumétricos al variar la humedad y su bajo valor soporte al humedecerse.

Entre los suelos más pesados de este grupo y los pavimentos de hormigón, debe interponerse una capa de otros materiales, para prevenir distorsiones del pavimento o la producción del “bombeo”. Todos los pavimentos flexibles necesitan la interposición de capas de suelos A-1 o A-2 o piedra partida, para prevenir la acción de la arcilla sobre las bases flexibles, con pérdida de su capacidad portante.

A-7.-

Como en los suelos A-6, predominan en éstos la arcilla, pero debido a la presencia de partículas uniformes de limo, materia orgánica, escamas de mica o carbonato de calcio, son elásticos. Bajo cierto contenido de humedad se deforman rápidamente bajo la acción de la carga, y muestran apreciable rebote al desaparecer aquella. Poseen las mismas características de los suelos A-6 y el mismo comportamiento constituyendo subrasantes en otras aplicaciones de la construcción. Además de los altos cambios volumétricos al variar la humedad, bajo valor soporte al humedecerse, necesidad de interposición de capas de otros materiales para separarlos del pavimento, etc., los suelos A-7 son elásticos y rebotan al dejar de actuar las cargas, lo que impide la adecuada compactación y los hacen inaceptables como subrasantes para pavimentos flexibles.

A-7-5.-

Suelos como los A-7 con moderados índices de plasticidad en relación al límite líquido, pueden ser altamente elásticos y sujetos a considerables cambios volumétricos.

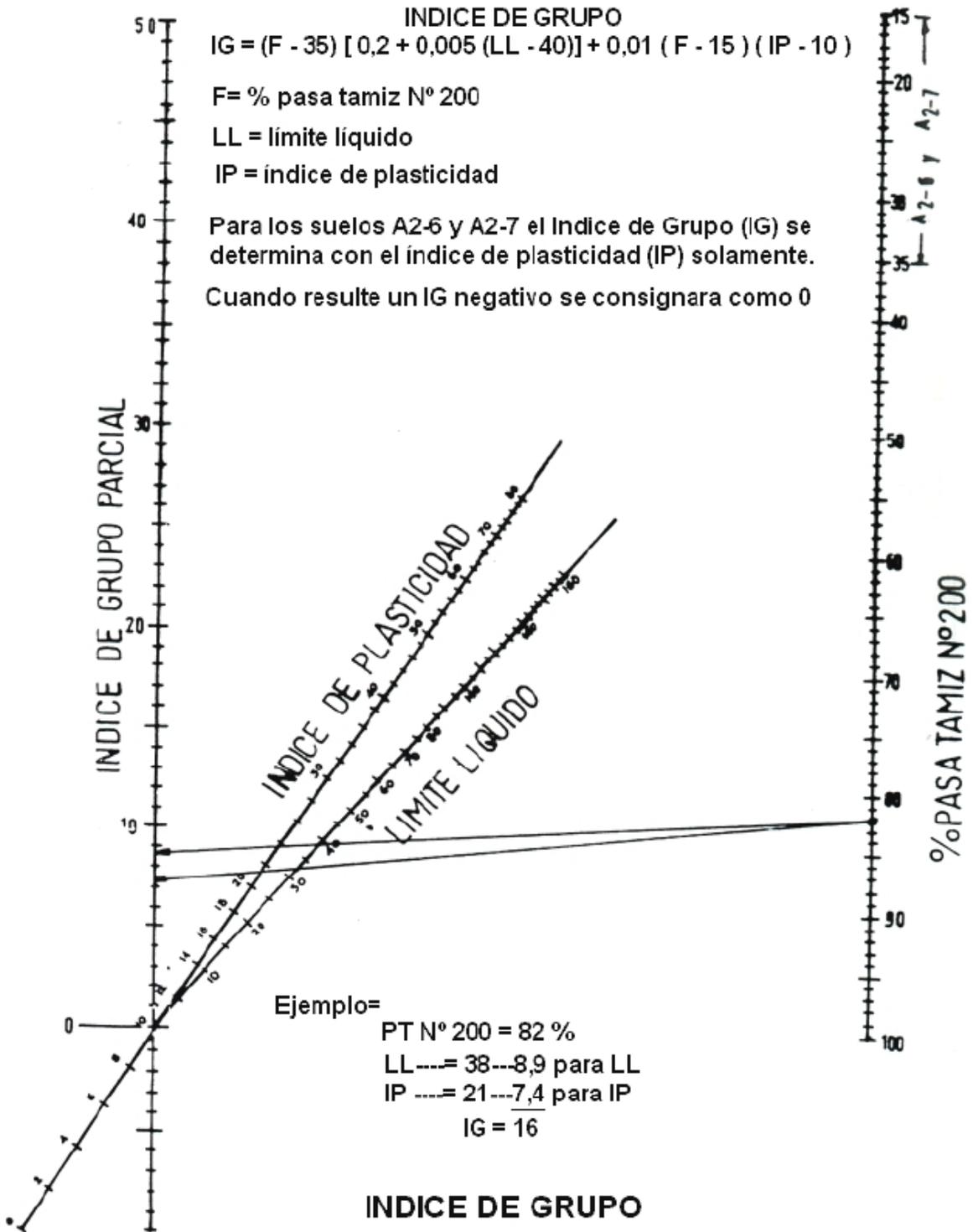
A-7-6.-

Suelos como los A-7 con altos índices de plasticidad en relación al límite líquido y sujetos a extremados cambios volumétricos. Suelos compuestos de turbas blandas y tierras abonadas que, tienen grandes cantidades de materia orgánica y humedad y no pueden



2014

ser usados en subrasantes y terraplenes o cualquier otro tipo de construcción.

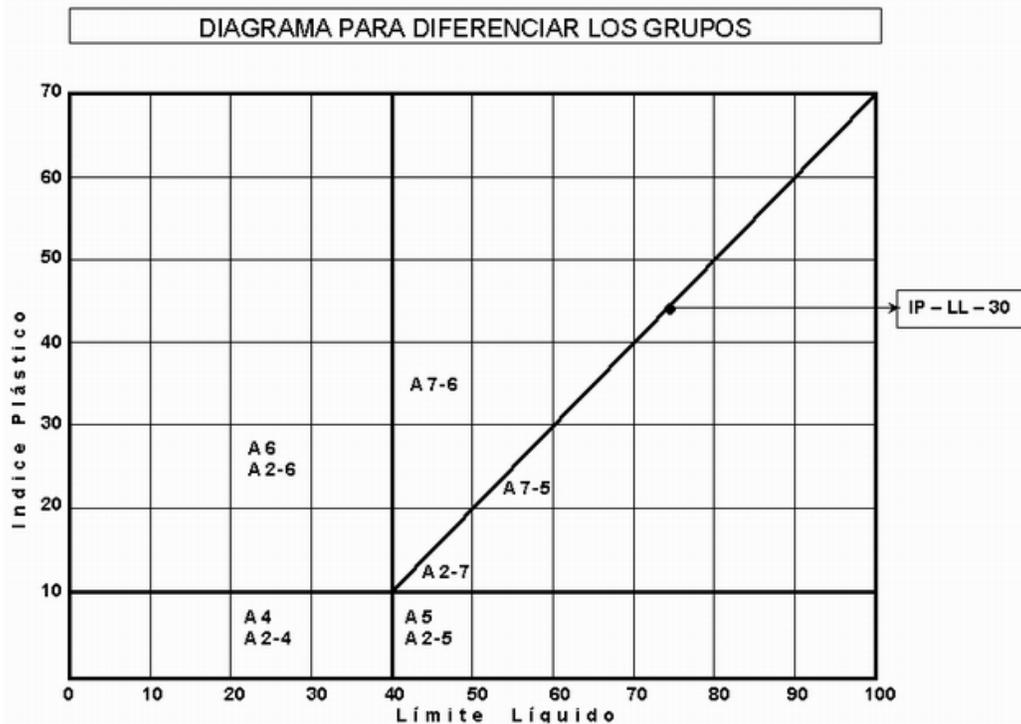


2014

Planilla N° 1: CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA SUBRASANTES

CLASIFICACIÓN GENERAL	SUELOS GRANULARES Pasa tamiz IRAM 75 Micrones (N° 200) hasta el 35 %			SUELOS ARCILLO-LIMOSOS Pasa tamiz IRAM 75 Micrones (N° 200) más del 35 %			
	A-1	A-3 ⁽¹⁾	A-2	A-4	A-5	A-6	A-7
CLASIFICACIÓN POR GRUPOS							
Ensayo de tamizado por vía húmeda. Porcentaje que pasa por:							
Tamiz IRAM de 2 mm. (N° 10)	-	-	-	-	-	-	-
Tamiz IRAM 425 micrones (N° 40)	Máx. 50	Mín. 51	-	-	-	-	-
Tamiz IRAM 75 micrones (N° 200)	Máx. 25	Máx. 10	Máx. 35	Mín. 36	Mín. 36	Mín. 36	Mín. 36
Características de la fracción que pasa el tamiz IRAM 425 micrones (N° 40):							
Límite Líquido (LL)				Máx. 40	Mín. 41	Máx. 40	Mín. 41
Índice Plástico (IP)	Máx. 6	Sin plast.	-	Máx. 10	Máx. 10	-	Mín. 11
COMPORTAMIENTO COMO SUBRASANTE	Excelente a bueno			Regular a pobre			

La colocación del grupo A-3 antes del grupo A-2, en planilla, es necesario para mantener el proceso de clasificación “por eliminación de izquierda a derecha”, pero no significa que el suelo A-3 sea superior al A-2.



2014

Planilla N° 2: CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA SUBGRUPOS (CON SUBGRUPOS)

CLASIFICACIÓN GENERAL	SUELOS GRANULARES Pasa tamiz IRAM 75 micrómetros (N° 200) hasta el 35%						SUELOS ARCILLOSO-LIMOSO Pasa tamiz IRAM 75 micrómetros (N° 200) más del 35%			
	A - 1		A - 3	A - 2			A - 4	A - 5	A - 6	A - 7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6				
Ensayo de tamizado por vía húmeda Porcentaje que pasa por:										
Tamiz IRAM de 2 mm. N° 10	Máx 50									
Tamiz IRAM de 425 micrómetros N° 40	Máx 30	Máx 50	Mín 51							
Tamiz IRAM de 75 micrómetros N° 200	Máx 15	Máx 25	Máx 10	Máx 35	Máx 35	Máx 35	Mín 36	Mín 36	Mín 36	Mín 36
Características de la fracción que pasa por tamiz IRAM 425 micrómetros N° 40										
Límite Líquido	-	-	-	Máx 40	Mín 41	Máx 40	Mín 41	Máx 40	Mín 41	Mín 41
Índice de Plasticidad	Máximo 6	Fragmentos de rocas, grava y arena	No plástico	Máx 10	Máx 10	Mín 11	Máx 10	Máx 10	Mín 11	Mín 11
CONSTITUYENTES PRINCIPALES DE TIPOS MAS COMUNES			Arena fina	Gravas y arenas arcillosas limosas			Suelos limosos		Suelos arcillosos	
COMPORTAMIENTO GENERAL COMO SUBRASANTE	Excelente a bueno			Regular a pobre						

El Índice Plástico del Sub-Grupo A - 7 - 5 es igual o menor que LL - 30, el Índice Plástico del Sub-Grupo A - 7 - 6 es mayor que LL - 30 -



2014

6.3 ANEXO 3 Norma de Vialidad Nacional VN-E5-93 “Compactación de suelos”

5.1- OBJETO

Esta norma detalla el procedimiento a seguir para estudiar las variaciones del peso unitario de un suelo en función de los contenidos de humedad, cuando se lo somete a un determinado esfuerzo de compactación. Permite establecer la Humedad óptima con la que se obtiene el mayor valor del Peso unitario, llamado Densidad seca máxima.

5.2- APARATOS

- a. Moldes cilíndricos de acero para compactación con tratamiento superficial para que resulten inoxidable (Cincado, cadmiado, etc.) de las características y dimensiones indicadas en las figura 1 y figura 2.
- b. Pisones de compactación, de acero tratado superficialmente, con las características y dimensiones que se dan en la figura 3.
- c. Aparato mecánico de compactación que permita regular el peso, la altura de caída del pisón y el desplazamiento angular del molde o pisón (opcional).
- d. Balanza de precisión, de 1 Kg. de capacidad con sensibilidad de 0,01 gramo.
- e. Balanza tipo Roberval de por lo menos 20 Kg. de capacidad, con sensibilidad de 5 gramos.
- f. Dispositivo para extraer el material compactado del interior del molde (opcional).
- g. Cuchilla de acero o espátula rígida, cuya hoja tenga por lo menos 20 cm. de longitud.
- h. Pesa filtros de vidrio o aluminio de 40 mm. de diámetro y 30 mm. de altura.
- i. Tamiz IRAM 19 mm. (3/4")
- j. Tamiz IRAM 4,75 mm. (Nº 4)
- k. Dispositivo para pulverizar agua
- l. Bandeja de hierro galvanizado de 660 x 400 x 100 mm.
- m. Bandeja de hierro galvanizado de 150 x 50 mm.
- n. Espátula de acero, de forma rectangular, con las características indicadas en la figura 4.
- o. Elementos de uso corriente en laboratorio: estufas, probetas graduadas, cucharas, etc.

NOTA: Las dimensiones dadas en los ap. g), l), m), son aproximadas.

5.3- FORMA DE OPERAR DE ACUERDO CON LAS CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS DEL MATERIAL.

- a. Si se trata de suelo que pasa totalmente por el tamiz IRAM 4,8 mm. (Nº 4), se opera con todo el material librado por dicho tamiz. Si la cantidad de material que queda retenida en ese tamiz es pequeña, igual o menor de 5 %, puede incorporarse a la muestra realizándose el ensayo con el total del suelo. Si la porción retenida es apreciable, mayor del 5 %, se opera como si se tratara de material granular.
- b. Cuando se emplean materiales granulares, o sea los que tienen más del 5 % retenido sobre el tamiz IRAM 4,75 mm. (Nº 4), se pasa la muestra representativa por el tamiz IRAM 19 mm. (3/4"), debiendo realizarse el ensayo cuando se



2014

correlacione éste con el ensayo de Valor Soporte, según norma VN-E6-68, únicamente con la fracción librada por este tamiz.

- c. Si el peso del material retenido por el tamiz IRAM 19 mm. (3/4") es menor del 15 % del peso total de la muestra, cuando no se correlacione este ensayo con el Valor Soporte, según norma VN-E6 68, después de realizar el ensayo de acuerdo al título 5.4 ap. 2, deberá efectuarse la corrección por material grueso de los resultados obtenidos, tal como se indica en el párrafo 5.7. Para tal fin es necesario determinar el peso específico del material en la condición de saturado y a superficie seca y la humedad de absorción del mismo.
- d. Si el material retenido por el tamiz IRAM 19 mm. (3/4") es superior al 15 % del peso total de la muestra y no se deba correlacionar este ensayo con el Valor Soporte según Norma VN-E6-68 no se harán correcciones por la incidencia del material grueso, pero deberá tenerse la precaución, al verificar las densidades logradas en obra de aplicar la fórmula que se detalla en el ap. d) del título 5.8 Observaciones.
- e. Únicamente en los casos en que se deba correlacionar este ensayo con el Valor Soporte, según Norma VN-E6-68 el ensayo de Compactación se ejecutará con material que pase el tamiz IRAM 19 mm. (3/4"), compensando el material retenido por este tamiz, por un mismo peso de materia comprendido entre el tamiz IRAM 19 mm. (3/4") y el tamiz IRAM 4,8 mm. (Nº 4). La granulometría del material corrector será la misma que la de la fracción contenida en el material a ensayar que pasa por criba de 3/4" y retiene el tamiz IRAM 4,75 mm. (Nº 4), teniendo en cuenta las cribas intermedias.
 1. Cuando el porcentaje de material retenido por el tamiz IRAM 19 mm. (3/4") sea inferior al 15 %, se compensará el material en su totalidad.
 2. Cuando el porcentaje de material retenido por el tamiz IRAM 19 mm. (3/4") sea superior al 15 %, se compensará hasta dicho porcentaje desechándose en la compensación el excedente.

A los efectos de la exigencia de compactación, este apartado no tendrá vigencia.

5.4- PROCEDIMIENTO

De acuerdo con las características del material a ensayar se presentan dos casos:

a. Material "fino"

Corresponde a suelos que cumplan con lo especificado en el ap. 5.3 (a).

Preparación de la muestra:

- a. Para cada punto de la curva Humedad-densidad se requieren aproximadamente 2500 gramos de material seco. Si se trata de suelo no muy plástico y sin partículas quebradizas puede usarse la misma muestra para todo el ensayo.
- b. Se prepara material suficiente para seis puntos. El ensayo normal requiere cinco puntos, tres en la rama ascendente y dos en la descendente de la curva Humedad-Densidad, pero eventualmente puede requerirse un sexto punto.
- c. La porción de suelo destinada a un punto se distribuye uniformemente en el fondo de la bandeja (ap. 5.2-l).



2014

Con la ayuda del dispositivo adecuado (ap. 5.2-k) se agrega el agua prevista para tal punto y con la espátula (ap. 5.2-n) se homogeniza bien.

NOTA:

Si el material a ensayar presenta dificultades para la homogeneización del agua incorporada, se preparan las seis porciones con contenidos de humedad crecientes, de dos en dos unidades aproximadamente.

Se mezclan los más homogéneamente posible y se dejan en ambiente húmedo durante 24 horas.

Compactación de la probeta

d. Se opera con el molde de 101,6 mm. de diámetro. La energía de compactación quedará determinada por el tipo de pisón, cantidad de capas y número de golpes por capa.

A continuación se dan las características de los distintos tipos de ensayos de compactación a realizar:

ENSAYO	MOLDE mm.	PESO PISÓN Kg.	ALTURA CAÍDA EN	Nº de CAPAS	Nº de GOLPES
I	101,6	2,5	30,5	3	25
II	101,6	4,53	45,7	5	25
III	101,6	2,5	30,5	3	35

e. Se verifican las constantes del molde: Peso del molde (Pm) sin collar pero con base y su volumen interior (V).

f. Cuando se considere que la humedad está uniformemente distribuida se arma el molde y se lo apoya sobre una base firme. Con una cuchara de almacenero, o cualquier otro elemento adecuado, se coloca dentro del molde una cantidad de material suelto que alcance una altura un poco mayor del tercio o del quinto de la altura del molde con el collar de extensión, si se han de colocar tres o cinco capas respectivamente.

g. Con el pisón especificado (2,5 Kg. ó 4,54 Kg.) se aplica el número de golpes previstos (25, 35, 56, etc.) uniformemente distribuidos sobre la superficie del suelo. Para esto debe cuidarse que la camisa guía del pisón apoye siempre sobre la cara interior del molde, se mantenga bien vertical y se la desplace después de cada golpe de manera tal, que al término del número de golpes a aplicar, se haya recorrido varias veces la superficie total del suelo.

h. Se repite la operación indicada en el párrafo anterior las veces que sea necesaria para completar la cantidad de capas previstas, poniendo en tal caso, la cantidad de suelo necesaria para que, al terminar de compactar la última capa, el molde cilíndrico quede lleno y con un ligero exceso, 5 a 10 mm. En caso contrario, debe repetirse íntegramente el proceso de compactación.



2014

i. Se retira con cuidado el collar de extensión. Con una regla metálica, puede servir de espátula, ap. 5.2 (g), se limpia el exceso de material. Se limpia exteriormente el molde con un pincel y se pesa (Ph).

j. Se saca la probeta del molde, con el extractor de probetas si se dispone de él, o mediante la cuchilla o espátula, en caso contrario. Se toma una porción de suelo que sea promedio de todas las capas, se coloca en un pesa filtro y se pesa. Se seca en estufa a 100-105° C, hasta peso constante, para efectuar la determinación de humedad.

k. Se repiten las operaciones indicadas en los párrafos anteriores, ap (f) a (j), con cada una de las porciones de muestra preparadas para los otros puntos. Si se opera con una sola porción, estas operaciones se repiten luego de haber desmenuzado cuidadosamente el material sobrante e incorporado un 2% de agua más, aproximadamente, para cada uno de los puntos a determinar.

l. Se da por finalizado el ensayo cuando se tiene la certeza de tener dos puntos de descenso en la curva Humedad-Densidad.

a. Material granular

Corresponde a suelos que cumplan con las características granulométricas indicadas en el párrafo 5 -3 (b).

Preparación de la muestra:

a. Para cada punto de la curva Humedad - Densidad, se requieren alrededor de 6000 gamos de material seco.

b. Igual que en el caso de suelos finos se requieren 5 puntos y se prevé la eventualidad de un 6° punto. Por lo tanto, se preparan 36 Kg. de material y por cuidadoso cuarteo se lo divide en seis porciones para otros tantos puntos.

Compactación de la probeta

c. Se opera con el molde de 152,4 mm. de diámetro. Previa verificación de sus constantes, se lo coloca sobre una base firme y se realizan las operaciones indicadas en los párrafos (f) a (l) del título anterior 5.4 - (1), con la salvedad de que: Los huecos que quedan al ser arrancadas las piedras emergentes, al enrasar la cara superior de la probeta, deben ser rellenados con material fino y compactados con una espátula rígida. La humedad de cada punto se determina de acuerdo al párrafo (j), sobre una cantidad de material no menor de 1000 gramos y secándolo en bandeja (Ap. 5.2 - m). En el siguiente cuadro, se dan las características de los distintos tipos de ensayo de compactación a realizar:



2014

ENSAYO	MOLDE mm.	PESO PISÓN Kg.	ALTURA CAÍDA EN	Nº de CAPAS	Nº de GOLPES
IV	152,4	2,5	30,5	3	56
V	152,4	4,53	45,7	5	56

5.5- CÁLCULOS Y RESULTADOS

Para cada contenido de humedad de la probeta, determinado en la forma indicada en los párrafos precedentes, se calculan:

- a. La densidad húmeda (Dh) del suelo compactado, aplicando la fórmula:

$$D h = \frac{P h - P m}{V}$$

Donde:

P h = Peso del molde con el material compactado húmedo.

P m = Peso del molde.

V = Volumen interior del molde.

- b. La densidad seca (Ds), que se obtiene mediante la fórmula:

$$D s = \frac{D h \times 100}{100 + H}$$

Donde:

D h = Densidad húmeda.

H = Humedad, en %, del material compactado.

TRAZADO DE LA CURVA HUMEDAD DENSIDAD

c. En un sistema de ejes rectangulares se llevan en abscisas, los valores de la humedad porcentual, y en ordenadas los de la densidad seca.

d. Los puntos así obtenidos se unen por un trazo continuo obteniéndose de este modo una curva que va ascendiendo con respecto a la densidad, pasa por un máximo y luego desciende.

e. El punto máximo de la curva así obtenida indica, en ordenadas, la densidad máxima (Ds) que puede lograrse con la energía de compactación empleada y en abscisas la humedad óptima (H) que se requiere para alcanzar aquella densidad.

5.6- PLANILLAS Y CURVAS

- a. La marcha del ensayo se lleva anotada en una planilla similar al modelo que se adjunta.



2014

b. El trazado de la curva Humedad-Densidad se realiza en el cuadrulado que se encuentra al pie de la planilla, adoptando las escalas que sean más convenientes en cada caso.

5.7- INCIDENCIA DEL MATERIAL GRUESO

Cuando, conforme a lo indicado en ap. 5.3 (c), en la muestra ensayada se tuvo hasta el 15 % de material retenido por el tamiz IRAM 19 mm. (3/4”), se determina la incidencia del material de tamaño mayor que este último tamiz, utilizando las fórmulas que se indican a continuación:

a. Humedad óptima corregida

Se la calcula con la siguiente fórmula:

$$H_c = \frac{(G \times H_a) + (F \times H)}{100}$$

Donde:

H_c = Humedad óptima corregida.

G = Porcentaje de material retenido por el tamiz IRAM 19 mm. (3/4”).

H_a = Porcentaje de humedad absorbida por el material, en condición de saturado y a superficie seca, retenido por el tamiz IRAM 19 mm. (3/4”).

F = Porcentaje de material que pasa por el tamiz IRAM 19 mm. (3/4”).

H = Humedad óptima resultante para el material que pasa por el tamiz IRAM 19 mm. (3/4”), expresada en por ciento.

b. Densidad máxima corregida

Se la obtiene reemplazando valores en la siguiente fórmula:

Donde:

$$D_{mc} = \frac{100}{\frac{G}{d_g} + \frac{F}{D_s}}$$

Donde:

D_{mc} = Densidad máxima corregida.

G = Porcentaje de material retenido por el tamiz IRAM 19 mm. (3/4”).

F = Porcentaje de material que pasa el tamiz IRAM 19 mm. (3/4”).

d_g = Peso específico del material, en condición de saturado y a superficie seca, retenido en el tamiz IRAM 19 mm.(3/4”).

D_s = Densidad seca máxima obtenida en el ensayo de compactación ejecutado con el material librado por el tamiz IRAM 19 mm. (3/4”).



2014

NOTA:

Los valores obtenidos con la fórmula dada en el ap. 5.7(b) tienen tendencia a ser mayores que los reales. La diferencia es pequeña para valores de G hasta 15%.

5.8- OBSERVACIONES

a. La introducción de las variantes con que es posible ejecutar el ensayo de compactación: tamaño del molde, número de capas, cantidad de golpes por cada y peso total del pisón, se justifica en ciertos casos, por la naturaleza de los suelos a utilizar, las características de la obra a ejecutar o la capacidad de los equipos que se prevé emplear.

b. Para la fijación de la humedad del primer punto del ensayo juega un papel muy importante la experiencia del operador. En ausencia de ésta, puede servir de referencia el valor del límite plástico. En general, el valor de la humedad óptima es algo inferior al límite plástico y atento a que deben conseguirse tres puntos en la rama ascendente de la curva Humedad – densidad, resulta relativamente fácil dar un valor aproximado a la humedad que debe tener el suelo en ese primer punto.

c. En laboratorios importantes, donde se ejecute un gran número de ensayos se recomienda emplear el aparato mecánico de compactación.

d. Cuando se apliquen los resultados del ensayo de compactación a materiales granulares que tengan un porcentaje mayor del 15 % retenido sobre el tamiz IRAM 19 mm., no se efectuarán correcciones por la incidencia de material grueso (ver ap. 5.3-d), y se deberá aplicar al controlar las densidades logradas en obra, la siguiente fórmula:

$$D_{sc} = \frac{P_t - P_r}{V_t - V_r}, \text{ siendo } V_r = \frac{P_r}{d_g}$$

Donde:

D_{sc} = Densidad seca corregida.

P_t = Peso total de la muestra extraída del pozo.

P_r = Peso del material retenido por el tamiz IRAM 19 mm. (3/4”).

V_r = Volumen ocupado por el material retenido por el tamiz IRAM 19 mm. (3/4”).

V_t = Volumen total del pozo.

d_g = Peso específico del material, en condición de saturado y a superficie seca, retenido en el tamiz IRAM 19 mm. (3/4”).



2014

**Detalle del molde para el
Ensayo de Compactación
Diámetro = 101,6 mm.**

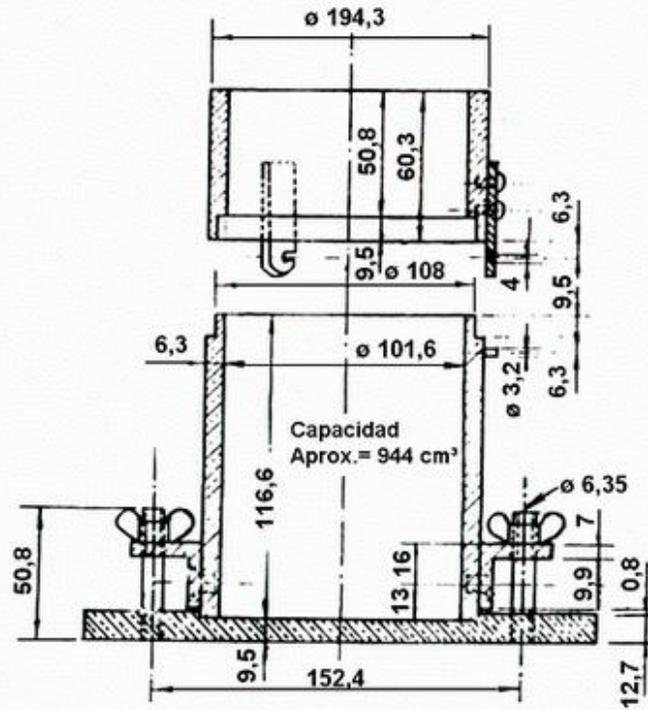


Figura N° 1

**Detalle del molde para el
Ensayo de Compactación
Diámetro = 152,4 mm.**

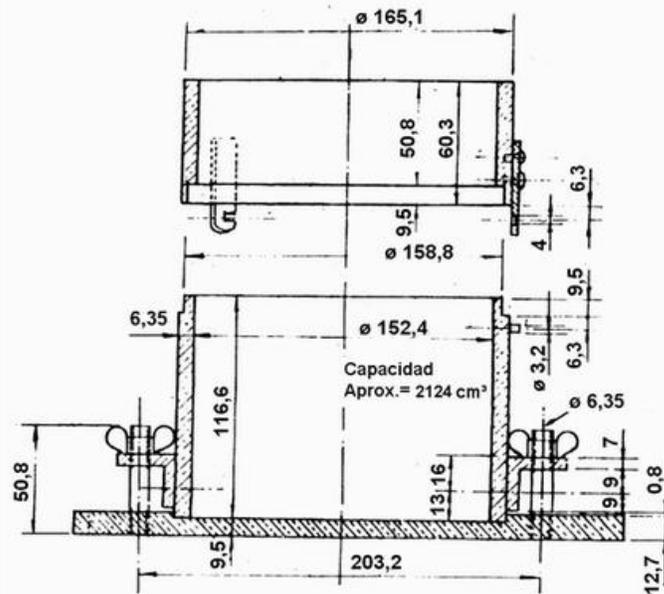
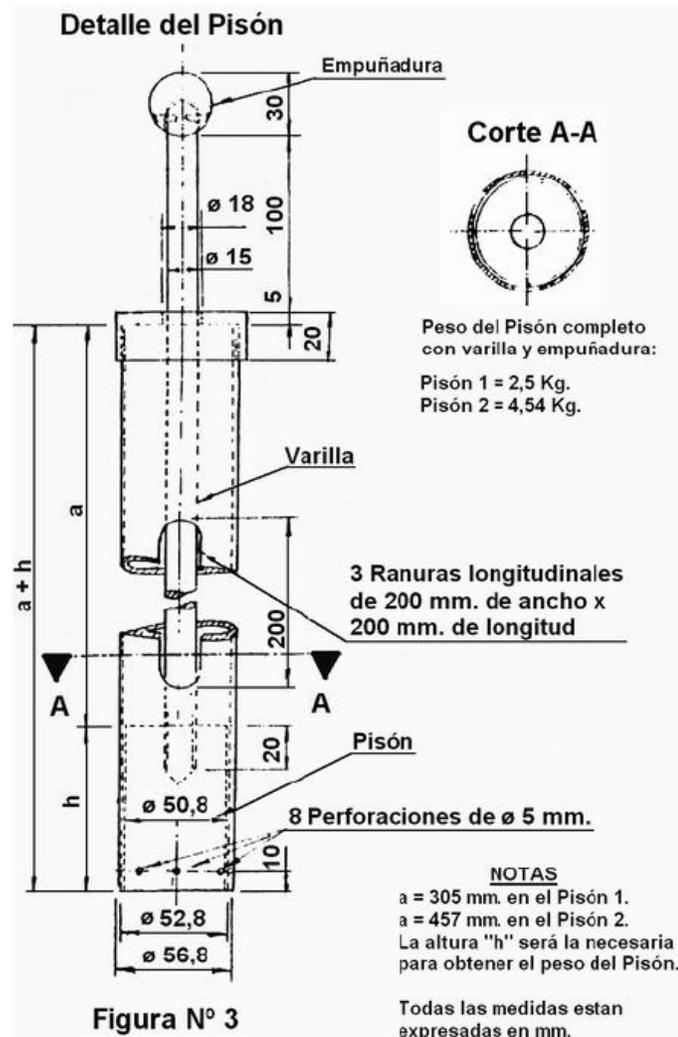
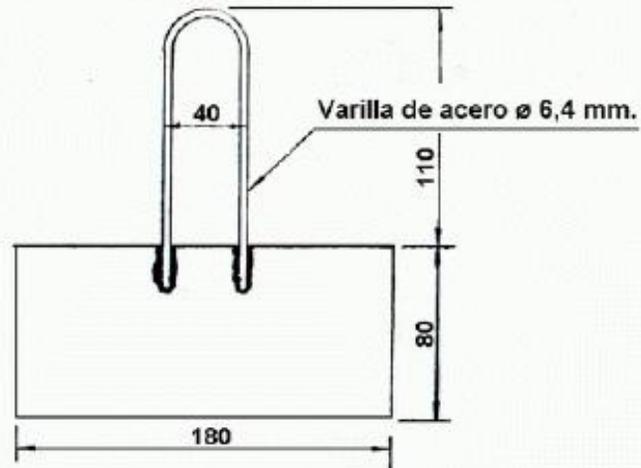


Figura N° 2



2014

**Espátula rectangular de chapa de acero de 2 mm.****Figura N° 4**

2014

6.2 ANEXO 4 Norma de Vialidad Nacional VN-E8-66 “Control de compactación por el método de la arena”

8.1. OBJETOS

Esta norma detalla el procedimiento a seguir para determinar en el terreno el peso unitario de un suelo compactado, corrientemente denominado densidad, y establecer si el grado de compactación logrado cumple las condiciones previstas.

8.2. APARATOS

- a. Dispositivo que permite el escurrimiento uniforme del material utilizado para la medición del volumen, ver figura N° 1.
- b. Cilindro de hierro de las características y dimensiones indicadas en la figura N° 2.
- c. Bandeja de hierro, con orificio central, de las dimensiones y características indicadas en la figura N° 3.
- d. Cortafríos, cucharas, espátulas u otras herramientas adecuadas para efectuar un hoyo en el terreno y retirar el material removido.
- e. Balanza de por lo menos 5 Kg. de capacidad con sensibilidad de 1 gramo.
- f. Frascos o latas con cierre hermético (para recoger el material retirado del hoyo).
- g. Bolsa de material plástico y/o recipiente de plástico u otro material con tapa preferentemente roscada, de 4 lt. o más de capacidad.
- h. Tamices IRAM 850 μm . (N° 20) y 600 μm (N° 30)
- i. Elementos de uso corriente en laboratorio: probetas, espátulas, palas, pinceles de cerda etc.

8.3. CALIBRACIÓN DEL APARATO

- a. Se seca en la estufa, hasta peso constante, 20 a 25 Kg. de arena silícea de granos redondeados y uniformes.
- b. Por tamizado se separa la fracción que pasa tamiz IRAM 850 μm . (N° 20) y queda retenida en el tamiz IRAM 600 μm . (N° 30).

NOTA

No es indispensable utilizar estos tamices. Pueden elegirse cualesquiera dos tamices de la serie IRAM, siempre que la arena obtenida cumpla con la condición de que dos determinaciones consecutivas de su peso unitario (ap. 8.3. f), no dan variaciones mayores del 1 %.



2014

No conviene emplear arena muy fina porque se puede trabar al libre movimiento del robinete y provocar vibraciones que modificarían la acomodación de la arena al caer en el pozo.

- c. Se determina el volumen, V_c , del cilindro (ap. 8.2. b). hasta los 150 mm. de altura.
- d. Se verifica el buen funcionamiento y ajuste de las partes móviles del aparato indicado en ap. 8.2. a.
- e. Se llena el recipiente superior del dispositivo (ap. 8.2. a). con un peso conocido, P_1 , de la arena preparada según el ap. b. Se apoya firmemente el embudo sobre una superficie plana y rígida, se abre el robinete rápidamente $\frac{1}{4}$ de vuelta de tal modo que la arena fluya libremente, hasta constatar que el embudo está totalmente lleno. Se cierra el robinete y se pasa la cantidad de arena sobrante en el recipiente superior, P_2 .

Por diferencia se determina el peso de la arena necesaria para llenar el embudo,

$$P_e = P_1 - P_2.$$

Esta operación se repite cuidadosamente tres veces y se establece como valor de P_e el promedio. Los valores individuales no deberán diferir entre sí más de 5 g.

f. Se apoya el embudo en el encastre superior del cilindro, de volumen conocido V_c , colocado sobre una superficie perfectamente lisa. Se carga el recipiente superior con el mismo peso de arena P_1 que se utilizó en el ap. e. Se gira el robinete rápidamente $\frac{1}{4}$ de vuelta, esperando hasta que la arena termine de correr y se determina el peso, P_3 , de la arena que quedó en el recipiente.

Se repite cuidadosamente tres veces esta operación y se toma como valor de $P_1 - P_3$ al promedio las tres determinaciones. Los valores individuales de cada determinación no deberán diferir entre sí en más de 10 g.

g. Se pesan varias cantidad de arena zarandeada iguales a P_1 y se introduce cada una de ellas en un envase adecuado (ap. 8.2. g). Conviene preparar dos o tres medidas más de arena que el número de ensayos que se prevé efectuar.

8.4. PROCEDIMIENTO

a. Si el lugar donde debe realizarse la determinación presenta una superficie lisa, se elimina todo el material suelto con el pincel seco y se apoya el embudo del dispositivo, ap. 8.2. a, marcando su contorno para que después de ejecutado el hoyo, cuya densidad piensa determinarse, sea posible colocar el embudo en el mismo lugar.

Si la superficie presenta pequeñas irregularidades, antes de eliminar el polvo con el pincel se empareja con una pala ancha.

b. Con ayuda del cortafrió y la cuchara, o con cualquier otra herramienta adecuada, ap. 8.2.d, se ejecuta un hoyo cuyo diámetro será por lo menos de 10 cm. en el caso de suelos finos y tendrá el valor máximo (16 cm.) cuando se trate de suelos granulares. Sus paredes



2014

serán lisas verticales, con una profundidad igual al espesor que pretenda controlarse. Se recoge cuidadosamente todo el material retirado del hoyo, colocándolo dentro de uno de los frascos de cierre hermético (ap. 8.2.f), a medida que se lo va extrayendo.

Completada la perforación se ajusta el cierre y se identifica el frasco debidamente.

c. Se vacía el contenido de uno de los envases, preparado según lo establecido en ap. 8.3 g., en el recipiente superior del aparato, ap. 8.2. a, colocado previamente con su embudo en coincidencia con la marca dejada en la superficie (apartado a.)

d. Se abre el robinete rápidamente $\frac{1}{4}$ de vuelta, evitando trepidaciones y se hace fluir libremente la arena dentro de hoyo hasta que permanezca en reposo. Se cierra el robinete y se recoge la arena sobrante en el recipiente, colocándola debidamente identificada en el mismo envase en que venía. Se levanta con cuidado la arena limpia que cayó y se guarda en un recipiente cualquiera para utilizarla posteriormente, previo retamizado.

e. Si la superficie en donde se efectúa la determinación es irregular y no es posible emparejarla, la operación debe realizarse utilizando la bandeja (ap. 8.2.c) para tener en cuenta el volumen de arena necesario para alisar la cara superior de la perforación. Es necesario en este caso, para cada hoyo, disponer de dos envases llenos de arena de peso P1.

f. En el lugar elegido se limpia cuidadosamente la superficie eliminando con el pincel todo el material suelto. Se coloca sobre la misma bandeja (ap. 8.2.c), asegurándola en forma tal que no pueda moverse. Se coloca el dispositivo (ap. 8.2. a) introduciendo el embudo en el orificio de la bandeja, hecho esto se llena el recipiente superior con el contenido de uno de los envases. Se abre el robinete permitiendo que la arena fluya hasta que se mantenga en reposo. Se retira el aparato y se vierte la arena sobrante en el envase cuyo contenido se utilizó. Por diferencia se obtiene luego el peso de la arena utilizada, Pe1.

g. Se limpia toda la arena suelta que cayó sobre la superficie del pozo y la bandeja. Se realiza luego, cuidando de no mover la bandeja, un hoyo en el espesor a controlar con diámetro igual al del agujero de la bandeja y se continúa la determinación en la forma ya indicada en el apartado 8.4. b),c) y d).

h. Se pasa todo el material depositado en el recipiente hermético, al efectuar el hoyo. Llamemos Ph a este peso.

i. Se coloca dicho material en una bandeja y se seca a estufa a 105 - 100° c hasta peso constante. Llamemos Ps a dicho paso.

j. Se pasa la arena sobrante de la operación descrita en el ap. 8.4.d. Llamemos P4 a este peso.

8.5. CALCULOS

a. Constante del embudo: Es igual al peso de la arena que llena el embudo cuando este apoya sobre una superficie plana (ver ap.8.3.c)



2014

Su valor es: $Pe = P1 - P2$

b. Peso unitario de la arena seca: Se lo obtiene aplicando de fórmula (ver ap. 8.3. f):

$$da = \frac{P1 - P3 - Pe}{Vc}$$

Donde:

P1= Peso de la arena colocada en el recipiente antes del ensayo.

P3= Peso arena remanente.

Pe= Constante del embudo.

Vc= Volumen del cilindro.

c. Densidad de la muestra seca.

Si se realizó la determinación sobre una superficie lisa (ap.8.4.a), se calcula con la fórmula:

$$Ds = \frac{Ps \times da}{P1 - P4 - Pe}$$

Donde:

Ds= Densidad del suelo seco.

Ps= Peso del suelo seco

da= Peso unitario de la arena seca

P1= Peso inicial de la arena empleada en la determinación.

P4= Peso de la arena sobrante

Pe= Constante del embudo.

Si se efectuó la determinación sobre una superficie irregular, ap. 8.4.e, la fórmula a aplicar es:

$$Ds = \frac{Ps \times da}{P1 - P4 - Pe1}$$

Donde Ps, da, P1 y P4 tienen la significación antes expresada y Pe1 es el peso de la arena utilizada descrito en ap. 8.4.f.

d. La humedad de la muestra: En el momento del ensayo se calcula mediante la expresión:



2014

$$H\% = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$$

Donde:

H= Contenido de humedad, en porcentaje.

Ph= Peso del suelo húmedo.

Ps= Peso del suelo seco.

e. Grado de compactación logrado: Se establece aplicando la fórmula:

$$C = \frac{Ds}{D} \times 100$$

Siendo:

C= Porcentaje de compactación obtenido con relación a la compactación especificada.

Ds= Densidad lograda (Kg./dm³.)

D= Densidad (en Kg./dm³) que debió obtenerse según lo indicado en el Pliego de Especificaciones de la obra.

8.6. OBSERVACIONES

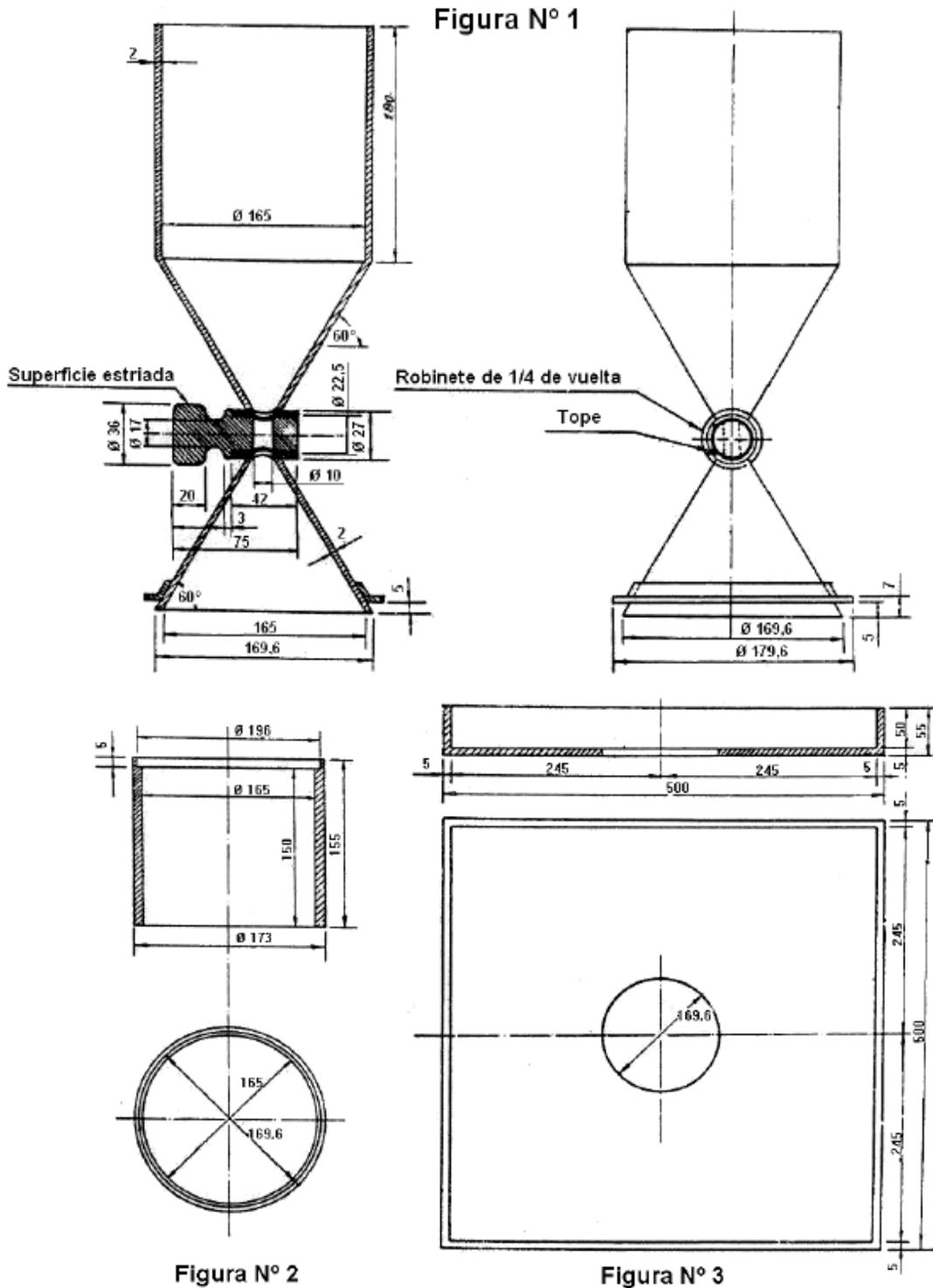
a. Es de gran importancia que el material empleado (arena) para llenar el pozo esté constituido por granos de tamaño, naturaleza y peso uniforme, lo más redondeados que sea posible, a fin de asegurar una distribución homogénea, con un índice de vacíos aproximadamente constante.

b. La humedad determinada en ap. 8.5.d no es indispensable para el cálculo de la densidad, pero es de gran utilidad su conocimiento para vigilar la marcha de la obra.

c. La verificación del grado de compactación alcanzando, como se explica en ap. 8.5.e, se ajusta a lo establecido en los pliegos en vigencia.



2014



2014

CAPITULO 7: BIBLIOGRAFÍA

Departamento de Construcciones Civiles – Cátedra de Vías de Comunicación II, *Conservación de pavimentos en carreteras*. UNC, Córdoba, 1987.

Dirección de Obras Viales, *Pliego “Bacheo con hormigón- sector nor-este”*. Municipalidad de Córdoba, Córdoba, 2014.

Departamento de Construcciones Civiles – Cátedra de Transporte II, *Principios de diseño geométrico*. UNC, Córdoba, 2014.

Consejo de directores de carreteras de Iberia e Iberoamérica, *M.5.2 Catálogos de deterioros de pavimentos*. Dirección Nacional de Vialidad de la República de Chile, 2002.

Vialidad Nacional, *Normas de ensayos*. Dirección de Vialidad Nacional, Argentina, 2014.

Instituto del Cemento Portland Argentino, *Pavimentos Urbanos*. Instituto del Cemento Portland Argentino, Argentina, 1977.

ASOCEM Asociación de productores de cemento, *Guía para el reconocimiento de fallas en pavimentos rígidos*. Disponible en http://www.asocem.org.pe/bivi/re/dt/PAV/fallas_pavimentos_rigidos.pdf .

Instituto del Cemento Portland Argentino, *Diseño de mezclas de hormigón*. Instituto del Cemento Portland Argentino, Santa fe, 2013.

Instituto del Cemento Portland Argentino, *Diseño de pavimentos rígidos*. Instituto del Cemento Portland Argentino, San Salvador de Jujuy, 2012,

Instituto del Cemento Portland Argentino, *Proyecto y ejecución de reparaciones en pavimentos*. Instituto del Cemento Portland Argentino, Santa Cruz, 2013.

Concejo Deliberante de la Ciudad de Córdoba, *Ordenanza 10.819*. Municipalidad de Córdoba, Córdoba, 2004.

Instituto Boliviano del Cemento y el Hormigón, *Lineamientos generales para el diseño geométrico de juntas*. Instituto Boliviano del Cemento y el Hormigón.

