

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

Facultad de Ciencias Exactas Físicas y
Naturales

PRÁCTICA SUPERVISADA

Seguimiento de Obra: Duplicación de
Calzada Ruta Nacional 36

Tutor: Mg. Ing. DAPÁS, Oscar Milton
Supervisor Externo: DE LA RUBIA, Daniel

LASTIRI, Jerónimo G.
AFEMA S.A.
26/08/2014



PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

1 RESUMEN

El desarrollo de la presente Práctica Profesional Supervisada, procura alcanzar como objetivo general el obtener experiencia práctica complementaria aplicando y profundizando los conceptos adquiridos durante los años de estudio de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba.

El presente informe está referido al seguimiento de la obra de conservación mejorativa y duplicación de calzada de la Ruta Nacional 36. Esta obra tiene como objetivo final, transformar la actual traza de 1 trocha para cada sentido de circulación en una vía de alta jerarquía, con dos trochas para cada sentido de circulación, sin control total de accesos. La empresa encargada de ejecutar esta obra es AFEMA S.A., mientras que quien contrata la misma es la Dirección Provincial de Vialidad, órgano del Gobierno de la Provincia de Córdoba.

En el informe se describen los ítems más relevantes de la obra, la metodología de ejecución de los mismos, certificación de los trabajos, la inspección y controle que se realizan, y otras particularidades. Además se da una explicación de las tareas de topografía, laboratorio, y otras de gran relevancia en el avance de la obra.

INDICE

PARTE I: Ruta Nacional 36 – Duplicación de Calzada – Tramo: Córdoba – Altos Fierros	
1	RESUMEN 2
2	INTRODUCCIÓN 6
3	EI PROYECTO..... 10
3.1.1	Parámetros de Diseño 10
3.1.2	Perfiles de Obra. 10
3.1.3	Retornos 15
3.1.4	Particularidades 17
4	EJECUCIÓN Y CERTIFICACIÓN DE OBRA..... 18
4.1	Topografía..... 18
4.1.1	Relevamientos Topográficos 18
4.1.2	Replanteos Topográficos 19
4.1.3	Nivelaciones..... 20
4.1.4	Controles 20
4.2	Limpieza y Desmonte..... 21
4.3	Base de asiento, Terraplén y Subrasante 23
4.3.1	Método Constructivo y Particularidades 23
4.3.2	Inspección..... 27
4.3.3	Certificación 29
4.4	Sub- Base y Base Granular..... 31
4.4.1	Método Constructivo y Particularidades 31
4.4.2	Inspección..... 34
4.4.3	Certificación 36
4.5	Base Negra Y Carpeta de Rodamiento 42
4.5.1	Método Constructivo y Particularidades 42
4.5.2	Carpeta de Rodamiento 46
4.5.3	Refuerzo o Restitución..... 46
4.5.4	Bacheo con fresadora 48
4.5.5	Controles e Inspección..... 49
4.5.6	Certificación 51
4.6	Obras de Arte..... 55
4.6.1	Obras de Cruce..... 55
4.6.2	Pasarela Peatonal..... 62
5	CONCLUSIONES 76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Ubicación	6
Figura 2: Imagen panorámica de Obra Terminada.....	7
Figura 3: Mediana con cuneta central.....	7
Figura 4: Retorno y acceso a localidad de Bower	8
Figura 5: Alcantarillas Terminadas.....	8
Figura 6: Corrimiento de línea eléctrica de media tensión.....	9
Figura 7: Perfil Tipo N°1 - Autovía con New Jersey.....	10
Figura 8: Perfil Tipo N°1 Terminado - Autovía con New Jersey	11
Figura 9: Perfil Tipo N° 2 – Autovía con Mediana de 7,00 m.....	12
Figura 10: Perfil Tipo N° 2 Terminado.....	12
Figura 11: Perfil Tipo N° 3	13
Figura 12: Mediana de 10 metros	13
Figura 13: Cuneta de Desagüe	14
Figura 14: Futura Colectora	14
Figura 15: Retorno Acceso a Bower	15
Figura 16: Carriles de Aceleración y Desaceleración	15
Figura 17: Vehículo retornando protegido del tránsito pasante	16
Figura 18: Salida de retorno.....	16
Figura 19: Giro en U para retorno	16
Figura 20: Desvío de traza	17
Figura 21: Planilla Levantamiento Perfiles Previos.....	18
Figura 22: Replanteo para Limpeza.....	19
Figura 233: Replanteo de Subrasante	19
Figura 24: Palas Cargadoras Desmontando.....	21
Figura 25: Retroexcavadora Desmontando	22
Figura 26: Terreno desmontado.....	22
Figura 27: Capa de Terraplén Terminada.....	23
Figura 28: Rastra y Camión de Agua Trabajando	23
Figura 29: Compactador Pata de Cabra y Motoniveladora trabajando	24
Figura 30: Rodillo Neumático.....	24
Figura 31: Carga y Descarga de suelo para terraplén.....	25
Figura 32: Pala Cargadora cargando suelo	25
Figura 33: Cuneta ejecutada.....	26
Figura 34: Inspección Terraplén - Ensayo del Cono de Arena.....	27
Figura 35: Bache Sobre base Granular	28
Figura 36: Bache sobre Carpeta Asfáltica	28
Figura 37: Saneamiento de Bache	29
Figura 38: Planilla de Cómputo y certificado de Terraplén	30
Figura 39: Acopio Humectado.....	31
Figura 40: Material de base descargado en el lugar de ejecución	31
Figura 41: Camión regador y compactadores trabajando.....	32
Figura 42: Motoniveladora Cortando Base	33
Figura 43: Base Granular Terminada y Perfilada	34
Figura 44: Ensayo de Cono de Arena en Base	34
Figura 45: Planilla de Control de Nivelación	35
Figura 46: Certificado de Provisión de Material	38
Figura 47: Laboratorio	40
Figura 48: Certificado Ejecución de Estabilizados Granulares.....	41
Figura 49: Ejecución de Riego de Imprimación	42
Figura 50: Terminadora Trabajando	43
Figura 51: Línea de Distribución de Mezcla Asfáltica con Terminadora	44
Figura 52: Compactadores tipo Rodillo Liso con vibrador (Aplanadora)	44
Figura 53: Compactadores tipo Rodillo Neumático trabajando	45
Figura 54: Toma de Juntas	45
Figura 55: Capas Asfálticas en zona de Refuerzo.....	46
Figura 56: Ejecución de Restitución con Trineo	47
Figura 57: Ejecución de Capa Asfáltica de espesor variable según Deformaciones	47
Figura 58: Ejecución de Bacheo con Fresadora	48
Figura 59: Parte Diario Terminadora.....	49

Figura 60: Planilla de control de Espesores Teóricos.....	50
Figura 61: Certificado de Provisión de Mezcla Asfáltica.....	52
Figura 62: Certificado Ejecución de trabajos con Mezcla Asfáltica	54
Figura 63: Perfil Transversal de Alcantarilla	55
Figura 64: Secuencia y Método constructivo de Alcantarillas.....	57
Figura 65: Planilla de Doblado de Hierros	58
Figura 66: Cómputo Hormigón	60
Figura 67: Cómputo Armadura.....	60
Figura 68: Certificado de Hormigones y Armaduras.....	61
Figura 69: Relevamiento	62
Figura 70: Plano de Relevamiento.....	63
Figura 71: Plano Tipo Pasarela D.P.V	63
Figura 72: Norma 1003 - Distancias Mínimas.....	64
Figura 73: Planta General Pasarela.....	65
Figura 74: Planta General Pasarela.....	66
Figura 75: Plano de Pilotes y Bases	67
Figura 76: Vistas - Barandas y Cercos Metálicos	67
Figura 77: Planilla de Replanteo de Pilotes	68
Figura 78: Banco de Armado de Hierros.....	69
Figura 79: Equipamiento para Ejecución de Pilotes	70
Figura 80: Nivelación de Armaduras.....	71
Figura 81: Llenado de Pilote	72
Figura 82: Manipuleo de Estructuras Pretensadas.....	73
Figura 83: Montaje de Columnas	74
Figura 84: Montaje de vigas.....	74

2 INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de aumentar el nivel de servicio y la seguridad entre las localidades de Córdoba y Río Cuarto, se está transformando la Ruta Nacional 36 en autovía. Esto conlleva la ejecución de importantes obras que cambiarán el diseño geométrico de la misma.

La obra que realiza la empresa AFEMA S.A. corresponde al tramo que comienza en la localidad de Córdoba, y finaliza en el cruce entre Ruta Nacional 36 y Ruta Provincial C-45, en donde se realiza un distribuidor en dos niveles. (Figura 1)

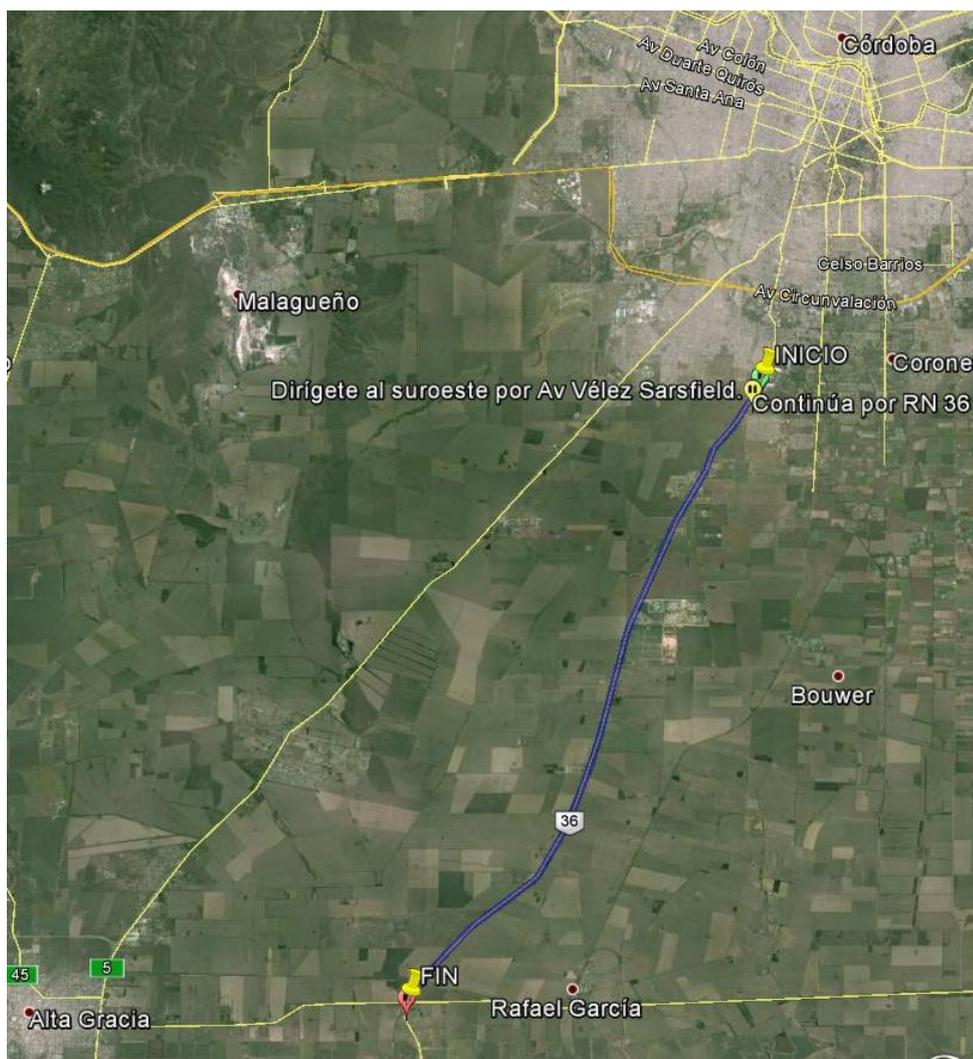


Figura 1: Mapa de Ubicación

Las obras que se realizaron fueron:

a - Se construyeron dos nuevas calzadas, generando dos trochas para cada sentido de circulación. (Figura 2)



Figura 2: Imagen panorámica de Obra Terminada

b - Se creó una mediana, que separa el tránsito de los distintos sentidos. (Figura 3)



Figura 3: Mediana con cuneta central

c - Se consiguió un mejor control de los accesos a la autovía y un ordenamiento más eficiente del tránsito, con el diseño de seis nuevos retornos y un distribuidor a dos niveles, que se construirá en el pasaje denominado Altos de Fierro. (Figura 4)

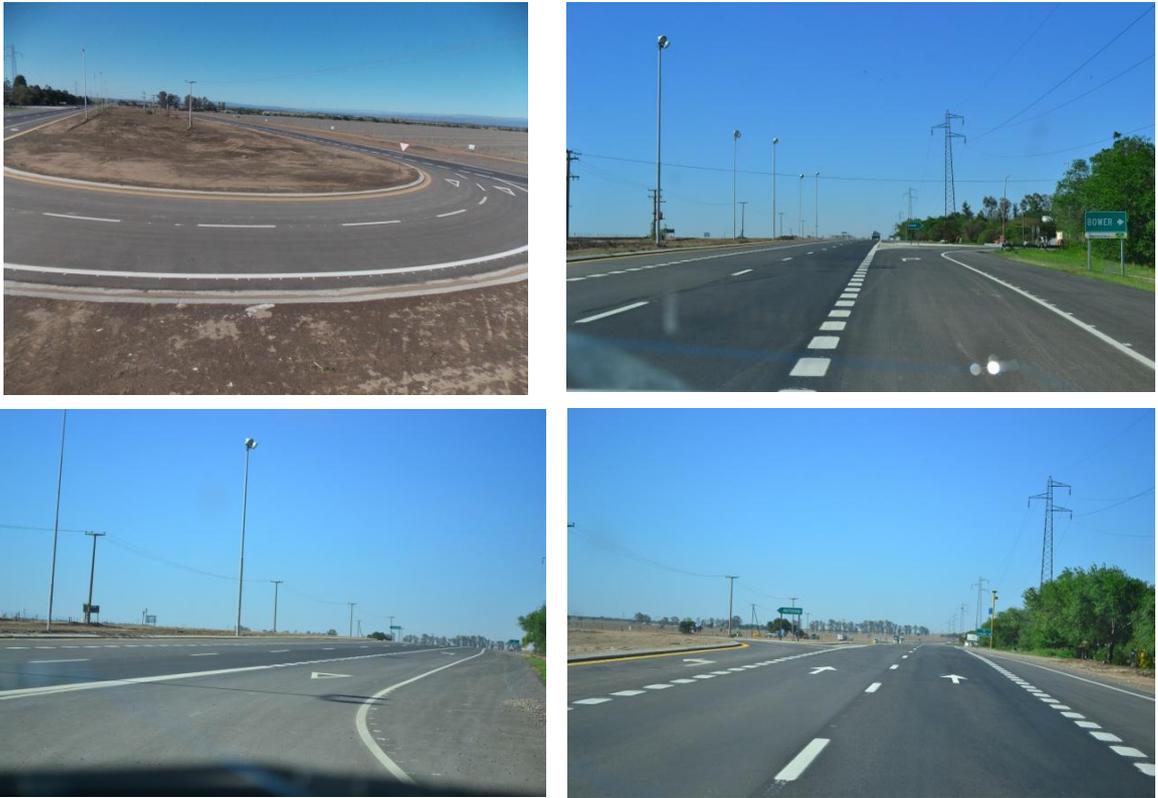


Figura 4: Retorno y acceso a localidad de Bower

d - Se ensancharon alcantarillas y se construyeron otras nuevas. (Figura 5)



Figura 5: Alcantarillas Terminadas

e - Fue necesario el traslado de líneas de energía, que corre paralelamente a la ruta. En la siguiente imagen pueden verse los postes existentes con su correspondiente tendido de cables, y a la derecha de los mismos, los nuevos postes listos para recibir el nuevo su nuevo cableado. (Figura 6)



Figura 6: Corrimiento de línea eléctrica de media tensión

En el desarrollo del informe se abordan los siguientes temas:

- El Proyecto: Descripción de los perfiles de la obra, y las características del diseño geométrico de la misma y del paquete estructural del pavimento.
- Ejecución y Certificación de Obra: Descripción de los métodos constructivos de cada uno de los ítems que componen la obra, la forma en que se computan y certifican éstos, y los controles que se realizan a fines de garantizar la calidad de la obra.

Respecto al proyecto, mi tarea fue la interpretación, ya que la elaboración del mismo fue subcontratada. La interpretación consiste en el traslado de los datos del plano unas planillas de datos topográficos. Para esto es necesaria la utilización de software de topografía como ser Autocad y AutocadCivil3D, para lo cual debí capacitarme durante esta práctica. También participé activamente en el replanteo de estos datos de las planillas en el terreno, mediante la utilización de elementos topográficos, tal como: estación total y nivel óptico (para controlar se realiza un procedimiento inverso). De esta manera, apliqué conocimientos topográficos supliendo la ausencia de mano de obra especializada en el tema, realicé cada una de las tareas de topografía que se desarrollan a lo largo del informe. Esto fue siempre bajo la supervisión de un Topógrafo.

Respecto a la ejecución de los trabajos, me toco conocer como se realizan los mismos, y luego de haber adquirido cierta experiencia, coordinar algunos de los mismos de manera de optimizar los rendimientos de las maquinas y mano de obra, siempre bajo la supervisión y consentimiento del Jefe de Obra. También debí gestionar el aprovisionamiento de materiales, equipos y herramientas para la ejecución de los mismos o sea que participe activamente en la logística de obra.

Respecto a la certificación de obra, fue esta la primera tarea que realicé hasta adquirir cierta experiencia y entrar en contacto directo y activo con las actividades de campaña.

3 EL PROYECTO

3.1.1 Parámetros de Diseño

Se ha adoptado un nuevo diseño lo más compatible posible con los condicionantes externos, el medio ambiente y procurando mitigar o minimizar los impactos ambientales. Los radios mínimos adoptados para la calzada principal, son mayores a 1000m lo que indica una velocidad de diseño de 110 Km/h, para el desarrollo de la obra, la que solo se limitará en los retornos.

Los taludes de terraplén se adoptaron 1:4 para altura menores de 3,00m, para alturas de terraplén mayor o igual a 3,00m el talud será 1:2 ampliándose el ancho de banquina externa en 0,50m.

La pendiente transversal de la calzada a ejecutar 2%, de la calzada existente será la pendiente transversal actual, ya que no se prevén correcciones en los sectores en que se re pavimenta ni, obviamente, en los que no se lo hace. La pendiente transversal de la banquina de suelo a ejecutar será de 4%, y la pendiente transversal de la banquina interna pavimentada, en los sectores indicados en planta y perfiles, será la de la calzada correspondiente.

3.1.2 Perfiles de Obra.

En el recorrido entre la ciudad de Córdoba y el paraje denominado Altos Fierros se han utilizado tres tipos de perfiles o secciones de obra, los cuales se describen a continuación.

PERFIL TIPO N°1

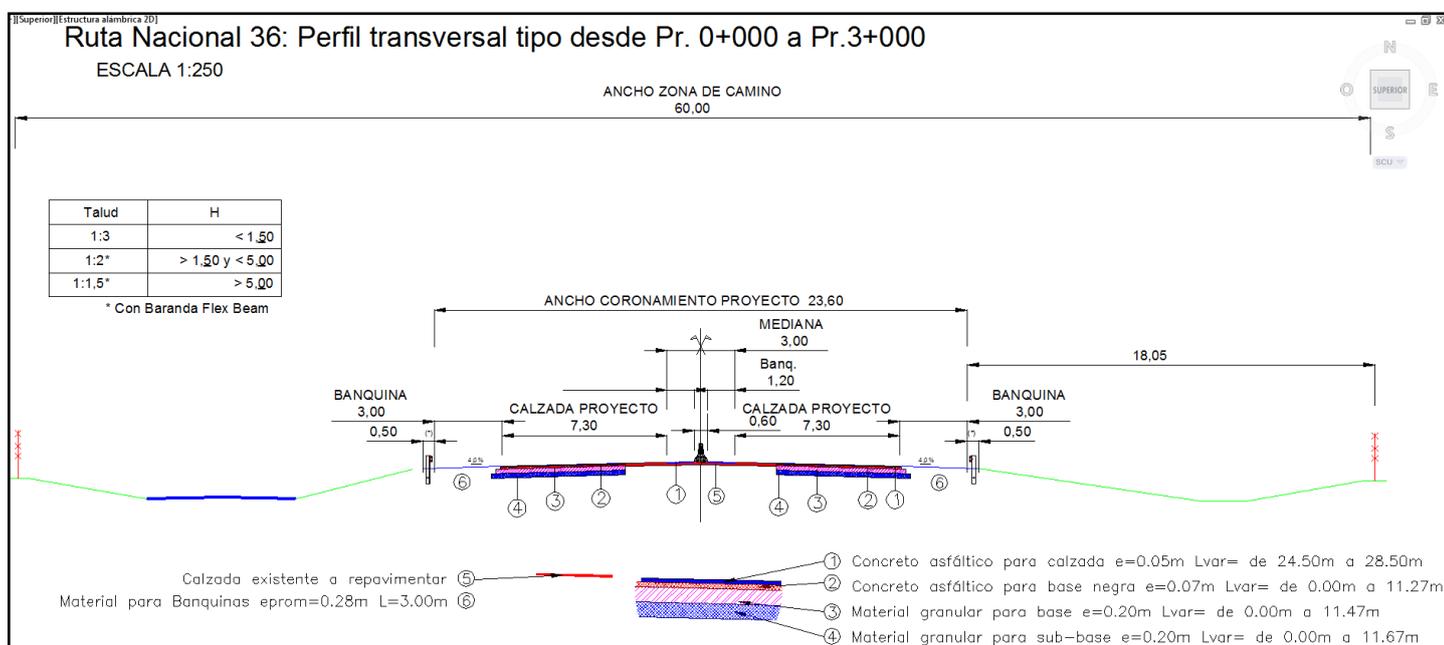


Figura 7: Perfil Tipo N°1 - Autovía con New Jersey

Véase en la Figura 7, el primer perfil tipo de obra, que fue aplicado en la transición entre la zona urbana de la ciudad de Córdoba y la rural. En la misma puede identificarse:

- Cuatro carriles, con un ancho de 3.65m cada uno, con repavimentación de calzada existente, refuerzo de la misma y ensanches correspondientes.
- Banquinas derechas, de 3m de ancho.
- Muro de hormigón, de 60 cm de ancho en su base inferior.
- Entre el carril rápido y el muro de hormigón, se dispone de un espacio de 1.20m que permite, que los vehículos circulen alejados del New Jersey.

Para cumplir con la funcionalidad de transición, y por la falta de espacio físico para la materialización de un cantero central o mediana de mayor envergadura, es que se optó por un muro divisorio, denominado “Defensa de Hormigón tipo New Jersey”, que separa eficazmente ambos sentidos del tráfico, pero tiene como desventaja que no amortigua la energía de los posibles impactos. Además se pueden ver las características geométricas de cada uno de los elementos que componen a la vía: Carpeta, Base Asfáltica, Base granular, Sub Base granular, Banquina, Defensa Metálica tipo “Flex Beam”, Taludes, Cuneta. Se puede apreciar que sobre la calzada existente se realizó una repavimentación, y por encima de la misma se colocó un refuerzo. Luego, para lograr el ancho de 7,30 m de calzada se construyeron ensanches con el paquete estructural completo.

Este Perfil tiene un recorrido de 3700m, entre la ciudad de Córdoba y la estación de peaje. Puede verse en la Figura 8 una imagen correspondiente a esta zona, con la obra ya finalizada.



Figura 8: Perfil Tipo N°1 Terminado - Autovía con New Jersey

Próximamente se está por licitar la iluminación de este tramo de autovía, por lo que se dejó el espacio necesario para la colocación de las torres de iluminación, así como también se instalaron cañerías embutidas en el hormigón, que servirán para el futuro cableado.

PERFIL TIPO Nº 2.

A medida que se fue avanzando hacia la zona rural, entre las progresivas 3700 y 7000, los espacios disponibles en la zona de camino han permitido diseñar un canchero central o mediana de 7,00m de ancho. Se puede ver en la figura 9, el perfil tipo según los planos, correspondiente a este tramo de la vía.

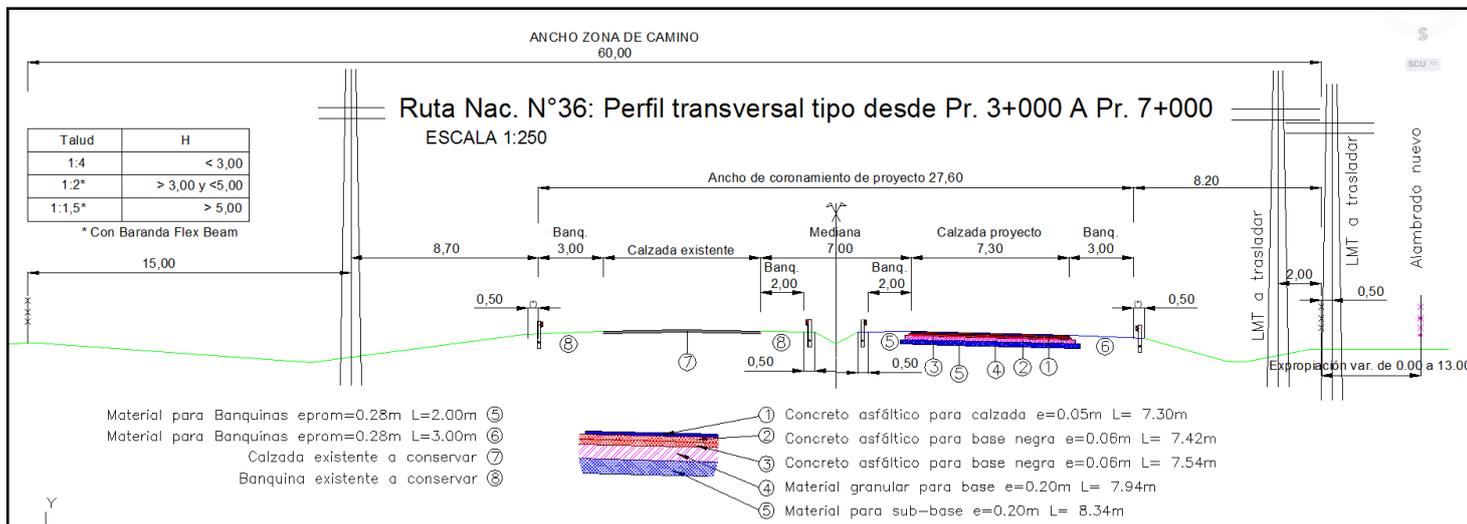


Figura 9: Perfil Tipo Nº 2 – Autovía con Mediana de 7,00 m

Entre la estación de peaje y el Complejo Penitenciario de Bouwer, se observa que las calzadas de sentido contrario han quedado separadas por un espacio de 7 m, en el que se instalaron defensas metálicas para impedir choques frontales, y evitar retornos o giros en U. Con esta configuración del perfil se logra visualizar una vía de mayor jerarquía que la anterior, brindando al usuario una sensación de mayor seguridad.

Las barandas metálicas amortiguan mejor que el muro de hormigón, los posibles impactos laterales. Como crítica a esta solución, su mantenimiento es más costoso, ya que resulta complicado el desmalezado, que debe ser manual, ya que las barandas están muy próximas entre sí.

Se puede ver en la Figura 10, una imagen de la obra terminada en un tramo correspondiente a este Perfil Tipo.

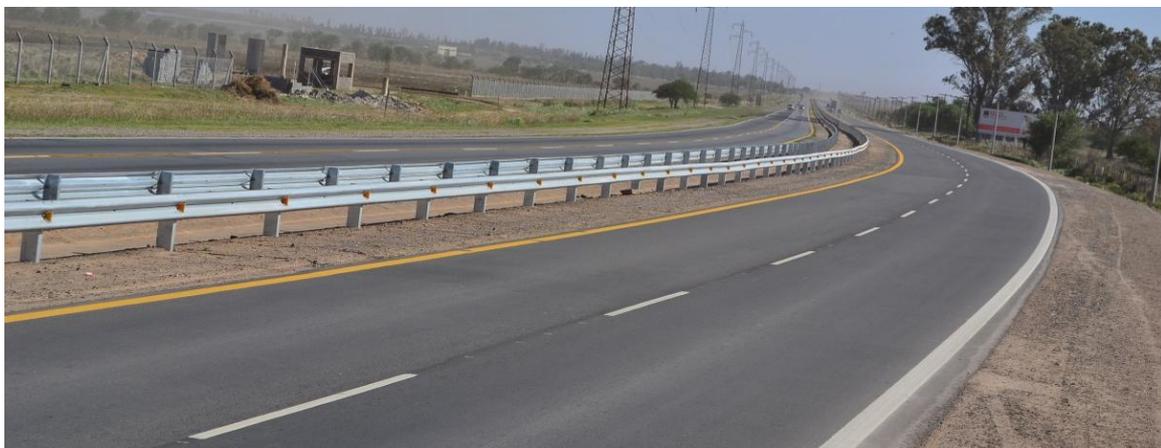


Figura 10: Perfil Tipo Nº 2 Terminado

PERFIL TIPO Nº 3.

Finalmente el Perfil Tipo Nº 3 se desarrolla entre las progresivas 7.000 y 20.000 correspondientes al Establecimiento Carcelario de Bouwer y el cruce de Altos Fierros, respectivamente. En la figura 11 pueden verse las características de este perfil según proyecto.

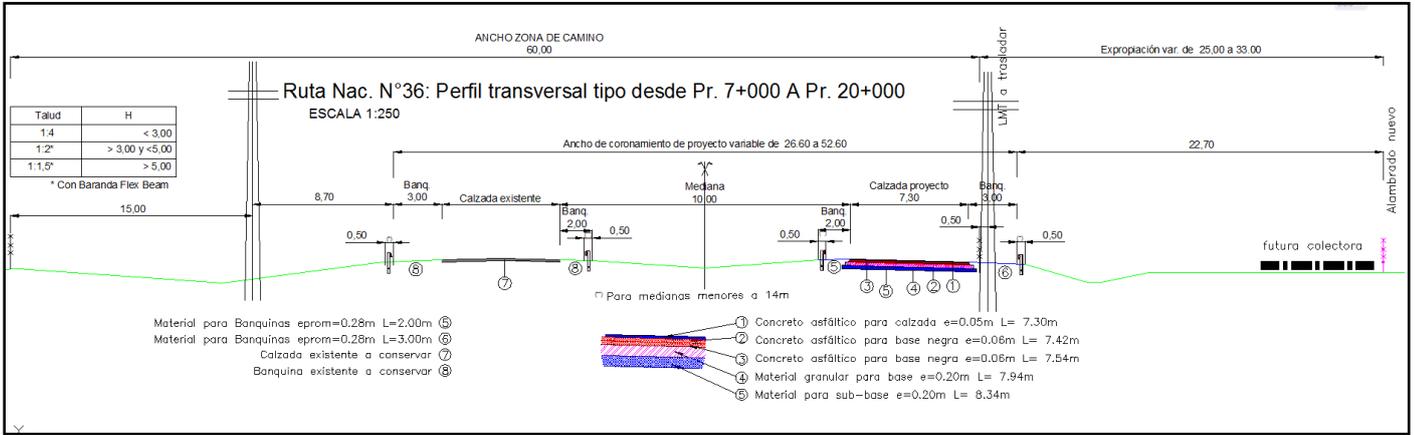


Figura 11: Perfil Tipo Nº 3

En este sector se han expropiado campos ubicados al oeste de la autovía, en una faja de 25m de ancho.

Esta ampliación de la zona de camino generó el espacio físico necesario para lo siguiente:

- a) Se llevó la mediana central a 10m de ancho (Figura 12), con lo que aumento notablemente el espacio entre las defensas, permitiendo así el ingreso de los equipos para los futuros mantenimientos.



Figura 12: Mediana de 10 metros

- b) Se construyó una cuneta para desagües pluviales, del lado derecho, que tendrá una mayor capacidad que la anterior, para desagotar la zona de camino. (Figura 13)



Figura 13: Cuneta de Desagüe

- c) Se previó un espacio de 12m de ancho, para una futura colectora, actualmente de tierra, que será muy útil para el movimiento de las maquinarias y vehículos de la actividad rural. (Figura 14)



Figura 14: Futura Colectora

- d) El terreno expropiado a los frentistas, deja también el espacio necesario para que en el futuro, se pueda aumentar la capacidad de esta vía de comunicación.

3.1.3 Retornos



Figura 15: Retorno Acceso a Bower

La figura 15 corresponde a una imagen tomada de uno de los retornos de la vía, en donde puede verse que, sin tener un control total de accesos, como ocurre en una autopista, se han logrado mejorar los ingresos a la autovía.

Estos retornos se encuentran ubicados en lugares estratégicos para la circulación como son:

- El acceso al Barrio Nuestro Hogar III.
- El enterramiento Sanitario de la basura de la ciudad de Córdoba.
- El establecimiento Penitenciario de Bouwer.
- El ingreso a la localidad de Bouwer,
- La planta de tratamiento de residuos especiales de Taym.
- El acceso a la localidad de Rafael García.
-

De esta manera un usuario que recorre la autovía, tiene en promedio, cada tres kilómetros, una manera funcional, cómoda y segura de retornar:

- Con carriles para acelerar y desacelerar (figura 16).

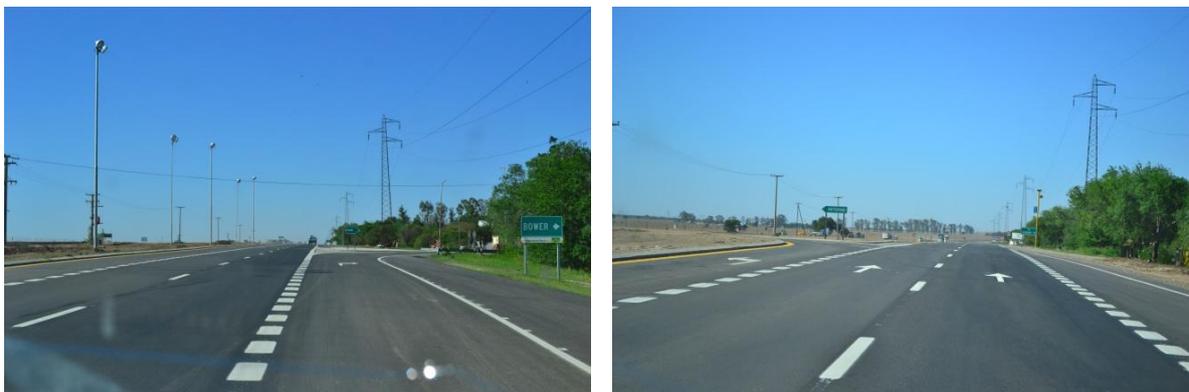


Figura 16: Carriles de Aceleración y Desaceleración

- Con espacio de espera, protegidos del tránsito pasante (figura 17).



Figura 17: Vehículo retornando protegido del tránsito pasante

- Con buena visibilidad (figura 18).



Figura 18: Salida de retorno

- Con radios de giros cómodos y apropiados (figura 19)



Figura 19: Giro en U para retorno

Estos intercambiadores han sido diseñados dando prioridad al tránsito pasante por la autovía, de forma que un vehículo al llegar a un retorno, no ve disminuida su velocidad directriz, como ocurre en una rotonda convencional.

Se observan en las intersecciones cordones de hormigón armado, de tipo montantes, que sirven para encauzar la circulación, contener el suelo de las isletas, y dan una mejor estética al nudo vial.

En escuelas y lugares que así lo requerían se construyeron dársenas para la detención de colectivos.

3.1.4 Particularidades

Durante la ejecución de la obra se realizaron modificaciones del proyecto original de la misma. Estas modificaciones se basaron en fundamentos técnicos, funcionales, ambientales y teniendo en cuenta también cuestiones constructivas y estéticas. Algunas de estas modificaciones fueron:

- Se desvió la traza entre las progresivas 11500 y 12200 correspondientes al retorno de Taym, de manera tal de salvar un centenario algarrobo allí ubicado. Para ello se amplió la mediana de manera tal que dicho ejemplar quede situado en la misma sin producir interferencias con el tránsito. (Figura 20)



Figura 20: Desvío de traza

- Se modificó el emplazamiento y el diseño hidráulico de algunos retornos de manera tal mejorar la circulación del tránsito, de abaratar costos y de facilitar la ejecución de los mismos.

4 EJECUCIÓN Y CERTIFICACIÓN DE OBRA

4.1 TOPOGRAFÍA

4.1.1 Relevamientos Topográficos

La primera tarea a realizarse en toda obra vial es el relevamiento topográfico de la zona donde la obra va a emplazarse, de manera de con estos datos poder elaborar un proyecto técnico-económico-ambiental que satisfaga mejor la demanda. Este relevamiento previo lo realizo una empresa especializada en el rubro, como subcontratista de AFEMA S.A.

Además, durante la ejecución de la obra, se realizan una seria de relevamientos que acompañan al desarrollo de la misma.

Se efectúa un control y afinamiento en forma parcial del relevamiento previo de manera de disminuir el error y tener un mejor conocimiento del movimiento de suelo necesario. Esto se realizó con estación total.

Levantamiento de perfiles previos: una vez ejecutada la base de asiento se relevan los perfiles de la misma. Esto se realiza primero replanteando el eje cada 25 metros con estación total. Luego se replantean bordes de calzada, puntos de cambio brusco de pendiente y pies de talud, transversalmente al eje. Esto se hace con estación total o con cinta. Una vez replanteados estos puntos con estacas se los releva planialtimetricamente con estación total o con nivel y cinta. De esta manera queda definida la superficie de apoyo del terraplén y paquete estructural del pavimento. Luego, cada cierre de mes o a nivel de subrasante se realiza otro levantamiento, de la misma manera, quedando determinada la superficie superior del terraplén. Así se puede hacer un control y medición de lo ejecutado. A continuación puede verse en la figura 21, una de las planillas utilizadas para realizar un relevamiento con nivel y cinta.

OBRA: Conservacion M. de Rutas Pav. Zona 1
 TRAMO: Capital y alrededores
 DEPARTAMENTO: Capital
 Expte.:0045-015873/2011

Hoja 2 de

TIPO DE ESTRUCTURA: Perfiles Previos
 FECHA 00/01/1900

PROG: ~~20050~~ 0.00 P.V.A.303: 0.000 + 2,291 0.000 = 0.000

DIST. EJE metros	LADO IZQUIERDO		EJE		LADO DERECHO	
	lectura	cota	lectura	cota	lectura	cota
	1,513		1,153	535,733		
	1,418					
	1,118					
	2,015					
	2,912					
	2,145					
	2,316					
	2,515					
	2,80					
	2,622					

Figura 21: Planilla Levantamiento Perfiles Previos

Toda pequeña obra, obra de arte o modificación a realizarse esta acompañado por un relevamiento previo. Un ejemplo de esto es el relevamiento realizado, bajo la supervisión de un topógrafo, para efectuar el proyecto de una pasarela peatonal. El mismo se ejecutó con estación total y luego un afinamiento y control de cota con nivel.

4.1.2 Replanteos Topográficos

El replanteo topográfico es una tarea fundamental de la obra siendo esta la forma de dar ubicación planimétrica y altimétrica de los elementos a construirse y de delimitar las zonas de trabajo.

Los principales trabajos de replanteo son:

Se señala de forma provisoria y simple la zona de limpieza. Esto tiene como objetivo el de guiar o dar referencia al maquinista que ejecuta la tarea. Por este motivo la señalización debe ser fácilmente visible y con una cierta continuidad de manera tal de evitar que se pierda la referencia y se trabaje en sectores donde no se debe. (Figura 22).



Figura 22: Replanteo para Limpieza

Luego. Para comenzar a terraplenar se debe marcar el entorno en el que se debe materializar la obra, por lo que se señalizan los pie de talud cada 25 metros. (Figura 23).

Finalmente, se replantean planimetricamente el eje, los bordes y las banquetas de las capas de subrasante, subbase y base. (Figura 24).



Figura 233: Replanteo de Subrasante

4.1.3 Nivelaciones

La nivelación es la tarea de dar a cada elemento su correspondiente elevación. Es decir, es lo que define altimétricamente la obra. Es una tarea en la que se requiere de mucha precisión, por su importante incidencia en el confort de la vía.

En esta etapa se les da la altura correspondiente a las estacas colocadas en el replanteo de la capa que se esté nivelando. Entonces, de gabinete se obtiene la cota superior de la capa que se está ejecutando, y mediante un nivel se dispone la cabeza de la estaca a esta altura. Así se les da a las diferentes capas el espesor adecuado con precisión del centímetro.

4.1.4 Controles

Los controles en topografía tienen básicamente dos funciones.

- Garantizar un correcto perfilado de las capas, lo que luego se vera reflejado en la superficie terminada.
- Medir, computar y tener un seguimiento de del avance de obra y de lo ejecutado en cierto período.

Para ello se realiza el levantamiento de perfiles previos de la zona que se desee controlar, y las nivelaciones de todas las canchas de subrasante, sub-base y base terminadas.

De esta manera, cada una de las capas desde subrasante en adelante deben ser niveladas y aprobadas en este aspecto por la inspección, con la tolerancia que permite el pliego, o bien, a criterio del inspector de obra. También, mensualmente se realizan mensuras de la situación actual, y comparándola con la situación anterior se obtiene una medición de lo ejecutado en ese período.

4.2 LIMPIEZA Y DESMONTE

La limpieza y desmonte conforman una de las primeras actividades a ejecutar en el terreno, y consiste en la retirada del suelo vegetal. Esta actividad fue llevada a cabo por maquinaria de la empresa y por tres empresas más que se subcontrataron, a las cuales se le paga por m³ compactado.

La tarea de desmonte y limpieza fue llevada a cabo por topadoras, palas cargadoras, retroexcavadoras y camiones. La topadora va desplazando el material, hasta una profundidad en donde se encuentre un suelo apto y libre de suelo vegetal, en este caso a 30 cm se encontró un buen suelo en la mayoría del trama, el único lugar que presentó inconveniente es el de las cunetas debido al estancamiento del agua.



Figura 24: Palas Cargadoras Desmontando



Figura 25: Retroexcavadora Desmontando

Una vez pasada la topadora una pala cargadora, o bien una retroexcavadora, se encargan de colocar el material en camiones, luego este es llevado a zonas para relleno o una zona de depósito.

En la figura 26 se puede observar cómo queda el terreno una vez desmontado.



Figura 26: Terreno desmontado

4.3 BASE DE ASIENTO, TERRAPLÉN Y SUBRASANTE

4.3.1 Método Constructivo y Particularidades



Figura 27: Capa de Terraplén Terminada

La ejecución de la base de asiento consiste en mejorar el suelo existente quedando de esta manera definida la superficie de apoyo y soporte de toda la estructura del pavimento. Para la ejecución de este trabajo se necesita de Motoniveladora, Rastra, Compactadores (Neumático y Pata de cabra), y camión regador. La figura "" es una imagen de una base de asiento ya compactada.



Figura 28: Rastra y Camión de Agua Trabajando

Tal como puede verse en la figura 28, se pasa una rastra que mueve y mezcla el material, de esta forma es más fácil que la humedad penetre y se distribuya más homogéneamente. Seguido de esto un camión regador pasa arrojando la cantidad de agua necesaria para llegar a la humedad óptima, luego se compacta el terreno con compactador tipo pata de cabra con vibrador, dándole 6 o 7 pasadas para lograr la densidad máxima, y una vez realizado esto con una moto niveladora se le da perfil y forma a lo que se denomina base de asiento. A continuación se pasa un compactador

neumático, mediante el cual se realiza un amasado del suelo, otorgándole mayor energía de compactación. Este compactador pone en evidencia defectos en la capa, como ser baches. La coordinación de los trabajos entre estos equipos la realiza el motoniveladorista.



Figura 29: Compactador Pata de Cabra y Motoniveladora trabajando



Figura 30: Rodillo Neumático

Las capas de terraplén y subrasante se ejecutan con material de préstamo, lo que implica un transporte, carga y descarga de material, y su distribución correcta en el lugar o cancha. Para esto se requiere, además de los equipos utilizados en la base de asiento, de medios de transporte (chasis, balancines, equipos, bateas, etc) y máquinas de extracción y carga de material (retroexcavadora, pala mecánica). Se carga el material sobre la cancha ya aprobada formando un cordón longitudinal para que su posterior distribución sea menos dificultosa, luego se distribuye el mismo y se continúa trabajando de la misma manera que se describió para la base de asiento. Todas estas tareas implican un costo y es tarea del ingeniero y el capataz de obra de optimizar los mismos.

En la Figura 31 se puede, a la derecha, una retro excavadora cargando suelo excavado para materializar la cuneta, sobre un camión. Sobre la lado izquierdo puede observarse este mismo material descargado y dispuesto en montículos, mientras la motoniveladora comienza a distribuir el mismo en el ancho de la capa. Esto hace que las distancias de transporte sean mínimas y se minimicen los costos y los tiempos.

Por otro lado, en la Figura 32 puede observarse una pala cargadora cargando suelo extraído de la zona de camino en un camión volcador.



Figura 31: Carga y Descarga de suelo para terraplén



Figura 32: Pala Cargadora cargando suelo

A lo largo de la obra se utilizó, como metodología de trabajo, la ejecución de la cuneta, previo al terraplén (Figura 33). Esto permite encauzar de manera eficiente el agua en caso de lluvia, y le da una salida rápida de la superficie en la que se está trabajando. Así se logra disminuir los daños ocasionados, ahorrar tiempo, horas de trabajo, etc. Además el suelo extraído de la cuneta se utiliza para ejecutar el terraplén. Todo esto cumple con el objetivo de minimizar los costos y los tiempos, Por lo que me pareció una metodología de trabajo muy adecuada y bien llevada a cabo.



Figura 33: Cuneta ejecutada

En este caso, el material disponible en la zona de camino no era suficiente para materializar todo el terraplén que demanda la obra, por lo que se debió extraerlo de un préstamo. Es el ingeniero de la obra quien debe decidir de donde obtener el suelo de préstamo. En primer lugar, se debe encontrar un sitio con material apto para terraplén, y cuyo propietario esté dispuesto a permitir la extracción de suelo a un precio razonable. Luego se debe tratar que dicho lugar esté situado de manera tal que los costos de transporte sean mínimos. También ocurre que el basural se encuentra muy cerca de la obra, y en el mismo se extraen grandes cantidades de suelo que podrían ser utilizadas. De esta manera, se analizaron varias alternativas y resulto conveniente extraer el material de un terreno privado en una primera etapa, y actualmente se extrae del basural.

4.3.2 Inspección

La inspección se realiza a fines de constatar la correcta ejecución y calidad de cada una de las capas de terraplén efectuadas. Así, una vez finalizada una capa, se debe dar aviso para que se le haga el control correspondiente. La tarea de inspeccionar consiste en evaluar la compactación de las capas (a través de la determinación de densidades), y el estado de la superficie, constatando que no haya baches ni otros defectos. También para subrasante se verifica el nivel en eje y bordes, y el correcto perfilado.



Figura 34: Inspección Terraplén - Ensayo del Cono de Arena

Las densidades se obtienen mediante el método del cono de arena (Figura 35), lo que implica la necesidad de realizar el ensayo Proctor del material con el que se está trabajando, para determinar su densidad máxima y humedad óptima. Estos ensayos se efectúan de acuerdo a lo establecido en el pliego de especificaciones técnicas de la obra. Se utiliza el método ASHTOO T99 modificado (Proctor II: molde chico, pisón grande, 25 golpes por capa). Luego, la densidad in-situ obtenida, se compara con la densidad máxima del ensayo Proctor. La primera debe superar el 90% de la densidad máxima en base de asiento, terraplén. Para subrasante este límite se eleva al 95%. En general de acuerdo a la longitud de la cancha y a como este presentada la misma se sacan entre 2 y 3 densidades por cada una.

Un bache es un defecto estructural en el pavimento. Consiste en una fisuración y agrietamiento de la superficie a causa de las elevadas deformaciones originadas por un exceso de humedad y pérdida de resistencia de los estratos inferiores. Este defecto se puede dar a cualquier nivel dentro de la estructura del pavimento, y se propaga en cada una de las capas que se van ejecutando por encima del mismo. Si no es saneado muy probablemente llegue hasta la carpeta de rodamientos, produciendo una rotura prematura de la misma. Por esto es importante identificarlos a tiempo y sanearlos correctamente. Esto da cuenta de la importancia de la inspección visual de la capa. Los baches se detectan de la siguiente manera: en primer lugar, se nota, visualmente, una superficie cuarteada y con hundimientos; luego se hace pasar un rodillo neumático o un camión cargado por encima del mismo pudiéndose visualizar un hundimiento en la huella. El saneo consiste en remover el material con exceso de humedad y sustituirlo por material en condiciones óptimas de humedad, o bien dejar que el existente se ore y pierda humedad naturalmente. La elección entre un método u otro es a partir de un balance entre costos, tiempo y disponibilidad de material. El motivo de origen de los mismos puede ser por lluvias o bien por regado excesivo en una zona puntual.



Figura 35: Bache Sobre base Granular



Figura 36: Bache sobre Carpeta Asfáltica



Figura 37: Saneamiento de Bache

Una vez inspeccionada la cancha, verificada la inexistencia de baches y alcanzada la densidad necesaria se aprueba la capa y se autoriza a cargar y comenzar la siguiente.

Es importante destacar que en caso de ser rechazada una cancha la misma debe realizarse nuevamente, lo que implica un costo y una pérdida de tiempo. Por este motivo es importante tener personal capacitado, hábil, de buena calidad y por sobre todas las cosas que trabaje con buena voluntad. Aquí es importante que exista una buena relación ingeniero – capataz – maquinista de manera de lograr que los operarios trabajen cómodos y convencidos de lo que hacen, y no que lo hagan solo porque se les ordena. En este aspecto es muy importante el rol del ingeniero y su carácter.

Otra cuestión a tener en cuenta es la relación empresa – inspección, la cual es nutrida si se trabaja como corresponde y se presentan canchas en buen estado, logrando así una mayor confianza en el trabajo y un ambiente más ameno. Si esto no ocurre y la relación no es buena y surgen continuamente conflictos que frenan la obra, producen perjuicios económicos y dan a la empresa una mala imagen para futuras obras.

En esta experiencia se puede decir que la relación inspección – empresa es en general muy buena por lo que el ambiente de trabajo es agradable y ambas partes quieren la obra avance. Por otro lado la relación ingeniero – capataz – maquinista también es buena, se trabaja con buena voluntad, pero errores siempre ocurren.

4.3.3 Certificación

El ítem se denomina TERRAPLEN COMPACTADO. Las tareas del rubro ejecutadas se computan y certifican por metro cúbico (m³) ejecutado y aprobado. Esta cantidad multiplicada por el precio unitario del ítem da como resultado la compensación monetaria por el total de todos los trabajos incluyendo Mano de Obra, Equipos, Materiales y todo otro gasto que demande la terminación total de la tarea. Es por esto que la empresa a la hora de licitar la obra debe tener en cuenta todas estas variables para darle el precio adecuado al ítem.



OBRA: Conservacion M. de Rutas Pav. Zona 1
 TRAMO: R.N. Nº 36 - Cordoba- A. de Fierro
 DEPARTAMENTO: Capital
 Expte.:0045-015873/2011



OBRA: Conservacion M. de Rutas Pav. Zona 1
 TRAMO: R.N. Nº 36 - Cordoba- A. de Fierro
 DEPARTAMENTO: Capital
 Expte.:0045-015873/2011

VOLUMEN DE TERRAPLEN ENTRE Pr.0+150 a Pr. 20+100

PROGRESIVA	DISTANCIA	VOLUMEN		
		Trocha Izquierda	Trocha Derecha	Total
5.000,00	50,00	79,79	472,18	551,97
5.050,00	50,00	116,55	535,02	651,57
5.100,00	50,00	206,80	501,89	708,68
5.150,00	50,00	412,58	471,32	883,89
5.200,00	50,00	695,42	459,52	1.154,93
5.250,00	50,00	802,61	466,70	1.269,31
5.300,00	50,00	1.094,90	561,79	1.656,68
5.350,00	50,00	1.517,00	645,98	2.162,97
5.400,00	50,00	1.304,91	700,78	2.005,69
5.450,00	50,00	863,38	707,14	1.570,52
5.500,00	50,00	416,64	607,64	1.024,27
		10.437,32m3	201.779,77m3	211.601,77m3

Total Trocha derecha 201.779,77m3

Total Trocha Izquierda 10.437,32m3

Total Terraplen 212.217,10m3

TERRAPLEN CERTIFICADO

Total acumulado ejecutado 253.446,66m3

Certificado anteriormente 251.635,57m3

A certificar mes MES MAYO DE 2014 1.811,09m3

COMPUTO METRICO DE TERRAPLEN

TRAMO: R.N. Nº 36 - Cordoba- A. de Fierro

MES MAYO DE 2014

TERRAPLEN COMPUTADO

Total seccion derecha m3 220.544,64

Total seccion Izquierda m3 35.196,14

Total seccion Derecha e Izquierda m3 255.740,78

TERRAPLEN CERTIFICADO

Total acumulado ejecutado m3 253.446,66

Certificado anteriormente m3 248.528,79

A certificar MES MAYO DE 2014 m3 4.917,87

DETALLE

TROCHA DERECHA

Entre Pr. 19+700 a Pr.20+100 m3 1.811,09

Total a certificar MES MAYO DE 2014 1.811,09

12	Terraplén compactado	m3		
	Ejecutado en el Mes:			
	R.Nac. Nº 36 Tr Cordoba - Km 20,100			
	Terraplen colector proximo alambrados			
	De progresivas 19.500 a 20.180, lado derecho = 0.680Km		465,88	
	De progresivas 20.360 a 20.810, lado izquierdo = 0.450Km		308,31	
	Según planilla adjunta:			
	De prog. 19700.00 a 20100.00		ver zamora	
	De prog. 20300.00 a 20800.00			
	Total ejecutado en el mes:		774,19	774,19

Figura 38: Planilla de Cómputo y certificado de Terraplén

A los fines del cómputo métrico, se toman perfiles transversales previos cada 25 metros, sobre la base de asiento. Luego en el cierre de cada mes se toman los perfiles existentes, en correspondencia con los previos. Se dibujan los mismos en un software, definiéndose entre ambos un área. Entonces entre dos perfiles sucesivos se calcula un área media que multiplicada por la distancia que los separa da como resultado un volumen. Este método se conoce como Método de las Áreas Medias. De esta forma se obtiene un acumulado total de terraplén. Restándole a este acumulado lo computado en meses anteriores se obtiene lo ejecutado en el mes en cuestión. El levantamiento de los perfiles se realiza tal como se describió anteriormente el ítem de topografía. Todas estas tareas se realizan en conjunto entre empresa e inspección, de manera tal de llegar a un acuerdo en el número final, evitar errores y lograr un adecuado pago por lo ejecutado.

4.4 SUB- BASE Y BASE GRANULAR

4.4.1 Método Constructivo y Particularidades

La sub-base está conformada por suelo y arena, este material es traído de cantera, los proveedores son CANTERA RUIZ y CANTERAS SAN AGUSTÍN S.R.L, los cuales cumplieron con las especificaciones necesarias establecidas en los pliegos en cuanto a CBR, granulometría, densidad y Proctor. Para la realización de la base granular el procedimiento es el mismo, lo que cambia es el material, que en este caso es traído de CANTERAS DIQUECITO, y CANTERAS SAN AGUSTÍN.

Una vez ejecutada, nivelada y aprobada la subrasante, se procede a cargarle encima el material de sub-base al lugar, para ser distribuido y compactado. Este puede ser transportado desde el acopio (puede ser ya con la humedad óptima, o seco), o bien, descargado directamente en la cancha por los camiones de la cantera que lo provee. (Figuras 39 y 40).



Figura 39: Acopio Humectado



Figura 40: Material de base descargado en el lugar de ejecución

Para la ejecución de la capa, ya sea de base o de sub-base, se distribuye inicialmente en montones unos seguidos del otro como se ve en la Figura 40, de tal manera que sea más fácil su distribución y no se derroche material.

Se prosigue extendiendo el material de manera uniforme con motoniveladora. Luego con un camión regador se lo riega colocándole la cantidad de agua necesaria para alcanzar esta humedad óptima, y con una rastra se mezcla el material para repartir uniformemente esta humedad. La cantidad de agua a añadir la regula el motoniveladorista de manera estimativa, en función de su experiencia y sus conocimientos. A simple vista o tomando un puñado de material con la mano, el maquinista es capaz de determinar si el material tiene la humedad apropiada. Por esta razón, es muy importante su formación, capacidad y experiencia en obra.

La compactación se realiza con rodillo liso (Aplanadora) y/o con pata de cabra, ambos con vibración. Lo óptimo es utilizar, para este caso de suelos granulares, un rodillo liso, pero a veces se dispone en el lugar y en el momento de un compactador tipo pata de cabra, que para sub-base presenta un buen rendimiento. También se utilizan rodillos neumáticos de la misma forma que se los utilizan en las capas de terraplén.



Figura 41: Camion regador y compactadores trabajando

El número de pasadas también depende del material con el que se trabaje y de los equipos con los que se trabaje. Pero rondan en 6 a 8 pasadas por cada compactador.

Ambas estructuras (Base y Sub-Base) se hacen en una sola capa y para esta obra es necesario un espesor de 20 cm. Para determinar la altura final de la sub-base, o sea los 20 cm, lo que se hace es lo siguiente: el topógrafo a partir de sus puntos de referencia y los geo referenciados establece la cota de la sub-base o base, según corresponda. Luego un operario coloca estacas en el terreno (3 por calzada alineadas) en las cuales la cabeza de la estaca coincide con la cota superior de la sub-base (verificada por el topógrafo) y en el extremo le coloca un bola de cal, de esta manera cuando la motoniveladora enraza la cabeza de la estaca queda una marca blanca visible por el operario y le indica que llego a la cota necesaria. (Figura 42)

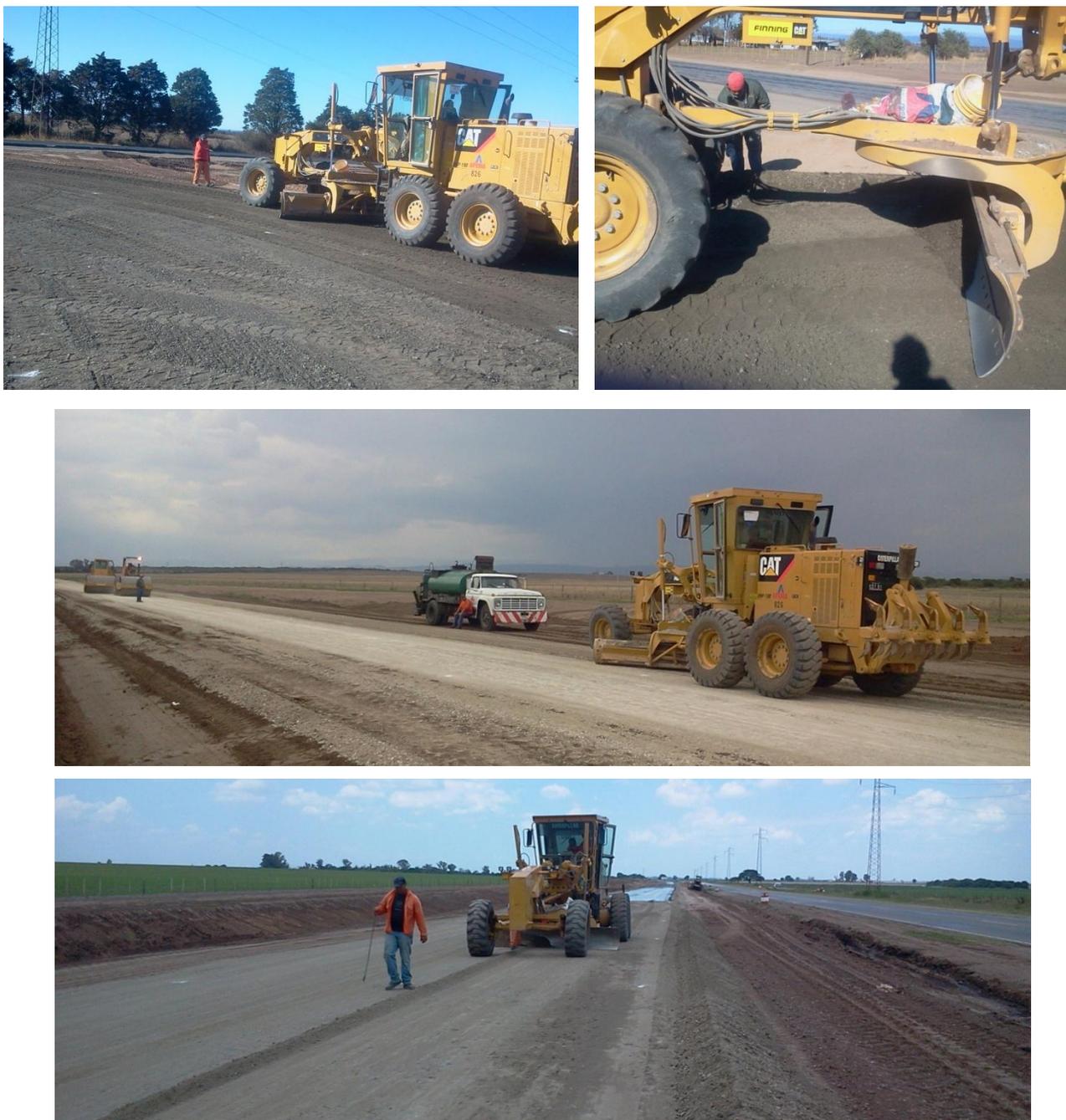


Figura 42: Motoniveladora Cortando Base

4.4.2 Inspección



Figura 43: Base Granular Terminada y Perfilada

Al igual que para el caso de la subrasante, la inspección consiste en evaluar la compactación de las capas (a través de la determinación de densidades), el estado de la superficie, y su correcto perfilado, constatando que no haya baches ni otros defectos.

El correcto perfilado se evalúa mediante la nivelación de la misma, marcando, con estacas, eje y bordes cada 25 metros, y tomando con nivel y mira la cota de cada uno de estos puntos. Esta tarea la realiza el inspector encargado de la parte topográfica de la obra. Véase planilla en figura 45, Página 35.

Las densidades se obtienen, al igual que en el ítem anterior, mediante el método del cono de arena. Para sub-base, el ensayo Proctor se realiza con el método ASHTOO T90 modificado (molde chico, pisón grande, 25 golpes por capa), y para base se efectúa el ASHTOO T180 (molde grande, pisón grande, 56 golpes por capa). Luego, la densidad in-situ obtenida, se compara con la densidad máxima del ensayo Proctor. La primera debe superar el 95 % de la densidad máxima, mientras que la segunda debe alcanzar el 100% de la densidad máxima.



Figura 44: Ensayo de Cono de Arena en Base

Como puede observarse en la figura 44, debido a la dureza de esta capa, se debe utilizar masa y cortafierros para extraer el material de muestra. El resto de los elementos utilizados son los también utilizados en el terraplén.

		MINISTERIO DE INFRAESTRUCTURA DIRECCIÓN PROVINCIAL DE VIALIDAD C Ó R D O B A				
OBRA: Conservacion M. de Rutas Pav. Zona 1			NIVELACION DE SUB BASE			
TRAMO: R.N. Nº 36 - Cordoba- A. de Fierro			FECHA:		23/11/2013	
DEPARTAMENTO: Capital			PROGRESIVA:		18300-18475	
Expte.:0045-015873/2011			LADO DERECHO			
Progresiva	Peralte	Izquierda	Eje	derecha	Peralte	Plano visual
18.300	-1,55%	495,529	495,591	495,653	1,55%	497,433
Lectura		1,833	1,849	1,863		
Cota terreno		495,600	495,584	495,570		
Diferencia		0,071	-0,007	-0,083		
18.325	-0,24%	495,754	495,764	495,774	0,24%	497,433
Lectura		1,596	1,681	1,765		
Cota terreno		495,837	495,752	495,668		
Diferencia		0,083	-0,012	-0,106		
18.350	2,00%	496,017	495,937	495,857	-2,00%	497,433
Lectura		1,422	1,501	1,585		
Cota terreno		496,011	495,932	495,848		
Diferencia		-0,006	-0,005	-0,009		
18.375	2,00%	496,190	496,110	496,030	-2,00%	497,433
Lectura		1,252	1,336	1,407		
Cota terreno		496,181	496,097	496,026		
Diferencia		-0,009	-0,013	-0,004		
18.400	2,00%	496,364	496,284	496,204	-2,00%	497,433
Lectura		1,076	1,153	1,238		
Cota terreno		496,357	496,280	496,195		
Diferencia		-0,007	-0,004	-0,009		
18.425	2,00%	496,537	496,457	496,377	-2,00%	497,433
Lectura		0,879	0,971	1,041		
Cota terreno		496,554	496,462	496,392		
Diferencia		0,017	0,005	0,015		
18.450	2,00%	496,533	496,453	496,373	-2,00%	497,433
Lectura		0,879	0,971	1,041		
Cota terreno		496,554	496,462	496,392		
Diferencia		0,021	0,009	0,019		
18.475	2,00%	496,799	496,719	496,639	-2,00%	497,433
Lectura		0,621	0,693	0,780		
Cota terreno		496,812	496,740	496,653		
Diferencia		0,013	0,021	0,014		

NOTA: NIVELACION VERIFICADA EN FORMA CONJUNTA POR PERSONAL TECNICO DE LA EMPRESA AFEMA S.A. Y D.P.V. CORDOBA

Figura 45: Planilla de Control de Nivelación

4.4.3 Certificación

La certificación de Base y sub-base se divide en dos partes. En una primera instancia se certifica la provisión del material de acuerdo a las características del mismo, y en segunda instancia la ejecución del estabilizado granular, es decir, la colocación del mismo. Se explicara con mayor detalle esta cuestión:

Provisión de material

Provisión de Agregado Grueso

El sub-ítem incluye la totalidad de tareas y erogaciones a efectuar para la provisión del agregado grueso, carga, transporte, descarga y acopio adecuado. Las especificaciones a cumplir por el material son:

- Desgaste: igual o menor de 35 % (Ensayo Los Ángeles – Norma IRAM 1532)

Las tareas del rubro ejecutas se computan por Tonelada de material de acuerdo al porcentaje interviniente en la mezcla y densidad Proctor exigida de manera tal que cumpla con lo especificado en el sub-ítem “Ejecución de Estabilizados Granulares” (Desarrollado más adelante).

En este caso, al ser la provisión una mezcla granular conformada en cantera se deberá verificar que el retenido en Tamiz N° 4 cumpla con las especificaciones de desgaste antes establecidas, y se computa como “Provisión de Agregado Grueso”, el porcentaje en peso de material retenido en dicho Tamiz. Esto implica hacerle una granulometría al material cada cierto periodo de tiempo, o cuando se perciba algún cambio en el mismo, ya sea a simple visto o indirectamente a través de ensayos de densidad y Proctor.

El porcentaje en peso de material retenido en Tamiz N° 4 es del 50% para Base y 0 % para Sub-Base. La densidad adoptada en función de los resultados obtenidos en los diversos Proctor efectuados es de 2,3 tn/m³. Entonces, el cómputo consiste en lo siguiente:

Tramo recto = (Prog. de Fin – Prog. Inicio) x Ancho de Base x 0,20m (e) x 2,30tn/m³ x 0.5

Retornos = Superficie de Proyecto x 0,20 m (e) x 2,30 tn/m³ x 0.5

Provisión de Agregado Fino: Arena Silíceo

Al igual que en el caso anterior este sub-ítem incluye la totalidad de las tareas y erogaciones a efectuar para la provisión del agregado fino, carga, transporte, descarga e incorporación a la mezcla granular.

Debe ser un material limpio, libre de restos vegetales, arcilla y otra materia orgánica o sustancias químicamente nocivas.

Las tareas del rubro ejecutadas en un todo se computan por Tonelada de material. De igual manera que en el sub-ítem anterior, al comprarse material ya mezclado en cantera, se computa como el porcentaje en peso de material pasante en el Tamiz N° 4 y el retenido en el Tamiz N° 40.

Los ensayos granulométricos arrojan que dicho porcentaje es de un 40% para Base Granular y un 80% para Sub-Base Granular.

Por ejemplo, el cómputo que se realiza es el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Tramo recto} &= (\text{Prog. de Fin} - \text{Prog. Inicio}) \times \text{Ancho de Base} \times 0,20\text{m (e)} \times 2,30\text{tn/m}^3 \times 0,4 \\ &\quad \text{ó} \\ &= (\text{Prog. de Fin} - \text{Prog. Inicio}) \times \text{Ancho de Sub-Base} \times 0,20\text{ m (e)} \times 2,30\text{ tn/m}^3 \times 0,8 \end{aligned}$$

$$\text{Retornos} = \text{Superficie de Proyecto Base} \times 0,20\text{ m (e)} \times 2,30\text{ tn/m}^3 \times 0,4$$

$$\quad \text{ó} \quad \text{Superficie de Proyecto Sub-Base} \times 0,20\text{ m (e)} \times 2,30\text{ tn/m}^3 \times 0,8$$

Provisión de Suelo Seleccionado

Los trabajos contemplados en este sub-ítem son todos aquellos necesarios para la provisión de suelo seleccionado que cumple con las siguientes especificaciones:

- Limite Líquido: menor de 30
- Limite Plástico: menor de 10
- Sales Totales: menor de 1,5%
- Sulfatos: menor de 0,5%

Al igual que en los casos anteriores, se expresaran las cantidades ejecutadas en el mes por Tonelada. Se computa como el porcentaje en peso de material pasante Tamiz N° 40. Dicho porcentaje es de 10% en el caso de Base Granular y 20% para Sub-Base Granular. El cómputo que se realiza, a modo de ejemplo, es el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Tramo recto} &= (\text{Prog. de Fin} - \text{Prog. Inicio}) \times \text{Ancho de Base} \times 0,20\text{m (e)} \times 2,30\text{ tn/m}^3 \times 0,1 \\ &\quad \text{ó} \\ &= (\text{Prog. de Fin} - \text{Prog. Inicio}) \times \text{Ancho de Sub-Base} \times 0,20\text{m (e)} \times 2,30\text{ tn/m}^3 \times 0,2 \end{aligned}$$

Retornos = Superficie de Proyecto Base x 0,20 m (e) x 2,30 tn/m³ x 0.1

= Superficie de Proyecto Sub-Base x 0,20 m (e) x 2,30 tn/m³ x 0.2

En los 3 casos antes mencionados la cantidad ejecutada medida en la forma especificada se certifica multiplicándola por el precio unitario de cada uno de los sub-items. Este valor es la compensación monetaria total por todos trabajos incluyendo Mano de Obra, Equipos, Materiales y todo otro gasto que demande el aprovisionamiento de material de base y sub-base.

7	<p><u>Provisión de agregado grueso</u> Ejecutado en el Mes: Para Base Granular al 50%. (Según ítem 10) 1207.48m³ x 2,30tn/m³ x 0,50 Total ejecutado en el mes:</p>	Tn	<p>1.388,60 1.388,60</p>	<p>1388,60</p>
8	<p><u>Provisión de Arena Silícea</u> Ejecutado en el Mes: Para Sub Base Granular al 80%. (Según ítem 10) 1026.24m³ x 2,18tn/m³ x 0.80 Para Base Granular al 40%. (Según ítem 10) 1207.48m³ x 2.30tn/m³ x 0.40 Total ejecutado en el mes:</p>	Tn	<p>1.789,76 1.110,88 2.900,64</p>	<p>2900,64</p>
9	<p><u>Provisión de Suelo seleccionado</u> Ejecutado en el Mes: Para Sub Base Granular al 20%. (Según ítem 10) 1026.24m³ x 2,18tn/m³ x 0.20 Para Base Granular al 10%. (Según ítem 10) 1207.48m³ x 2.30tn/m³ x 0.10 Total ejecutado en el mes:</p>	Tn	<p>447,44 277,72 725,16</p>	<p>725,16</p>

Figura 46: Certificado de Provisión de Material

Ejecución de Estabilizados Granulares:

Los trabajos de este sub-ítem consisten en la ejecución de bases y sub-bases con estabilizados granulares.

Las especificaciones que se establecen respecto la calidad del material con el que se ejecuta el mismo son las siguientes:

1. Entorno Granulometrico de la Mezcla

- Bases

Tamiz	% Pasante
1 1/4"	100 ± 7%
1"	85-100 ± 7%
3/4"	70-85 ± 7%
3/8"	50-70 ± 7%
N° 4	35-75 ± 6%
N° 10	25-45 ± 6%
N° 40	15-25 ± 5%
N° 200	3-25 ± 3%

- Sub-Bases

Tamiz	% Pasante
Tamiz	% Pasante
1/2"	100 ± 7%
3/8"	75-100 ± 7%
N° 10	47-86 ± 6%
N° 40	22-40 ± 5%
N° 200	16-22 ± 3%

2. Índice de Plasticidad: Bases menor de 6, Sub-Bases menor de 7

3. Limite Líquido: Bases menor de 25, Sub-Bases menor de 30

4. Relacion de Fino: $\frac{\text{Pasa T.N}^\circ 200}{\text{Pasa T.N}^\circ 40} < 0.6$

5. Sales Totales: menor de 1,5%. Sulfatos: menor de 0,5%

6. Valor Soporte (CBR): Mayor al 80% para Bases y al 40% para sub-bases.

En la figura 47 pueden observarse tamices, balanza, y demás elementos para realizar los ensayos correspondientes.



Figura 47: Laboratorio

Las tareas ejecutadas se computan por metro cubico (m^3), de la siguiente manera:

Tramo recto = (Prog. de Fin – Prog. Inicio) x Ancho de Base x 0,20 m (e)

(Prog. de Fin – Prog. Inicio) x Ancho de Sub-Base x 0,20 m (e)

Retornos = Superficie de Proyecto Base x 0,20 m (e)

Superficie de Proyecto Sub-Base x 0,20 m (e)

10	<u>Ejecución de estabilizado granular.</u>	m3		
	Ejecutado en el Mes:			
	Sub Base Granular:			
	Rotonda Alto Fierro:			
	Progresivas 0 a 8; 23 a 78; 245 a 305; 320 a 441 (8.00m + 55.00m + 60.00m + 121.00m) x 9.52m x 0.20m		464,58	
	Rama Se, de progresivas 565.00 a 725.00. (Fresado) 160.00m x 6.22m x 0.20m		199,04	
	Rama SE, entrada, de progresivas 368 a 400 32.00m x 6.22m x 0.20m		39,81	
	Rama OS, salida, de progresivas 500.00 a 530 30.00m x 6.22m x 0.20m		37,32	
	Rama OS, entrada, de progresivas 540.00 a 575.00 35.00m x 6.22m x 0.20m		43,54	
	Rama NO, salida, de progresivas 230.00 a 345.00 115.00m x 6.22m x 0.20m		143,06	
	Rama NO, entrada, de progresivas 410.35m a 432.35 22.00m x 6.22m x 0.20m		27,37	
	Rama EN, salida, de progresivas 355.00m a 387.50m 32.50m x 6.22m x 0.20m		40,43	
	Rama EN, entrada, de progresivas 320.00m a 345.00m 25.00m x 6.22m x 0.20m		31,10	
	Base granular:			
	Rotonda Alto Fierro: Progresivas 0 a 8; 23 a 78; 245 a 305; 320 a 441 (8.00m + 55.00m + 60.00m + 121.00m) x 9.12m x 0.20m		445,06	
	Rama SE, salida, de progresivas 565.00 a 725.00. (Fresado) 160.00m x 5.82m x 0.20m		186,24	
	Rama OS, salida provisoria, de progresivas 415.00 a 530 115.00m x 5.82m x 0.20m		133,86	
	Rama OS, entrada, de progresivas 540.00 a 575.00 35.00m x 5.82m x 0.20m		40,74	
	Rama NO, salida, de progresivas 230.00 a 345.00 115.00m x 5.82 x 0.20m		133,86	
	Rama NO, entrada provisoria, de progresivas 410.35m a 515.35 105.00m x 5.82 x 0.20m		122,22	
	Rama EN, salida provisoria, de progresivas 355.00m a 455.00 100.00m x 5.82 x 0.20m		116,40	
	Rama EN, entrada, de progresivas 320.00m a 345.00m 25.00m x 5.82m x 0.20m		29,10	
	Total ejecutado en el mes:		2.233,72	2233,72

Figura 48: Certificado Ejecución de Estabilizados Granulares

4.5 BASE NEGRA Y CARPETA DE RODAMIENTO

4.5.1 Método Constructivo y Particularidades

La base asfáltica tiene en este caso un espesor de 12 cm el cual fue realizado en 2 etapas de 6 cm. Antes de colocar la primera capa sobre la base, se realiza un riego de Imprimación con emulsión catiónica (Figura 49), aplicando aproximadamente 1 lt/m² de la misma. Entre cada capa de 6 cm se realizó un riego de liga para que la capa adyacente de 6 cm quede perfectamente unida.



Figura 49: Ejecución de Riego de Imprimación

Una vez terminado el riego de Imprimación, se procede a realizar esta base asfáltica o también llamada base negra. El equipo necesario para esta tarea es, la terminadora, los camiones con la mezcla asfáltica y los equipos de compactación. La cuadrilla del asfalto cuenta con compactadores liso con compactación dinámica por vibración, rodillos neumáticos, y un equipo combinado que posee vibro liso por delante y neumático por detrás.



Figura 50: Terminadora Trabajando

La terminadora usada es una DYNAPAC F161W con un rendimiento de 170 tn/ hs. Las dimensiones son, ancho básico 2.55 metros, ancho de trabajo con regla hidráulica extensible 5.10 metros y ancho de trabajo máximo 7.30 metros, con una capacidad de tolva de 5.7 m³ (13.1 tn)

En el cargado de la terminadora, el camión que en este caso dispone de una batea en donde se almacena la mezclas se debe de acercarse muy despacio a la terminadora, cuando esté bien cercano la terminadora deberá de empujar al camión de esa manera se garantiza que no se produzca un borde en la calzada que se está ejecutando.

La terminadora deberá de trabajar simultáneamente con la menor cantidad de paradas posibles por ello es muy importante que los camiones con la mezcla lleguen antes de que la terminadora se quede sin material.





Figura 51: Línea de Distribución de Mezcla Asfáltica con Terminadora

A medida que la terminadora va distribuyendo el material y compactándolo, ya que posee un sistema de compactado y vibrado, por detrás de esta entra un rodillo liso como se muestra en la fotografía, en el sentido de avance sin vibrar y en retroceso vibrando. Luego de tras de este 3 compactador neumático ambos 3 distanciados unos 10 metros aproximadamente.



Figura 52: Compactadores tipo Rodillo Liso con vibrador (Aplanadora)

Los compactadores que pueden verse en la figura 52, tienen como característica más importante, la presión que ejercen sobre el terreno. Se considera un área de contacto en función del diámetro de los rodillos, peso de la máquina y tipo de suelo, a través del cual se transmite la presión estática. Su utilización máxima la tienen hoy día en las primeras pasadas de compactación de aglomerados asfálticos. Para que no se adhiera la mezcla asfáltica van provistas de depósitos de agua que mojan constantemente los rodillos. Además los mismo poseen vibradores, que en general se utilizan en contra de la pendiente para evitar el arrastre de material, y se evita que la primer pasada sea vibrando, por el mismo motivo. La experiencia del maquinista es muy importante, sobre todo, para borrar sus propias huellas.



Figura 53: Compactadores tipo Rodillo Neumático trabajando

Estas máquinas (Figura 53) trabajan principalmente por el efecto de la presión estática que producen debido a sus pesos, pero hay un segundo efecto, debido al modo de transmitir esta presión por los neumáticos que tiene singular importancia. Las superficies de contacto de un neumático dependen de la carga que soporta y de la presión a la que está inflado, pero la presión que transmite al suelo el neumático a través de la superficie elíptica de contacto no es uniforme. Por lo tanto y para simplificar el problema se emplea el término presión media de contacto que se obtiene dividiendo la carga sobre cada rueda por la superficie de contacto. Estas superficies de contacto se obtienen para las diferentes presiones de inflado y cargas sobre rueda, marcando las huellas de contacto sobre una placa de acero con el neumático en posición estática. Es norma general esperar una presión del orden del 90 % de la presión en la superficie a profundidades de 70 cm. y actuando en un ancho de unos 2/3 del ancho de la huella del neumático. Esto obliga a las máquinas compactadoras de estos tipos a procurar un cierto solape entre las huellas de los neumáticos delanteros y traseros. Un compactador de neumáticos inflado a poca presión da unas superficies de contacto cóncavas y en los bordes del neumático, en los que la cubierta recibe el apoyo estructural de los laterales aparecen unas presiones horizontales adicionales que ayudan al asentamiento de las partículas y a su mezclado. El efecto de compactación y amasado de los neumáticos produce excelentes resultados en el sellado de la superficie.

Finalmente unos operarios manualmente con un rastrillo realizan el tomado de juntas, que consiste en rastrillar este borde de contacto, procurando que no haya discontinuidades alimétricas ni planimétricas. (Figura 54)



Figura 54: Toma de Juntas

4.5.2 Carpeta de Rodamiento

La carpeta asfáltica posee un espesor de 5 cm. Una vez terminada de ejecutar la base asfáltica, deberá realizarse un riego de liga para que la carpeta de rodamiento se adhiera perfectamente a la base asfáltica. Luego el procedimiento constructivo es el mismo que el de la base.

La principal diferencia entre base negra y carpeta radica en la mezcla asfáltica. En el primer caso se trata de una mezcla más abierta, con menor contenido de asfalto y mayor volumen de vacíos. Esto es así para obtener un comportamiento un tanto más rígido y elástico, de manera tal de evitar desplazamientos en el futuro. En cambio la carpeta asfáltica debe poseer un porcentaje mayor de asfalto, de manera tal de otorgar al pavimento de la micro y macro textura adecuadas, y una mejor resistencia a la acción factores externos (tránsito y clima)

4.5.3 Refuerzo o Restitución.

En los primeros 3 kilómetros de obra, se pavimento en parte sobre la calzada ya existente, es decir, se repavimentó y se le realizo un refuerzo. Para ello en una primera instancia se debe sanear la superficie con baches o fisuras, ya que si esto no se hace, los mismos se copiarían rápidamente en la nueva superficie.



Figura 55: Capas Asfálticas en zona de Refuerzo

Luego, a la calzada antigua, se le realiza lo que en obra se llama restitución de gálbo, y por encima una carpeta de rodamiento. Esta restitución es de espesor variable y tiene como objetivo cambiar del bombeo normal existente a bombeo adverso, ya que pasara a tener dos carriles para un sentido de circulación, siempre procurando que el agua escurra hacia los márgenes exteriores.

La maquinaria y la metodología empleadas son similares a los casos anteriores, la única diferencia es que se le limpia y retira todo tipo de suciedad de la calzada con una barredora, luego se le realiza un riego de liga y finalmente con el procedimiento descrito 4.5.1, con la particularidad de que a la terminadora se le coloca lo que se denomina trineo. En la Figura 57 puede verse este instrumento, y como logra dejar una superficie plana, variando el espesor colocado en presencia de deformaciones.

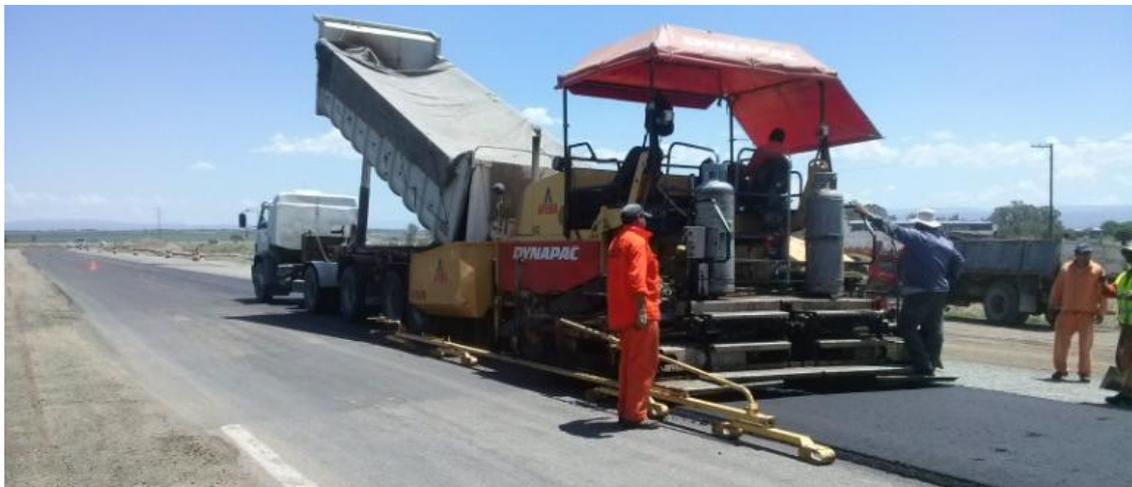


Figura 56: Ejecución de Restitución con Trineo

Esto sirve para dar a la superficie acabada un perfil adecuado, es decir, uniforme, sin ondulaciones o deformaciones ya sean transversales o longitudinales. El funcionamiento consiste en que el trineo, en su vasta longitud, apoye en 4 puntos de manera tal de materializar una línea recta entre los puntos que apoya y vuele en aquellos puntos donde existen deformaciones. Luego el palpador (sensor) de la terminadora lee la superficie de este trineo, y no la superficie sobre la que se está trabajando, lográndose así el objetivo de no copiar las ondulaciones y dejar todo en un mismo plano. Como se puede observar en las figuras, este instrumento permite corregir las deformaciones que se presentan transversalmente al sentido de circulación, mientras que la corrección de aquellas deformaciones que se presentan en el mismo sentido que el de circulación (ahuellamientos, etc.), la ejecuta directamente la terminadora, mediante la aplicación de un gálibo o peralte constante.



Figura 57: Ejecución de Capa Asfáltica de espesor variable según Deformaciones

4.5.4 Bacheo con fresadora

Una de las tareas realizadas en esta obra es la reparación de baches, para ello luego de analizar y cuantificar los baches, las zonas bacheadas se frezo con una fresadora.



Figura 58: Ejecución de Bacheo con Fresadora

El material de fresado es reutilizado para rellenos o banquetas de otra obra que la empresa ejecuta, para colocar en accesos a viviendas, etc.

Una vez realizado el fresado, se deberá realizar un riego de imprimación y dejarlo un día y medio que corte, luego el riego de liga y finalmente se coloca mezcla asfáltica, la misma utilizada para el refuerzo. La compactación de esta mezcla es una BOMAG de rodillo.

4.5.5 Controles e Inspección

Los controles respecto a la calidad de la mezcla se realizan en planta. En este informe solo se hará mención de aquellos controles que se realizan en obra, los cuales tienen como objetivo constatar la correcta ejecución de los trabajos y la adecuada colocación de la mezcla en obra.

En obra existe un control interno de la empresa y un control del contratista, es decir, una inspección.

El control interno consta básicamente de un control de espesores teóricos con el objetivo de evitar pérdidas económicas para la empresa y tener un seguimiento de la correcta ejecución de los trabajos. Para ello lo que se hace es, día a día, contabilizar la cantidad de toneladas de mezcla que salieron de planta, y relevar lo producido en obra. Las toneladas se obtienen a partir de los remitos emitidos en planta que llegan a la obra, el relevamiento de lo ejecutado se realiza a partir del parte diario que efectúa el capataz a cargo del asfalto, donde especifica lo que realiza en el día. (Figura 59)

AFEMAsa
Obras Viales

PARTE DIARIO

OBRA	RUTA 36								
ITEM	BASE NEGRA Y CARPETA								
FECHA	ITEM	LADO	DESDE	HASTA	LARGO	ANCHO	SUPM2	CANTIDAD	ESPESOR
25-sep	restitucion rotonda penitencieria	este	6910	7105		3,65		268,67tn	
	base negra rotonda penitencieria	sur 1ºcapa			46	9,8			
		sur 2ºcapa			46	4,9			
		oeste1ºcapa	7090	7115		4			
		oeste2ºcapa	7080	7115		4			
		carpeta	izqu centro	6800	7185		3,65		
		este	6915	7115		4,2			
		oeste	7056	7115		4,2			
		sur			46	4,8			
26-sep	base negra	sur 2ºcapa			46	4,9		164,67tn	
		norte1ºcapa			46	9,3			
		norte2ºcapa			46	4,3			
	restitucion	izq borde	6830	6950		4,3			
		carpeta	izq borde	6800	7145				158,38tn

SERGIO OVIEDO

CAPATAZ GENERAL

Figura 59: Parte Diario Terminadora

Una vez recopilados los datos se calcula el espesor teórico de la siguiente manera:

$e[m] = \text{Peso Mezcla [Tn]} / \text{Longitud [m]} \times \text{Ancho [m]} / 2.43 \text{ tn/m}^3$ (densidad marshall de mezcla asfáltica)

Espesores que excedan en +-4mm el espesor de proyecto merecen cierta atención. En función del caso que se trate o del tipo de trabajo que se esté efectuando se advierte o no al maquinista. Queda a criterio del ingeniero evaluar el caso y advertir o no a quien lo ejecuta.

AFEMA SA
 RUTA NACIONAL 36 - DUPLICACIÓN DE CALZADAS
 MEZCLA ASFALTICA
 PLANILLA RESUMEN

FECHA	PROGRESIVA		LONGITUD	ESPESOR PROMEDIO	DESCRIPCION	UBICACIÓN		TONELADAS	OBS.
	Inicial	Final				Calzada	Trocha		
14/01/2014	15343	15660	313	0,038	RESTITUCION DE GALBO 1 ^{ra} CAPA	IZQUIERDA	BORDE	124,18	
	15345	15400	55		RESTITUCION DE GALBO 1 ^{ra} CAPA	IZQUIERDA	CENTRO		
15/01/2014	15400	15660	260	0,045	RESTITUCION DE GALBO 1 ^{ra} CAPA	IZQUIERDA	CENTRO	280,76	
	15300	15750	450		RESTITUCION DE GALBO 2 ^{da} CAPA	IZQUIERDA	CENTRO		
16/01/2014	15300	15750	450	0,045	RESTITUCION DE GALBO 2 ^{da} CAPA	IZQUIERDA	BORDE	178,21	
17/01/2014	14800	15635	835	0,057	BASE NEGRA 1 ^{ra} CAPA	DERECHA	CENTRO	435,31	
03/02/2014	14795	15275	480	0,059	BASE NEGRA 1 ^{ra} CAPA	DERECHA	BORDE	260,86	
04/02/2014								0	LLUVIA
05/02/2014	15275	15900	625	0,061	BASE NEGRA 1 ^{ra} CAPA	DERECHA	BORDE	347,47	
06/02/2014	15635	16910	1275	0,058	BASE NEGRA 1 ^{ra} CAPA	DERECHA	CENTRO	674,2	
07/02/2014	15900	17385	1485	0,060	BASE NEGRA 1 ^{ra} CAPA	DERECHA	BORDE	811,46	
08/02/2014	16910	18025	1115	0,061	BASE NEGRA 1 ^{ra} CAPA	DERECHA	CENTRO	621,12	
10/02/2014	17385	17785	400	0,068	BASE NEGRA 1 ^{ra} CAPA	DERECHA	BORDE	247,93	
11/02/2014	17785	18725	940	0,062	BASE NEGRA 1 ^{ra} CAPA	DERECHA	BORDE	537,35	
12/02/2014	18025	19200	1175	0,060	BASE NEGRA 1 ^{ra} CAPA	DERECHA	CENTRO	674,44	
	18725	18775	50			DERECHA	BORDE		
13/02/2014	18775	19180	405	0,057	BASE NEGRA 1 ^{ra} CAPA	DERECHA	BORDE	704,93	
	14785	15370	585		BASE NEGRA 2 ^{da} CAPA	DERECHA	BORDE		
	-	-	255		BASE NEGRA 1 ^{ra} CAPA	ROTONDA	OESTE		
	-	-	145		BASE NEGRA 2 ^{da} CAPA	ROTONDA	OESTE		
14/02/2014 a 17/02/2014								0	LLUVIA
18/02/2014	14770	15975	1205	0,062	BASE NEGRA 2 ^{da} CAPA	DERECHA	CENTRO	683,25	
19/02/2014	15370	16625	1255	0,061	BASE NEGRA 2 ^{da} CAPA	DERECHA	BORDE	747,43	
	-	-	95		BASE NEGRA 1 ^{ra} Y 2 ^{da} CAPA	ROTONDA	DARSENA		
20/02/2014	15975	16513	540	0,063	BASE NEGRA 2 ^{da} CAPA	DERECHA	CENTRO	414,25	
	-	-	45		BASE NEGRA 1 ^{ra} CAPA	ROTONDA	ESTE		
	-	-	178		BASE NEGRA 1 ^{ra} CAPA	ROTONDA	ESTE		
	-	-	117		BASE NEGRA 1 ^{ra} CAPA	ROTONDA	ESTE		
21/02/2014	-	-	20	0,069	BASE NEGRA 1 ^{ra} CAPA	ROTONDA	OESTE	297,36	
	-	-	47		BASE NEGRA 1 ^{ra} CAPA	ROTONDA	SUR		
	16513	16820	305		BASE NEGRA 2 ^{da} CAPA	DERECHA	CENTRO		
	-	-	122		BASE NEGRA 2 ^{da} CAPA	ROTONDA	OESTE		
24/02/2014	-	-	252	0,059	BASE NEGRA 2 ^{da} CAPA	ROTONDA	ESTE	535,11	
	-	-	47		BASE NEGRA 1 ^{ra} Y 2 ^{da} CAPA	ROTONDA	SUR		
	-	-	45		BASE NEGRA 1 ^{ra} CAPA	ROTONDA	ESTE		
	16625	17100	475		BASE NEGRA 2 ^{da} CAPA	DERECHA	BORDE		
	-	-	28		BASE NEGRA 2 ^{da} CAPA	ROTONDA	OESTE		
26/02/2014	-	-	43	0,058	BASE NEGRA 2 ^{da} CAPA	ROTONDA	ESTE	267,97	
	-	-	47		BASE NEGRA 2 ^{da} CAPA	ROTONDA	SUR		
	-	-	45		BASE NEGRA 1 ^{ra} Y 2 ^{da} CAPA	ROTONDA	OESTE		
	-	-	47		BASE NEGRA 2 ^{da} CAPA	ROTONDA	NORTE		
	-	-	47		BASE NEGRA 1 ^{ra} CAPA	ROTONDA	NORTE		
	-	-	20		BASE NEGRA 1 ^{ra} CAPA	ROTONDA	OESTE		
	-	-	95		BASE NEGRA 2 ^{da} CAPA	ROTONDA	DARSENA		
	14660	15865	1205		0,052	CARPETA	DERECHA		
28/02/2014	14765	16380	1615	0,052	CARPETA	DERECHA	BORDE	742,66	

Figura 60: Planilla de control de Espesores Teóricos

La inspección, por su parte, también realiza los controles de espesores de manera tal de llevar un buen seguimiento de la obra. Además realiza la inspección visual de lo ejecutado, constatando la ausencia de baches u otros defectos como ahuellamientos, desprolijidades, fisuras por arrastre de mezcla, segregaciones, etc. Finalmente, como elemento solido de control, se muestrean testigos. A través de ellos puede verificarse el espesor ejecutado, midiéndolo con un calibre. Una vez hecho esto, se envían los mismos a planta donde se los ensaya y se verifica la correcta compactación a través de la densidad de los mismos.

4.5.6 Certificación

En el caso de mezcla asfáltica se certifica de manera similar a como se lo hace con los materiales de base y sub-base. Es decir, se certifica por un lado la provisión de material y por otro lado la ejecución o puesta en obra de éste.

Provision de Mezcla Asfaltica

Como se dijo anteriormente, a lo largo de la obra se utilizaron dos tipos de mezcla: Base Negra (base asfáltica) y concreto asfaltico grueso (carpeta de rodamientos). La provisión, en ambos casos, se computa por tonelada. El cómputo ejecutado es el siguiente:

- Concreto Asfaltico Grueso:

$$\checkmark \text{ Tramo recto} = \text{Longitud} \times \text{Ancho de Calzada} \times \text{Espesor} \times \text{Densidad}$$

Donde, Longitud = (Prog. Fin – Prog. Inicio); Ancho de Calzada = 7,3m; Espesor = 0,05m; Densidad = 2,43 Tn/m³

$$\checkmark \text{ Retornos} = \text{Superficie de Proyecto Base} \times \text{Espesor} \times \text{Densidad.}$$

Donde, Espesor = 0,05m; Densidad = 2,43 Tn/m³

- Base Negra:

$$\checkmark \text{ Tramo recto} = \text{Longitud} \times \text{Ancho Base Negra} \times \text{Espesor} \times \text{Densidad}$$

Donde, Ancho Base Negra 1° Capa = 7,40m; Ancho Base Negra 2° Capa = 7,52m; Espesor = 0,06 m; Densidad= 2,43 Tn/m³

$$\checkmark \text{ Retornos} = \text{Superficie de Proyecto Base} \times \text{Espesor} \times \text{Densidad}$$

Donde, Espesor = 0,06m; Densidad = 2,43 Tn/m³

- Restitución de Gálibo: Estos trabajos se realizaron sobre la calzada ya existente, y al ser de espesor muy variable y difícil de determinar, la provisión de la mezcla de esta tarea se paga por remito. Es decir, se discriminan aquellos remitos correspondientes a bateas utilizadas para la realización de la restitución de galibo, se suman los netos y así se determina el total de toneladas puesto en obra para este sub-ítem. Cabe destacar que toda restitución de galibo se realiza con base negra
- Bacheo Con Fresadora: Estos trabajos también se realizan sobre la calzada ya existente, y el espesor de los mismos dependen de la magnitud del bache, y de si se coloca algo encima de este o no. En términos generales los espesores varían entre 6 y 9 cm. Para el pago de los mismos, el inspector en conjunto con el ingeniero acuerdan el espesor del bache. Luego se miden la superficies bacheadas, que multiplicadas por el espesor y por la densidad de la mezcla dan como resultado las toneladas de bacheo con fresadora. Esta tarea puede realizarse con base negra, o bien, con concreto asfaltico grueso. Si luego del bache se colocan capaz de asfalto por encima corresponde ejecutarlos con base negra. En cambio si la superficie bacheada va a quedar directamente expuesta al tránsito y a las lluvias, corresponde ejecutarlos con concreto grueso, de manera tal que la mezcla sea más cerrada y no se deteriore con facilidad.

M.O.P
DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD
CORDOBA

COMPUTO METRICO

Expte 16266/12

Corresponde al Certificado N° 9 (Nueve) Parcial por el mes ABRIL de 2014 de los trabajos ejecutados en

N°	DESIGNACION Y DIMENSIONES	Un	CANTIDAD en	
			Parciales	Totales
Total de Módulos a certificar				
1	Provisión de mezcla tipo concr. Asf. Grueso certificado anteriorm Ejecutado en el Mes R.Nac. N° 36 Distribuidor Altos de Fierro Rotonda, Ramas y Repavimentacion ruta C-45 13150 m ² Superficie x 0,053 m x 2,43 Tn/m ² Desvios Provisorios Rama NO, entrada provisoria, 115 metros 125m x 0,05m x 5,3m x 2,43 Tn/m3 Rama OS, salida provisoria, 106 metros 108m x 0,05m x 5,3m x 2,43 Tn/m3 Rama SE, entrada provisoria, 112 metros 117m x 0,05m x 5,3m x 2,43 Tn/m3 Rama EN, salida provisoria, 94 metros 97m x 0,05m x 5,3m x 2,43 Tn/m3 Total ejecutado Certificado Anteriormente Total Ejecutado en el mes Total ejecutado	Tn		
			1893,59	
			82,10	
			70,94	
			75,34	
			63,71	
			1985,68	
			579,37	
			1406,31	1406,31
3	Provisión de mezcla tipo concr. asf.P/Base Negra certificado anteriorm Ejecutado en el Mes Distribuidor Altos de Fierro Rotonda, Ramas y Repavimentacion ruta C-45 13550 m ² Superficie x 0,06 m x 2,43 Tn/m ² Total ejecutado Certificado Anteriormente Presente certificado Restitucion de Gálibo Bacheo con Fresadora Rama NO, salida, progresivas 0 a 325 15 m x 4 m x 0,085 m x 2,43 Tn/m3 15 m x 3 m x 0,085 m x 2,43 Tn/m3 7 m x 4 m x 0,085 m x 2,43 Tn/m3 7 m x 2 m x 0,085 m x 2,43 Tn/m3 4 m x 4 m x 0,085 m x 2,43 Tn/m3 4 m x 2 m x 0,085 m x 2,43 Tn/m3 20 m x 2 m x 0,085 m x 2,43 Tn/m3 6 m x 3 m x 0,085 m x 2,43 Tn/m3 40 m x 2 m x 0,085 m x 2,43 Tn/m3 8 m x 4 m x 0,085 m x 2,43 Tn/m3 10 m x 2 m x 0,085 m x 2,43 Tn/m3 10 m x 4 m x 0,085 m x 2,43 Tn/m3 40 m x 1 m x 0,085 m x 2,43 Tn/m3 Rama OS, entrada, progresivas 575 a 870 Rama EN, entrada, progresivas 205 a 325 53 m x 4 m x 0,09 m x 2,43 Tn/m3 30 m x 1,05 m x 0,4 m x 2,43 Tn/m3 18m x 5m x 0,09m x 2,43 50m x 0,5m x 0,09m x 2,43 Total Ejecutado en el mes Total ejecutado	Tn		
			1975,59	
			1975,59	
			822,49	
			1153,10	
			140,92	
			12,39	
			9,29	
			5,78	
			2,89	
			3,30	
			1,65	
			8,26	
			3,72	
			16,52	
			6,53	
			4,13	
			8,26	
			8,26	
			119,11	
			51,52	
			30,82	
			20,78	
			5,53	
			1612,58	1612,58
				3018,89

Figura 61: Certificado de Provisión de Mezcla Asfáltica

Ejecución de los Trabajos

Distribución de Mezcla Asfáltica con terminadora

Los trabajos de este sub-item comprenden la ejecución de carpetas superficiales (concreto asfáltico grueso) o bases asfálticas (base negra) en caliente en extensiones y espesores variables (restitución de gálibo)

Estas tareas se computan también por tonelada, las cuales se corresponden a las expresadas previamente en la provisión. Es decir, la suma de mezcla provista para carpeta, base negra y restitución de galibo es igual a la correspondiente a este ítem. Esta cantidad multiplicada por el precio unitario del ítem da como resultado la compensación monetaria de la distribución de la mezcla, lo que comprende las siguientes labores:

Transporte y Descarga de la Mezcla Asfáltica: Se efectúa mediante camiones con caja volcadora trasera (Bateas mayoritariamente o chasis)

Distribución de Mezcla: Se ejecuta con terminadora para concreto asfáltico provista con controles automáticos electrónicos de nivelación longitudinal y transversal

Compactación: El pliego establece que la densidad a obtener en obra debe ser como mínimo un 98% de la Densidad Marshall de la mezcla utilizada.

Ejecución de Bacheo con Fresadora

Consiste en la reparación de depresiones y baches de calzada existente incluyendo las siguientes tareas y especificaciones:

Acondicionamiento de las depresiones o baches a reparar: Consiste en quitar el material dañado, y preparar la superficie de manera tal que su fondo se presente seco, firme y uniforme. Esta tarea se ejecuta con fresadora, y con compresores de aire para limpiar la superficie.

Distribución de la mezcla: Se debe ejecutar con terminadora, a excepción de aquellos casos puntuales que a juicio de la inspección pueda ejecutarse manualmente mediante paleo, o bien con motoniveladora

Compactación: Se efectúa con rodillos neumático o aplanadora, y no deben quedar depresiones ni bordes que impidan el libre escurrimiento del agua o causen molestias al tránsito vehicular

Transporte de Mezcla: Ídem ítem anterior.

Provisión de Material para Riego de Liga o Imprimación: Debe ser Emulsión Catiónica Este ítem se paga de igual manera al anterior, es decir, por tonelada. Entonces, la cantidad correspondiente a provisión para bacheo debe ser igual a la correspondiente a la ejecución de bacheo. Además, a modo de verificación, la suma de las todas las ejecuciones debe ser igual a la suma de todas las provisiones.

4	Distribución de mezcla asfáltica con terminadora	Tn		
	certificado anteriorm			
	Ejecutado en el Mes:			
	R.Nac. N° 36 Tr Cordoba			
	Distribuidor Altos de Fierro Rotonda, Ramas y Repavimentacion ruta C-45			
	13150 m ² Superficie x 0,053 m x 2,43 Tn/m ²		1693,59	
	13550 m ² Superficie x 0,06 m x 2,43 Tn/m ²		1975,59	
	Desvios Provisorios			
	Rama NO, entrada provisoria, 115 metros			
	125m x 0,05m x 5,3m x 2,43 Tn/m ³		82,10	
	Rama OS, salida provisoria, 106 metros			
108m x 0,05m x 5,3m x 2,43 Tn/m ³	70,94			
Rama SE, entrada provisoria, 112 metros				
117m x 0,05m x 5,3m x 2,43 Tn/m ³	75,34			
Rama EN, salida provisoria, 94 metros				
97m x 0,05m x 5,3m x 2,43 Tn/m ³	63,71			
Restitucion de Gálibo	140,92			
Total ejecutado	4102,19			
Certificado Anteriormente	1401,86			
Total Ejecutado en el mes	2700,33	2700,33		
total ejecutado		2700,33		
11	Ejecución de bacheo con fresadora	Tn		
	Ejecutado anteriormente			
	Ejecutado en el Mes:			
	R.Nac. N° 36 Tr Cordoba - Km 20,100			
	Bacheo o/fresadora			
	Rama NO, salida, progresivas 0 a 325			
	15 m x 4 m x 0,085 m x 2,43 Tn/m ³		12,39	
	15 m x 3 m x 0,085 m x 2,43 Tn/m ³		9,29	
	7 m x 4 m x 0,085 m x 2,43 Tn/m ³		5,78	
	7 m x 2 m x 0,085 m x 2,43 Tn/m ³		2,89	
	4 m x 4 m x 0,085 m x 2,43 Tn/m ³		3,30	
	4 m x 2 m x 0,085 m x 2,43 Tn/m ³		1,65	
	20 m x 2 m x 0,085 m x 2,43 Tn/m ³		8,26	
	8 m x 3 m x 0,085 m x 2,43 Tn/m ³		3,72	
	40 m x 2 m x 0,085 m x 2,43 Tn/m ³		16,52	
	8 m x 4 m x 0,085 m x 2,43 Tn/m ³		6,53	
	10 m x 2 m x 0,085 m x 2,43 Tn/m ³		4,13	
	10 m x 4 m x 0,085 m x 2,43 Tn/m ³		8,26	
	40 m x 1 m x 0,085 m x 2,43 Tn/m ³		8,26	
	Rama OS, entrada, progresivas 575 a 870		119,11	
	Rama EN, entrada, progresivas 205 a 325			
53 m x 4 m x 0,09 m x 2,43 Tn/m ³	51,52			
30 m x 1,05 m x 0,4 m x 2,43 Tn/m ³	30,62			
18m x 5m x 0,09m x 2,43	20,78			
50m x 0,5m x 0,09m x 2,43	5,53			
Total Ejecutado en el mes	318,56	318,56		
Certificado anteriormente:		318,56		

Figura 62: Certificado Ejecución de trabajos con Mezcla Asfáltica

4.6 OBRAS DE ARTE

4.6.1 Obras de Cruce

Estas obras tienen como finalidad permitir el paso del agua, de un lado al otro de la obra lineal, de cada una de las cuencas de aporte que intersecta la misma. Esto se realiza de manera tal de evitar grandes acumulaciones de agua aguas arriba, que puedan ocasionar daños en la estructura del pavimento. Además, se tiene como premisa producir el menor impacto posible en los cursos naturales, de manera tal que la escorrentía aguas abajo no tenga grandes alteraciones.

A lo largo de esta obra puede ver el proceso y metodología constructiva de numerosas alcantarillas.

Diseño de Alcantarillas

Al tratarse de una duplicación de calzada, en la gran mayoría de los casos solo se debía copiar las características de las alcantarillas ya existentes. De todas formas, en la ejecución de una obra se sigue un proyecto, y es en este donde se determinan las características de estas obras de arte. En obra se debe adaptar lo que el proyecto establece a la realidad existente, y por ello, muchas veces, se realizan pequeñas modificaciones y/o afinaciones a lo que dice el mismo. Así, es que se deben determinar las cotas de entrada, de salida, de guardarruedas, etc.; se diseñan, también, los cabezales, de acuerdo a los planos tipo de la D.N.V.

Para ello se debe generar un perfil transversal, a partir de un relevamiento, en la sección en donde se debe colocar la alcantarilla. Luego se debe colocar en el mismo perfil, el perfil tipo correspondiente al proyecto. (Figura 63)

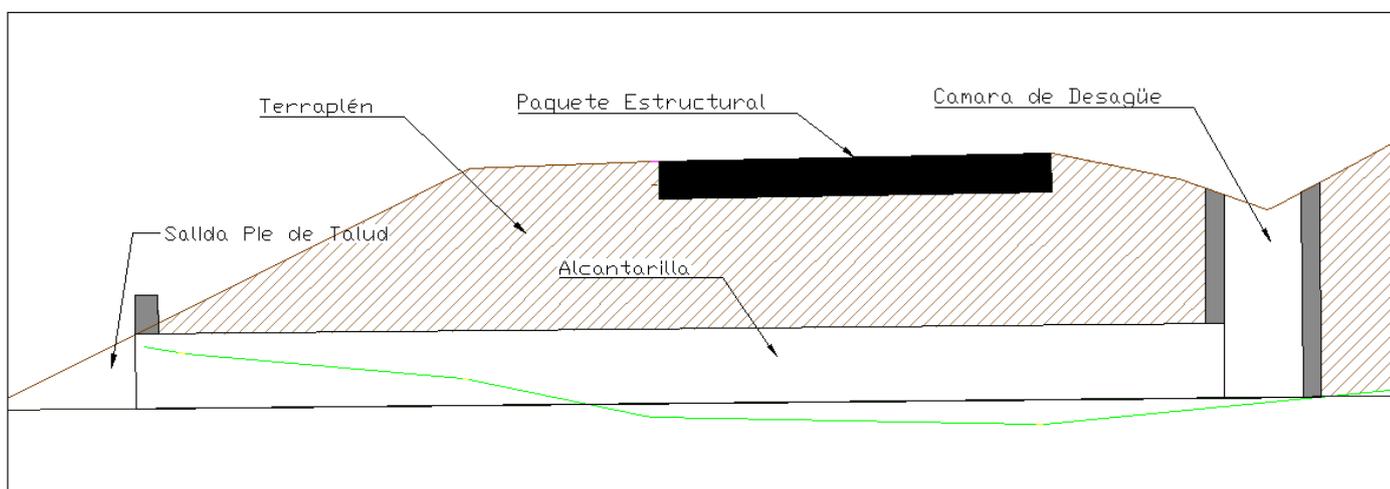


Figura 63: Perfil Transversal de Alcantarilla

Así se determinan las cotas de entrada y de salida que mejor se adapten a las condiciones existentes; la longitud exacta, las cotas de guardarruedas y pilastrines, etc. Ya definidas estas cuestiones se dibuja la planta y la vista de los cabezales, siguiendo las especificaciones del siguiente plano tipo.

Pero no solo se construyeron este tipo de alcantarillas, sino que también, a medida que se va avanzando en la obra, se requiere la ejecución de desvíos provisorios, que conllevan la construcción de alcantarillas o cruces de agua provisorios, que no están incluidos en el proyecto.

Para ellos se busca economía y facilidad de ejecución debido a que su función es solo temporaria. Por este motivo, a lo largo de la obra, se ha optado por realizar alcantarillas de caños prefabricadas o premoldeadas. La sección de los mismos se escoge estimativamente en función de la magnitud de la cuenca que aportara a dicho cruce, sin necesidad de realizar mayores cálculos por su corta vida útil. Para las demás cuestiones relativas al diseño se procede como se explico anteriormente.

Ejecución de Alcantarillas

La ejecución de Alcantarillas siempre va en la vanguardia de la obra lineal, ya que cualquiera sea la estructura del pavimento, siempre se debe colocar encima de las mismas, y todo aquello que se ejecute antes debe ser removido.

Entonces siempre se comienza con un replanteo del eje de la obra, en donde también se indica la profundidad que se debe excavar para llegar a la cota donde se emplazara la misma. Luego se procede a la excavación, de ser necesaria, la cual puede ser mecánica o manual dependiendo del volumen de la misma. Generalmente se utiliza un retroexcavadora o una pala cargadora para este trabajo. Hecho esto, se realiza una nivelación de la superficie donde apoyará la obra. En algunos casos se debe colocar una base debajo, de manera de lograr una superficie de apoyo más resistente. A partir de aquí ya se comienza con la construcción de la alcantarilla propiamente dicha. Se ejecutan los cimientos, plateas, muros, losas guardarruedas, pilastrines, cabezales, etc., según el diseño.

Lo primero a ejecutar es la excavación de los cimientos. Cavados estos se colocan reglas en el perímetro a cota superior de platea, quedando así materializado el volumen a llenar en una primera etapa. Seguido de esto se ejecutan los muros. Para ello se debe realizar un encofrado y de ser necesario armado de los mismos. En esta obra se han utilizado tanto encofrados metálicos como de madera. Como puede verse en las figuras en algunos casos es necesaria la utilización de una bomba para colar el hormigón de los muros.

Una vez ejecutados los muros se encofra la losa y se disponen las armaduras de la misma. Como puede verse en las figuras, a las mismas se le colocan separadores plásticos de manera tal de asegurar garantizar el correcto recubrimiento de los hierros. Finalmente se comienza con el llenado de la losa, para lo cual en algunos casos también es necesaria la utilización de una bomba. La terminación final de la misma se la da en una primera etapa con una regla que le da el correcto nivel y por ultimo un fratacho que deja la superficie paraja, prolija y bien terminada. Vease en la figura 64 la secuencia y el método constructivo.



Figura 64: Secuencia y Método constructivo de Alcantarillas

Al tratarse de estructuras de hormigón se deben realizar adecuadamente los encofrados y se deben preparar y colocar adecuadamente las armaduras que sean necesarias. Para ello se realizan planillas de doblado que se utilizan para doblar armaduras, para efectuar el cómputo métrico y para prever la provisión de hierro (Figura 65). En el caso de las alcantarillas de caño premoldeadas solo se debe colocar los mimos siempre con la sección hembra hacia aguas abajo. Esta colocación se realiza en general con pala cargadora o retroexcavadora y cadenas que faciliten el manipuleo. Luego se deben ejecutar los cabezales de la misma manera que para el caso anterior.

A lo largo de la obra, me tocó realizar y controlar estas planillas. También realicé el diseño de muchas de estas estructuras, la supervisión de las mismas durante su ejecución, la provisión del hormigón y hierro necesarios, y sus previos pedidos de compra.

OBRA: DISTRIBUIDOR ALTOS DE FIERRO PUENTE NORTE				PLANO	PAF-INT-13	PAGINA	
ARMADURA DE: ESTRIBO 4				Rev.:	3	1/4	
						CANTIDAD	1C/U
						ELEMENTOS	
Tipo	Dim. (mm)	Cant.	Longo p/ Barra (cm)	Forma (Medidas en cm)	Observaciones	Longo Total (m)	Peso Total (kg)
1	16	230	540			1242.0	1860.2
1A	12	230	720			1656.0	1470.2
1B	16	136	340			462.4	729.8
2	25	24	2917		Long. Empolme=125	700.1	2697.6
2A	25	110	828			910.8	3509.6
2B	25	20	2757		Long. Empolme=125	551.4	2124.7
3	16	80	540			432.0	681.8
3A	12	80	720			576.0	511.4
3B	16	25	580			145.0	228.9
3C	12	25	376			94.0	83.5
4	25	48	940			461.2	1738.6
5	25	12	2917		Long. Empolme=125	350.0	1348.8
6	12	48	910			436.8	387.8
6A	25	24	1020			244.8	943.3
6B	25	12	910			109.2	420.8
7	25	16	2707		Long. Empolme=100	433.1	1658.9
8	16	2	1072			21.4	33.8
PESO (kg)							20539.6

Figura 65: Planilla de Doblado de Hierros

Inspección

Los controles realizados para este tipo de estructuras son sobre el hormigón. Se realizan probetas de hormigón de acuerdo a norma. Se efectúan como mínimo dos probetas, una para ensayar a 7 días y otra a los 28 días. Las mismas se colocan un tiempo en agua, en la misma obra. Luego se las traslada a planta, donde se las coloca en una cámara húmeda, hasta alcanzar la edad de ensayo correspondiente. Cuando esto sucede se las ensaya a compresión en una prensa. Eso se hace a fines de constatar que las características mecánicas (Resistencia a Compresión) del hormigón cumplan con las especificaciones técnicas de la estructura ejecutada. También, en obra, se realiza el ensayo del cono de Abrahams, determinando de esta manera el asentamiento, y verificando que este sea apropiado para su correcta aplicación. DE esta manera, el asentamiento requerido es dependiente del tipo de estructura que se esté ejecutando. Este asentamiento es un índice de la trabajabilidad de hormigón.

Otro control, es la inspección visual del hormigón terminado. Aquí se constata que el mismo no se fisure y que la terminación sea la adecuada. De no cumplirse alguno de estos requisitos, queda a criterio del inspector de obra aceptar, o bien rechazar la estructura, y que se deba realizar un arreglo parcial o total de la misma.

Certificación

Estas obras se certifican a través de los materiales que la componen, los cuales tienen incluido en su precio la provisión y colocación. De esta manera se computan 3 ítems:

- Hormigón Simple Tipo "D": Este ítem se certifica por metro cúbico de hormigón H-17 colocado (Cimientos, Hormigón de limpieza, etc.). Entonces para el cómputo se debe ir al sitio y medir aquellas partes ejecutadas con este hormigón para luego determinar su volumen. Luego este volumen, expresado en metros cúbicos (m^3), se lo multiplica por el precio unitario del ítem, obteniéndose así la contraprestación monetaria por los trabajos ejecutados.
- Hormigón Simple Tipo "B": Este caso es similar al anterior, con la diferencia de que aquí se certifican y computan aquellos elementos ejecutados con Hormigón H-21 (Losas, muros armados, etc.).
- Provisión y Colocación de Armaduras: Los trabajos consisten en la provisión y colocación (doblado, atado, etc.) de las armaduras necesarias en los Hormigones antes mencionados. Este ítem se certifica por tonelada de hierro provisto y colocado, por lo que para el cómputo se realizan planillas de doblado en donde queda especificada la longitud real colocada de cada una de las barras en cada una de las posiciones. Luego estas longitudes se multiplican por un coeficiente que indica el peso por metro lineal para cada uno de los diámetros de barra, obteniéndose así el peso que, expresado en toneladas, se coloca en el certificado y se lo multiplica por el precio unitario del ítem. De esta forma, queda determinada la contraprestación monetaria por los trabajos ejecutados.

ALCANTARILLA LONGITUDINAL PROG. 10175 (D)

Cimientos de muros	Largo	Ancho	Alto	Cantidad		Volumen (m ³)	Sub total volumen (m ³)
	11.50	0.45	0.40	2.00		4.14	
Cimientos de alas	Largo	Ancho	Alto	Cantidad		Volumen (m ³)	
	1.95	0.45	0.40	4.00		1.40	
Escalón platea	Largo	Ancho	Alto	Cantidad		Volumen (m ³)	
	4.20	0.25	0.40	2.00		0.84	
Platea	Largo	Ancho	Espesor.	Cantidad		Volumen (m ³)	
	11.00	2.20	0.10	1.00		2.42	
Platea cabezal	Ancho mayor	Ancho menor	Largo.	Espesor.	Cantidad	Volumen (m ³)	
	4.70	2.20	1.90	0.10	2.00	1.31	
Muros	Largo	Ancho	Alto.	Cantidad		Volumen (m ³)	
	11.50	0.25	1.00	2.00		5.75	
Muros de alas	Alto mayor	Alto menor	Largo.	Espesor.	Cantidad.	Volumen (m ³)	
	1.35	0.55	1.95	0.25	4.00	1.85	
Pilastrines	Lado	Lado	Alto.	Cantidad.		Volumen (m ³)	
	0.25	0.25	0.80	4.00		0.20	
							17.92

Figura 66: Cómputo Hormigón

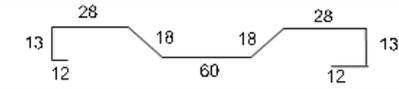
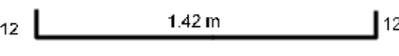
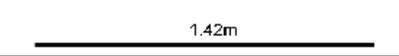
Posic		Diámetro	Largo	Cantidad	Separ	Long. Total [m]	Peso Nominal	Peso Total [kg]
	RUTA NAC 36 - Alc. Transversal Rotonda Ramal E-N Prog 390							
1		16	2.02	24	c/ 40	48.48	1.6	77.568
2		16	1.66	26	c/40	43.16	1.6	69.056
3		8	18.5	12	c/30	222	0.4	88.8
4		8	1.58	7	c/ 20	11.06	0.4	4.424
5		8	1.42	4		5.68	0.4	2.272
								242.12

Figura 67: Cómputo Armadura

4.6.2 Pasarela Peatonal

Introducción

Debido a que sobre la Ruta 36 hay una escuela rural, a la cual asisten numerosos niños y adolescentes que habitan en las cercanías, se debió construir una Pasarela Peatonal, de manera de garantizar un cruce seguro. Esta obra no estaba contemplada en el proyecto, pero, a pesar de esto, y gracias a la gestión de la directora del establecimiento se logró la autorización para la construcción de la misma.

Cabe destacar que este tipo de obras es muy usual en obras como autovías y autopistas, y son de vital importancia para garantizar la seguridad en vías de alta jerarquía.

Dicho esto se pasará a explicar el procedimiento llevado a cabo para la construcción de la misma. Se puede dividir el proceso en 7 etapas.

- Relevamiento
- Diseño Geométrico
- Cálculo Estructural
- Replanteo
- Construcción de Sistema de Apoyo
- Montaje de la Estructura
- Colocación de Piezas Metálicas

Relevamiento

Durante esta etapa, se va al lugar, y con elementos topográficos, se relevan aquellos puntos de interés, como ser bordes de calzadas, ejes, y posibles restricciones, como ser, calles, edificios, líneas eléctricas, etc. Entonces se acudió al lugar con el topógrafo y un ayudante, y se relevaron puntos de interés con estación total. Véase en figura 69 el resultado obtenido:

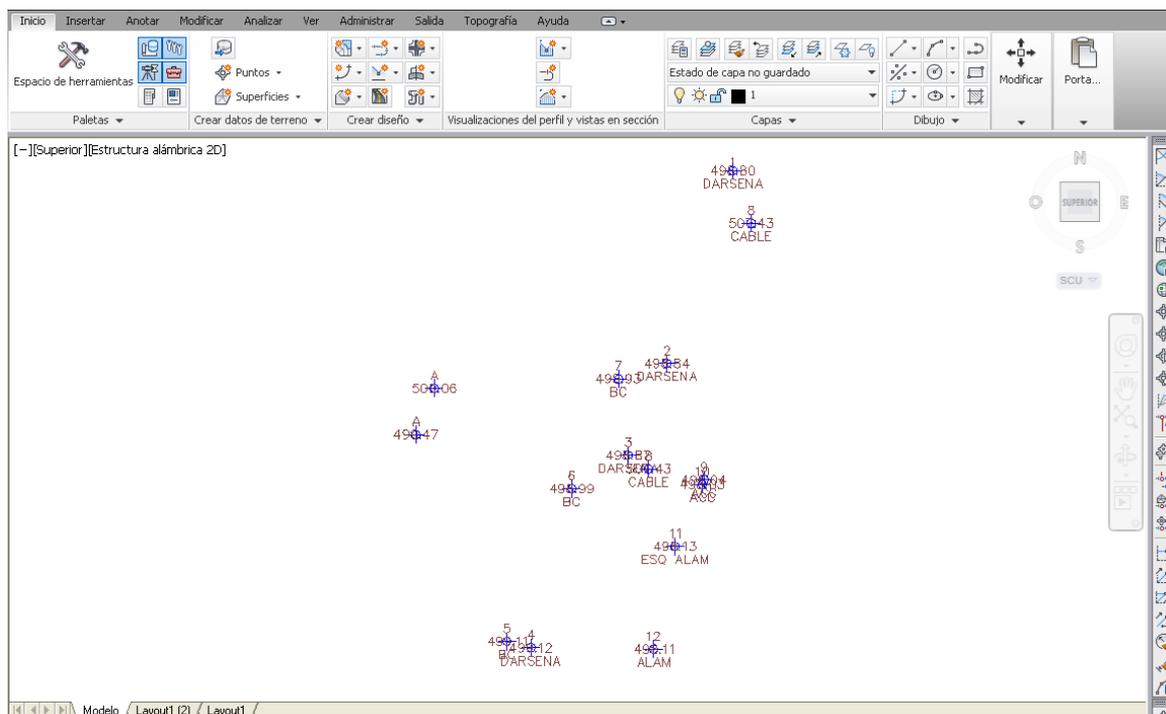


Figura 69: Relevamiento

Luego, se procesan estos datos en gabinete. De esta manera se obtiene la mesa de trabajo, es decir, el punto de inicio del diseño propiamente dicho. Véase Figura 70

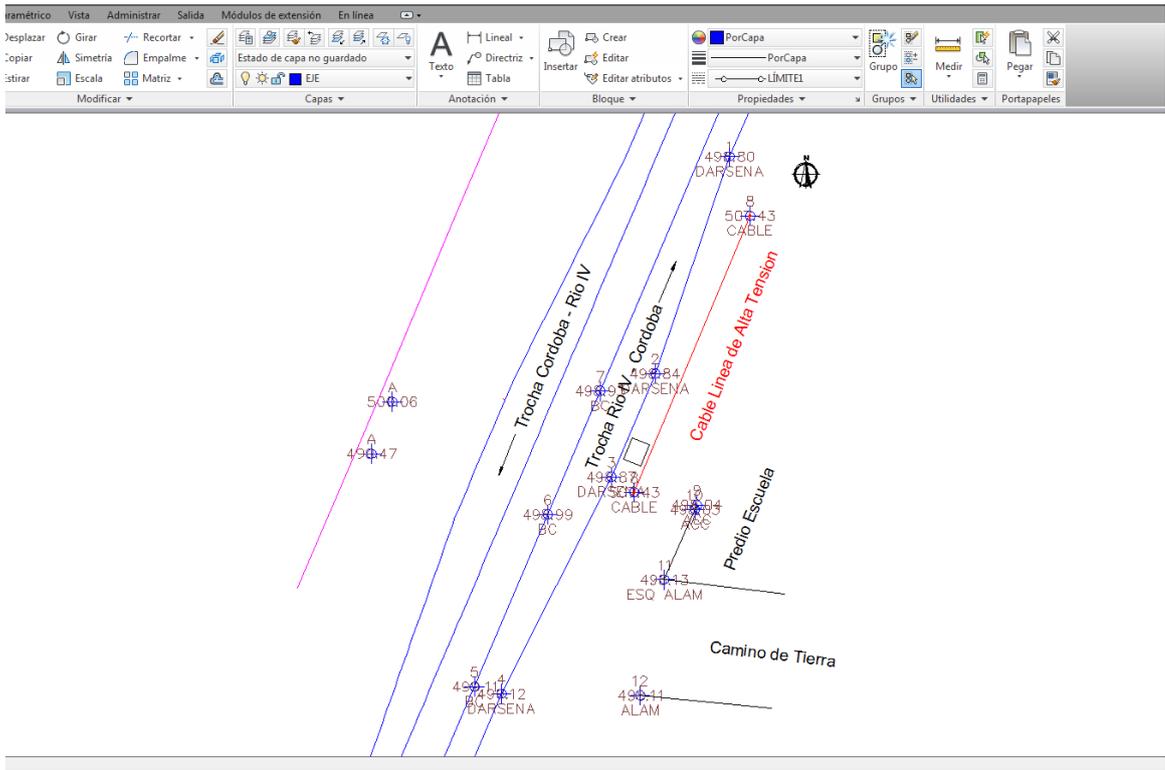


Figura 70: Plano de Relevamiento

Diseño

Una vez que se tienen los datos del lugar se debe proceder a dimensionar geoméricamente la estructura y a darle ubicación a la misma.

Para el dimensionamiento geométrico se tomó como guía un plano tipo del Pliego de la Dirección Provincial de Vialidad, Contratista de la obra.

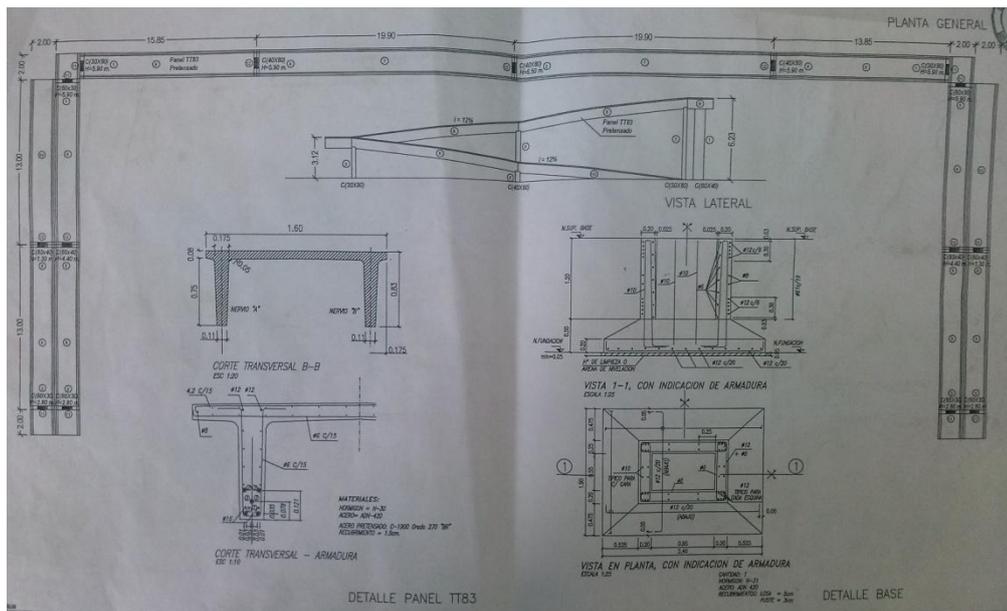


Figura 71: Plano Tipo Pasarela D.P.V

Entonces adaptando este plano a las condiciones existentes se determina el diseño geométrico final y la ubicación correspondiente.

En primer lugar, la pasarela, para ser funcional, debía ubicarse lo más cerca posible del establecimiento educativo, y de manera tal, que el ingreso y egreso a la misma sea lo más inmediato posible. De esta forma se evitan grandes traslaciones innecesarias, que inducirían al peatón a la no utilización de la misma, optando por el cruce directo.

Dado el perfil tipo de la vía, se optó por un diseño con dos luces para el cruce. Se ubicaron columnas en ambas banquetas exteriores, y en el cantero central. Se debió procurar una distancia mayor a los 3 metros, entre las columnas y los bordes de calzada. Otra cuestión a tener en cuenta fue la existencia de dársenas de detención del ómnibus, lo cual representa una restricción en cuanto al ancho a atravesar.

Cumpliendo las condiciones antes expresadas ya se pudo dar una primera ubicación y diseño a la pasarela. Pero aquí entro en juego el principal condicionante, que fue la existencia de una línea de alta tensión (66 KV), situada paralelamente a la ruta existente sobre el lado Este de la misma. Dada la altura que posee este cable, la única alternativa era colocar la rama ascendente entre dicha línea y el borde de calzada. También existía la alternativa de correr la Línea de Alta Tensión, pero se debía incurrir en un costo muy alto e innecesario, por lo que se descartó esta posibilidad de inmediato.

Entonces, para darle la ubicación definitiva se debía constatar que la estructura cumpla con las distancias mínimas necesarias. Para ello se recurrió a la norma "ET1003" de la EPEC, en donde se establecen estas distancias mínimas a cumplir.

3.17.8 Entre conductores de energía y edificios, estructuras no pertenecientes a la línea o accidentes del terreno accesibles a personas: (ver FIGURA 1)
La distancia (a) mínima en la condición a) del punto 3.12.1, será de 4 m. La distancia horizontal (b) mínima en la condición de máxima inclinación por efecto del viento será de 2,5 m para líneas de 66 kV y de 3 m para líneas de 132 kV.

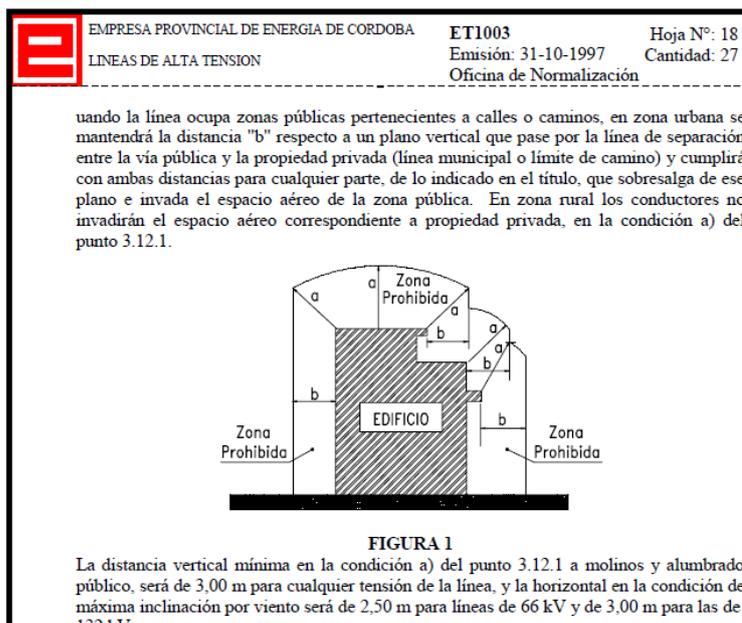


Figura 72: Norma 1003 - Distancias Mínimas

De esta manera se llega a lo siguiente:

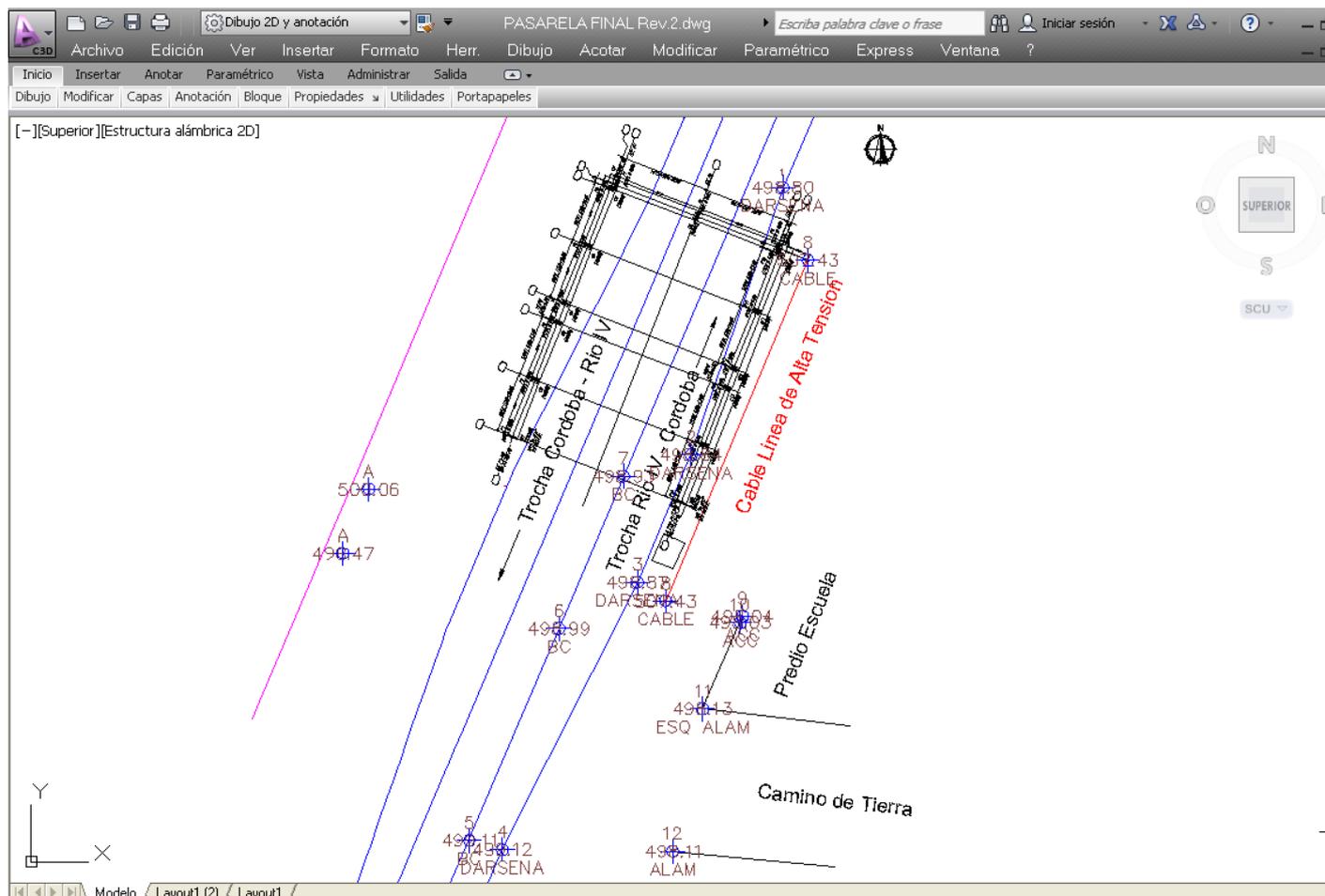


Figura 73: Planta General Pasarela

En la figura 73, puede verse que la pasarela no se encuentra paralela a la vía, sino que tiene cierta inclinación necesaria para lograr la distancia horizontal adecuada respecto a la línea de alta tensión en el sector más alto de la estructura. En la parte inferior se permite una distancia horizontal menor, ya que la distancia vertical es suficiente. Así quedo finalizado el diseño.

Cálculo Estructural

Para el cálculo estructural se sub-contrató a la empresa Pretensa S.A., a quienes se les suministro un estudio de suelo realizado en el lugar, y los planos en vista y planta efectuados durante el Diseño. A partir de estos datos, Pretensa S.A. realizo el cálculo y diseño de los siguientes elementos:

- Elementos estructurales pre-moldeados: Columnas, Vigas.

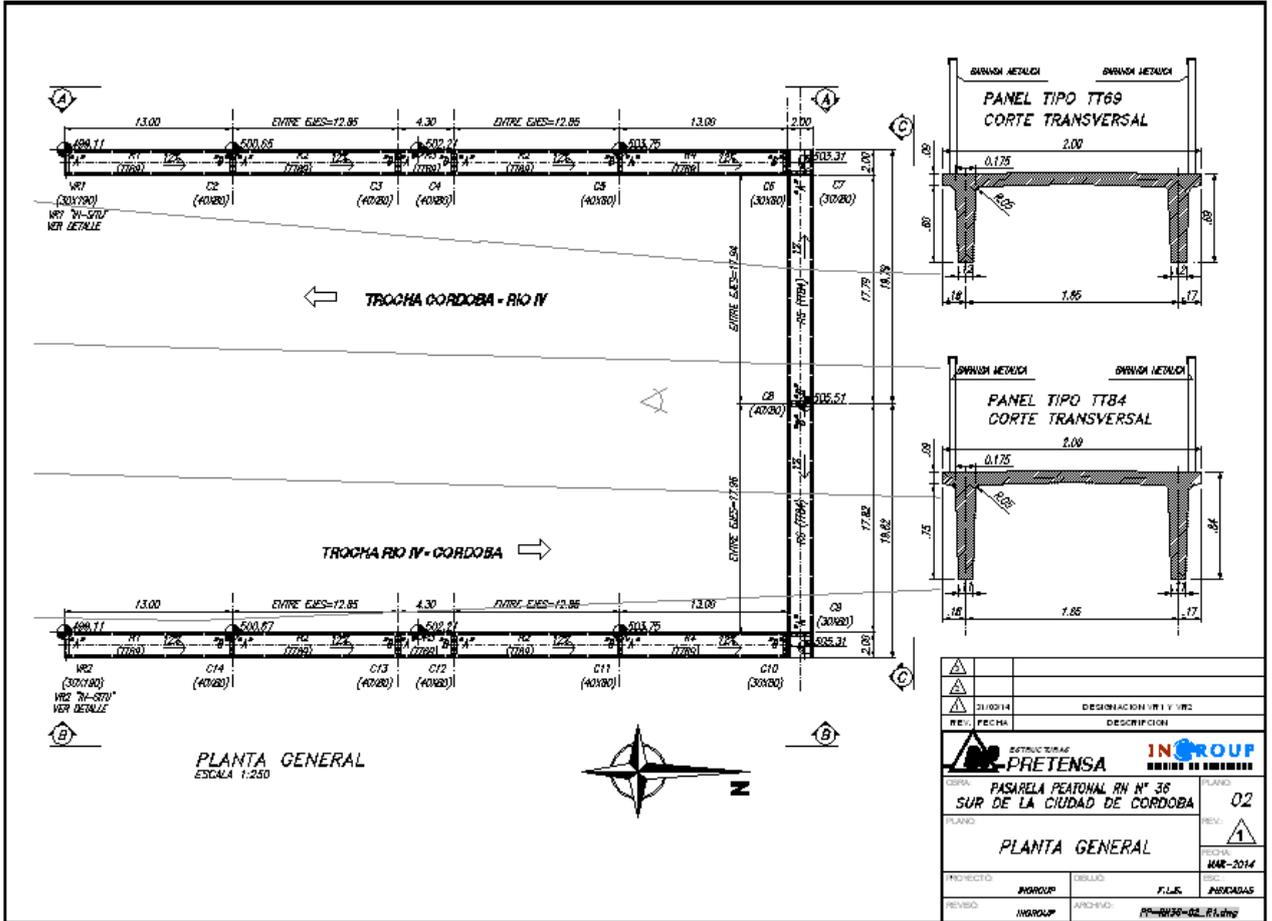


Figura 74: Planta General Pasarela

• **Fundaciones: Pilotes y Bases.**

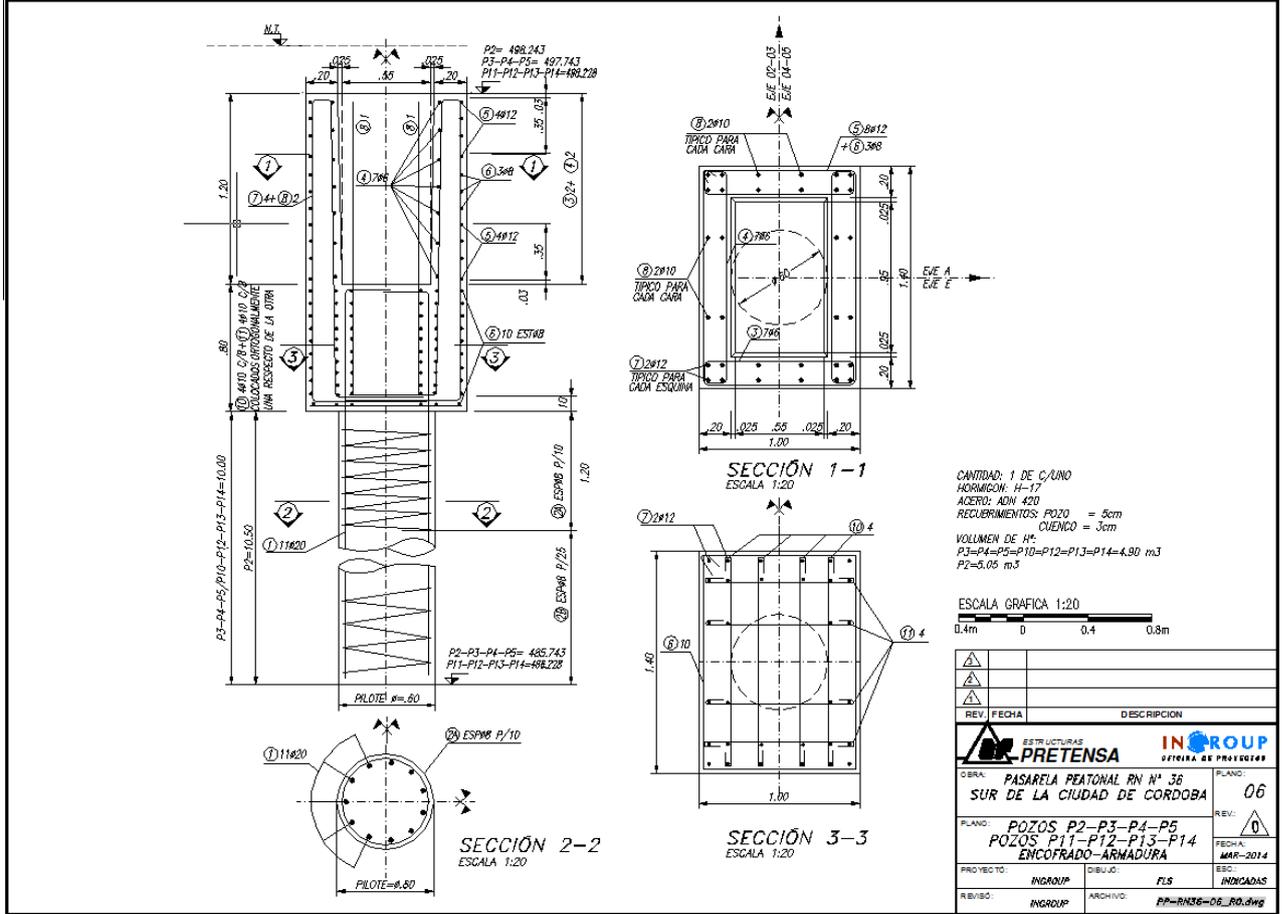


Figura 75: Plano de Pilotes y Bases

• **Accesorios Metálicos: Barandas metálicas, cerco anti-vandálico.**

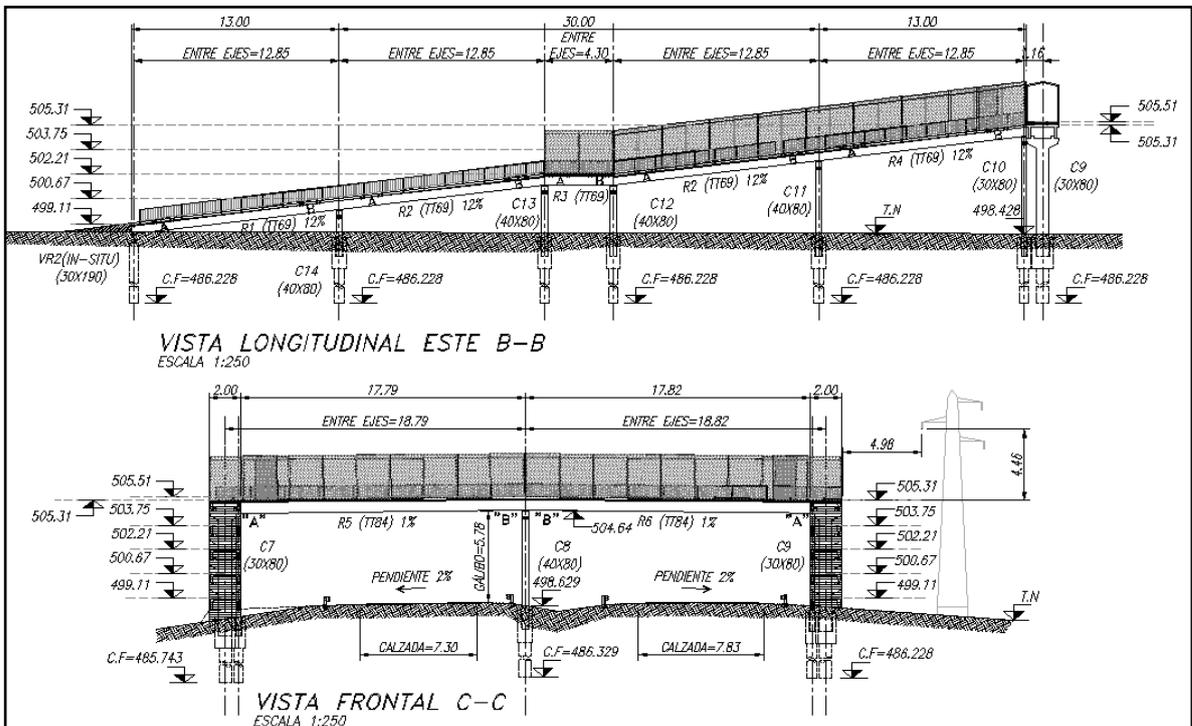


Figura 76: Vistas - Barandas y Cercos Metálicos

Replanteo

El replanteo consiste en llevar la estructura de los planos al lugar donde se va a emplazar. Es decir es la forma de ubicar la obra en su sitio.

Para ello se utilizo el plano de replanteo de la estructura, se lo georeferencia en coordenadas Gauss Kruger. A partir de esto se efectúa una planilla con las coordenadas planimétricas Norte y Este de cada uno de los centros de los pilotes (Figura 77).

Con estos datos, se acude al sitio, con el topógrafo y su ayudante, y se meterializan con estacas de madera y pintura para su fácil visualización los centros geométricos de los pilotes.

AFEMA SA
RUTA NACIONAL 36 - DUPLICACIÓN DE CALZADAS
PASARELA EN ESCUELA
PLANILLA DE REPLANTEO

N° Punto	Ordenada	Abscisa	Elevación de punto	Capa de punto	Descripción
1	6.509.102,900	4.381.572,038	498,590	Nivel terreno	Inicio
2	6.509.115,007	4.381.576,772	498,340	Nivel terreno	2-Oeste
3	6.509.126,975	4.381.581,452	498,130	Nivel terreno	3-Oeste
4	6.509.130,979	4.381.583,018	498,060	Nivel terreno	4-Oeste
5	6.509.142,947	4.381.587,698	497,890	Nivel terreno	5-Oeste
6	6.509.154,914	4.381.592,377	498,850	Nivel terreno	6-Oeste
7	6.509.155,567	4.381.593,867	497,940	Nivel terreno	7-Oeste
8	6.509.149,147	4.381.610,283	498,630	Nivel terreno	8- Medio
9	6.509.142,710	4.381.626,743	498,630	Nivel terreno	9- Este
10	6.509.141,221	4.381.627,396	498,550	Nivel terreno	10- Este
11	6.509.129,253	4.381.622,716	498,600	Nivel terreno	11-Este
12	6.509.117,286	4.381.618,036	498,620	Nivel terreno	12-Este
13	6.509.113,281	4.381.616,470	498,630	Nivel terreno	13-Este
14	6.509.101,313	4.381.611,790	498,650	Nivel terreno	14-Este
15	6.509.089,206	4.381.607,056	498,700	Nivel terreno	Fin

Figura 77: Planilla de Replanteo de Pilotes

De esta manera ya se está en condiciones de dar inicio a la etapa constructiva propiamente dicha.

Construcción de Sistema de Apoyo

La fundación consta básicamente de pilotes de 12 metros de profundidad, un diámetro de 60 cm para rampas y 80cm para los cruces. Además estos pilotes tienen un cabezal o base, en forma de “copa”, formando una cavidad troncocónica, destinada a recibir las columnas pre-moldeadas. Ambos son de hormigón armado.



Figura 78: Banco de Armado de Hierros

Lo primero a realizar fue el armado de las armaduras de los pilotes (Figura 78). Para esto en primer lugar, con la planilla de doblado, se realizó un pedido de compra del material necesario para el armado, teniendo en cuenta las pérdidas. Una vez hecho el cómputo del material necesario se emite una Orden de Compra que se envía al proveedor de hierro. Luego se comienza a doblar y atar los hierros, para lo cual se fabrican bancos de armado, que facilitan estas tareas. Aquí se hizo un seguimiento exhaustivo de las tareas efectuadas a diario, para evitar errores y garantizar la correcta ejecución de las armaduras, procurando minimizar los desperdicios de hierro. Un error aquí cometido fue ubicar estos bancos de armado en el obrador, a 12 kilómetros del sitio donde se emplazó la obra. Esto hizo que fuera necesario transportarlos con un carretón, incurriendo así en un manipuleo y complicaciones innecesarias, que deforman la estructura.

El paso siguiente es la construcción propiamente dicha de los pilotes. Para ello se requiere de equipos de perforación, caños buzo y embudos para el colado del hormigón, y mano de obra especializada en el manejo de estos equipos. Frente a esto se decidió sub-contratar a una empresa, que se especializa en estos trabajos. La misma utilizó dos piloteras, una para la materialización de los pilotes de 80 cm de diámetro, y la otra para aquellos de 60cm de diámetro. Además proveyó del caño buzo de hierro, conformado por piezas empalmadas de 1,5m de longitud, y de un embudo, que se coloca en la parte superior. Los equipos de perforación utilizan un sinfín metálico para la excavación, y además poseen un juego de cables y poleas con un guinche, que permite el manipuleo y colocación de la estructura de hierro armado, y de las mangas para el colado del hormigón.



Figura 79: Equipamiento para Ejecución de Pilotes

En la colocación de la armadura se debió procurar que la misma se situó adecuadamente, esto es, con la separación y a la cota especificada en los planos. Para garantizar la separación se colocaron separadores plásticos, atados con alambre de manera de evitar que se salgan durante el descenso de la armadura. Véase figura 79. Para lograr la cota adecuada se dejó la armadura suspendida, sujetándola a unos travesaños que atraviesan el pozo a nivel de la superficie del terreno. Durante la colocación, y posteriormente a la misma, mediante una nivelación, se determina y verifica la cota. Es por esto que se requiere de un equipo de topografía al pie de la obra, al que el ingeniero a cargo debe otorgarle los datos necesarios para realizar la nivelación (Figura 79).



Figura 80: Nivelación de Armaduras

Una vez que se encuentra la armadura ya en su posición, se prosigue al colado del hormigón. Cabe destacar que para este tipo de estructuras de fundación se utiliza un hormigón con elevado asentamiento. Esto es así debido a que como se trabaja a elevadas profundidades se hace dificultoso el vibrado del mismo, entonces para garantizar que la masa de hormigón ocupe todos los espacios por acción de la gravedad, es necesario que sea muy trabajable. Una forma de determinar si es trabajable o no es mediante el asentamiento. Así se evita que durante el colado se formen “nidos de abeja”, que son, espacios vacíos o contaminados con suelo del mismo poso, dentro de la masa de hormigón. Otra cuestión a tener en cuenta durante el colado es la segregación de la mezcla. Es por este motivo que el hormigonado se realiza en sentido ascendente, utilizando el embudo y las mangas metálicas nombradas anteriormente. El nivel o cota a hasta la que se debe hormigonar se determina estimativamente con un cinta métrica. Es decir, se establece cuanto por debajo de la cota superior de la armadura debe acabar la primera etapa de hormigonado. En general se trata de que sea uno o dos centímetros mayor a la cota teórica, ya que la superficie siempre se encuentra contaminada y es necesario removerla antes de continuar con la segunda etapa de hormigonado



Figura 81: Llenado de Pilote

La segunda etapa consiste ya en la construcción de la base del cabezal. Para ello se replantean topográficamente los ejes de esta base y a partir de allí se excava un pozo a mano, que hace de encofrado. Se cortan, doblan y colocan los hierros correspondientes mediante un correcto armado, con ataduras de alambre. De esta forma se procede a la segunda etapa de hormigonado. En este caso ya se trabaja a pocos metros de profundidad, por lo que el hormigón posee un asentamiento de entre 4 y 8, se lo vibra durante el colado, verificando que el mismo cubra todos los espacios.

Por último hay una tercera etapa de hormigonado. Aquí se ejecutan los muros que rodean y hacen de receptores de las columnas. Dada la sección troncocónica de la cavidad en donde debe quedar inserta la columna, se utilizan moldes metálicos con esta forma, delimitando así la superficie interior. Exteriormente, es la tierra la que hace de encofrado. Para este caso, el hormigón debe ser de un bajo asentamiento, ya que es necesario sacar el molde lo más rápido posible, antes de que quede adherido a la masa de hormigón. Por este motivo se debe procurar una mezcla de baja trabajabilidad, y se hace imprescindible un buen vibrado durante el colado.

Montaje de la Estructura Pretensada

Esta etapa consiste en la colocación de las columnas y vigas pre-moldeadas en fábrica. Las vigas tienen la particularidad de ser pretensadas. Para facilitar el manipuleo, durante su construcción en fábrica se le colocan unos agarres correctamente dimensionados para el caso.

Una vez curado el hormigón ya se puede transportar las estructuras a obra. Para ello se debe utilizar un transporte especial, denominado vulgarmente como carretón. Previo a esto ya se debe disponer en obra del personal y el equipo necesario para el montaje.

Para el montaje se utiliza una grúa, equipada de poleas y un gancho. En este gancho se sujetan las eslingas, cuyo extremo inferior sujeta los amarres antes mencionados. Vease Figura 82. Además debe haber como mínimo dos operarios que desde la superficie, y mediante sogas, hagan un manipuleo más fino de los elementos.



Figura 82: Manipuleo de Estructuras Pretensadas

Lo primero a colocar son las columnas. Para ellos se debe verificar que las mismas queden bien ubicadas planimétricas, es decir, en el centro de la base. Para esto se utilizan los ejes ya replanteados durante la construcción de la base, y se marca sobre esta última, el eje y los bordes donde teóricamente debería estar situada la columna, para luego intentar aproximarse a ellos con la mayor precisión posible. Ya situada la columna se debe verificar la verticalidad de las mismas. Para esto se utiliza una plomada, y

mediante cuñas de madera en la parte inferior se le va dando la correcta verticalidad. Esto se realiza en dos caras perpendiculares. Véase Figura 83.

Ya verticalizada la columna, se coloca hormigón fino en el espacio remanente entre las paredes de la base y la columna.



Figura 83: Montaje de Columnas

Hecho esto se está en condiciones de montar las vigas de cruce y rampas. Estas apoyan simplemente sobre las columnas, a través de un elemento especial, constituido de, entre otros materiales, neopreno. Eso hace que el contacto tenga cierto amortiguamiento y una buena distribución de las cargas, de manera tal de evitar la rotura frágil en un sitio puntual. El manipuleo de las mismas se realiza de manera similar al de las columnas, necesitando en algunos casos de mayor precaución debido a la magnitud de las mismas y a que se trabaja a mayor altura. Véase Figura 84



Figura 84: Montaje de vigas

Colocación de Piezas Metálicas

Ya colocada la estructura se debe dotar a la misma de los elementos de seguridad necesarios para que su uso sea seguro y confortable. Para esto se disponen barandas metálicas y cercos antivandálicos. Las primeras hacen de apoyo para que las transita y le a al peaton una sensación de seguridad. Los cercos tienen como objetivo evitar atos de vandalismo, como ser, arrojar piedras o algún proyectil al tránsito pasante por debajo. Pero en el caso particular que tratamos, se coloco también este cerco en una de las ramas ascendentes, más precisamente sobre la rama situada del lado de la escuela, en las cercanías de la línea eléctrica. El motivo de este elemento de protección es evitar cualquier tipo de contacto, voluntario o involuntario, entre el peatón y el conductor. Se debe tener en cuenta que esta estructura está prevista para el uso de niños, quienes desconocen los riesgos y podrían intentar alcanzar el conductor.

Estos accesorios metálicos se adhieren a la estructura mediante soldaduras a unos suplementos metálicos que ya son colocados en fábrica. Las piezas metálicas entre si son unidas algunas mediante soldaduras, y otras mediante bulones.

5 CONCLUSIONES

A lo largo de este informe se resumieron los conocimientos técnicos básicos necesarios para poder llevar a cabo una obra vial: conocer como se ejecutan los trabajos, con que instrumental, equipamiento y mano de obra especializada se debe contar; que aspectos se deben cuidar y controlar para garantizar la calidad de la obra; y como se cobran los trabajos ejecutados, para con esto tener las herramientas que permitan la ejecución y el avance de la obra de una manera óptima, rápida y técnico-económicamente apropiada.

Sin embargo, para poder realizar lo antes dicho, no es suficiente con tener los conocimientos técnicos apropiados. Hay una cuestión con una gran influencia, que no es fácil de plasmar por escrito ni en palabras, que es la experiencia. Esto juega un papel fundamental a la hora de decidir qué recursos utilizar, como hacerlo y en qué momento. Ayuda a poder prever con mayor certeza los tiempos de trabajo. Esta experiencia surge de estar, observar y entender cómo se trabaja en una obra, comprender como son las relaciones entre las personas que participan de la misma, de cometer errores y, sobre todo, de relacionarse directamente con gente dentro del ámbito laboral. Este último aspecto es uno de los desafíos más complejos que tiene un ingeniero a la hora de afrontar una obra. Esta práctica es una gran experiencia.

Otro aspecto importante a destacar, es la gran aptitud de temas y disciplinas en los que se tuvo una participación activa, muchos de los cuales no están mencionados en el informe. Como ser: la ejecución de pilotes; actualmente la ejecución de un nudo vial a nivel que involucra la construcción de dos puentes de hormigón armado; elaboración de proyectos viales y de obras de arte; dirección de pequeñas obras; trabajos de gabinetes, cómputos, previsión y provisión de todo tipo de materiales y herramientas de trabajo, análisis de precios, topografía, etc.

En síntesis, esta práctica es una capacitación para poder en el futuro dirigir una obra o ser Jefe de Obra.

Por lo antes dicho, y en cuanto a lo académico, se puede decir que el desarrollo de esta práctica cumplió con su principal objetivo, que es la inserción del alumno en el ámbito laboral, desempeñando tareas directamente relacionadas con la profesión. En este caso, la inserción fue completa y directa, y la elaboración del informe fue de gran utilidad para poder resumir y plasmar aquellos nuevos conocimientos adquiridos en el ejercicio de la profesión, relacionándolos o correspondiéndolos con aquellos adquiridos en la etapa de estudiante.

Finalmente, a título personal, me gustaría concluir que la magnitud de lo aprendido en esta experiencia laboral es inconmensurable. Desde cuestiones puramente técnicas y relacionadas directamente a la ingeniería, hasta cuestiones de carácter personal o sentimental. Para mi resultó ser un antes y un después, y creo que un gran crecimiento tanto en lo profesional como en lo personal.