

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA  
(UNAN-MANAGUA)**

**RECINTO UNIVERSITARIO “RUBEN DARIO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA**

**DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION**

**(SINACAM)**



**SEMINARIO DE GRADUACION  
PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO CIVIL**

***PROPUESTA DE DISEÑO DE 520 METROS LINEALES DE ADOQUINADO EN  
SECTOR DE ZONA FRANCA SIGLO XXI, MUNICIPIO DE MASAYA PARA UN  
PERIODO DE SERVICIABILIDAD DE 20 AÑOS (2018-2038)***

Autores:

- **Br. Reynaldo Javier Chavarría Martínez**
- **Br. Julio Antonio Ramos García**
- **Br. Augusto Cesar Torrez Delgadillo**

Tutor: ***Ing. Ernesto Cuadra***

Managua, 06 de noviembre de 2018



## Contenido

1	INTRODUCCION .....	8
2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	10
3	ANTECEDENTES .....	11
4	JUSTIFICACION.....	13
5	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION .....	14
5.1	OBJETIVO GENERAL.....	14
5.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	14
6	MARCO TEORICO.....	15
6.1	GENERALIDADES SOBRE PAVIMENTOS DE ADOQUINES .....	15
6.2	TIPOS DE PAVIMENTOS .....	15
6.3	RESEÑA HISTÓRICA DE LOS PAVIMENTOS .....	15
6.4	PRIMEROS ADOQUINADOS .....	16
6.5	APLICACIONES DE LOS PAVIMENTOS.....	17
6.6	VENTAJAS DE LOS PAVIMENTOS DE ADOQUINES.....	18
6.6.1	Ventajas debido al proceso de construcción .....	18
6.6.2	Ventajas debido al manejo del pavimento.....	19
6.6.3	Ventajas debido a su apariencia.....	19
6.6.4	Ventajas relativas a la seguridad.....	20
6.6.5	Ventajas relativas a la durabilidad .....	20
6.6.6	Ventajas relativas al costo de construcción .....	20
6.7	LIMITANTES QUE PRESENTAN LOS PAVIMENTOS DE ADOQUINES.....	21
6.7.1	comportamiento estructural.....	21
7	ESTUDIO DE TRANSITO.....	22
7.1	VOLUMEN DE TRANSITO .....	22
7.2	TIPOS DE TRANSITO.....	22
7.3	TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL .....	22
7.4	TIPOS DE VOLÚMENES DE TRANSITO.....	22
7.5	VARIACIÓN DE LOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO.....	22
7.6	VOLÚMENES DE TRANSITO FUTURO.....	23
7.7	ESTUDIO DE DISEÑO GEOMÉTRICO .....	23
7.8	NORMAS GENERALES PARA ALINEAMIENTO HORIZONTAL.....	23



7.9	NORMAS GENERALES PARA EL ALINEAMIENTO VERTICAL .....	24
7.10	VARIABLES DE DISEÑO RESPECTO AL TIEMPO (PERIODO DE DISEÑO) .....	25
7.10.1	Periodo de Diseño .....	25
7.10.2	Calculo de los ESAL's. ....	26
7.10.3	Factor Equivalente de Carga .....	26
7.10.4	Factor de Camión .....	26
7.10.5	Factor de Distribución por Dirección .....	27
7.10.6	Factor de Distribución por Carril .....	27
7.10.7	Clasificación vehicular .....	27
7.10.8	Ejes equivalentes.....	28
7.10.9	Función del diseño estructural.....	36
7.10.10	Diseño de estructura de espacio público .....	36
7.10.11	Características de las superficies de adoquín .....	36
7.10.12	Componentes .....	36
7.10.13	Sub rasante.....	37
7.10.14	Sub-base .....	37
7.10.15	Base .....	38
7.10.16	Superficie de rodadura (adoquín) .....	39
8	ESTUDIO DE TRANSITO PARA PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CALLE .....	40
8.1	PARÁMETROS PARA DETERMINAR EL TRÁNSITO DEL CARRIL DE DISEÑO.....	41
8.1.1	Periodo de Diseño (n).....	41
8.1.2	El tránsito de Diseño (TD).....	41
8.1.3	Factor de crecimiento (FCR).....	41
8.1.4	Factor de Distribución por Dirección (FD).....	42
8.1.5	Factor de Distribución por Carril (FC).....	42
8.1.6	Tasa de Crecimiento (TC) .....	42
8.1.7	Tasa de Crecimiento Poblacional .....	42
8.1.8	Cálculo de Tránsito de Diseño .....	42
8.1.9	Calculo del ESAL'S de diseño .....	43
8.1.10	Factores de carga equivalentes de pavimentos flexibles para ejes simples .....	43
8.1.11	Estructura y Carga de Vehículo por tipo de Eje.....	44
8.1.12	Cálculo del Esal's por carril de Diseño.....	45



---

9	PROCESO CONSTRUCTIVO DE PAVIMENTOS CON ADOQUINES .....	45
9.1	COLOCACIÓN DE LOS ADOQUINES.....	46
9.2	COMPACTACIÓN INICIAL.....	46
9.3	SELLADO DE LAS JUNTAS.....	47
9.4	COMPACTACIÓN FINAL .....	48
9.5	LIMPIEZA .....	48
9.6	MANTENIMIENTO .....	48
9.7	TIPOS DE VEHÍCULOS.....	49
10	LA TOPOGRAFIA EN EL PROCESO DE DISEÑO DE LA CALLE.....	50
10.1	METODOLOGÍA USADA EN LOS ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS .....	52
10.1.1	Trazado en planta.....	55
10.1.2	El método del compa .....	55
10.1.3	Trazado en perfil .....	56
10.1.4	Definición de la sub-rasante.....	56
10.1.5	Estudios de la rasante .....	58
10.1.6	Coordinación entre la alineación en planta y en perfil de la rasante .....	59
10.1.7	Levantamiento de un perfil longitudinal y secciones transversales .....	61
10.1.8	Secciones transversales y perfil longitudinal .....	61
10.1.9	Determinación de perfil longitudinal y secciones transversales.....	62
10.2	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....	63
10.2.1	Levantamiento Planimétrico (Planimetría) .....	63
10.2.2	Direcciones de las líneas y ángulos horizontales .....	64
11	ESTUDIO HIDROLÓGICO .....	65
11.1	MÉTODO RACIONAL .....	65
11.2	CRITERIOS DE DISEÑOS HIDRÁULICOS.....	65
12	PREGUNTAS DIRECTRICES EN LA INVESTIGACION E HIPOTESIS.....	66
12.1	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	66
12.2	HIPÓTESIS.....	67
13	DISEÑO METODOLOGICO DE INVESTIGACION .....	68
13.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN Y ALCANCES.....	68
13.2	MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....	69
13.2.1	Tabla de variables.....	69

---



14	ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL CON EL EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO .....	71
14.1	ANÁLISIS DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SITIO SIN CONSIDERAR EL PROYECTO .....	71
14.2	IMPACTOS AMBIENTALES QUE GENERA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.....	72
14.3	PROGRAMA DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	74
15	COSTO DEL PROYECTO .....	76
15.1	ALCANCES GENERALES DE OBRAS.....	76
15.2	PROGRAMACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO .....	78
15.3	PROGRAMACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO.....	80
15.4	ESQUEMA FÍSICO PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	82
15.5	RELACION COSTO BENEFICIO SEGÚN TIPO DE PAVIMENTO .....	84
16	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	85
16.1	CONCLUSIONES .....	85
16.2	RECOMENDACIONES .....	85
17	BIBLIOGRAFIA .....	86
18	ANEXOS .....	87
18.1	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO (LIBRETA DE CAMPO) .....	87
18.2	ESTUDIO DE SUELO PARA DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LA CALLE PROPUESTA CON PAVIMENTO DE ADOQUÍN .....	93
18.3	NTON 12 009 -10 JULIO 2010 1/13 NORMA TÉCNICA OBLIGATORIA NICARAGÜENSE. ADOQUINES DE CONCRETO .....	105
18.4	NIC. 2000 / SECCIÓN 502.- PAVIMENTO DE ADOQUINES DE CONCRETO.....	119
18.5	ANÁLISIS HIDROLÓGICO (MEMORIA DE CALCULO) .....	124
18.6	MEMORIAS DE CÁLCULO DE LA PROPUESTA DE DISEÑO DE ADOQUINADO Y CANAL PLUVIAL .....	146
18.6.1	Memorias de cálculo de la propuesta de Diseño de Adoquinado .....	146
18.7	MEMORIAS DE CÁLCULO DE LA PROPUESTA DE DISEÑO DE CANAL .....	161
18.8	PLANOS DEL PROYECTO .....	183



## AGRADECIMIENTOS

### *Los graduandos*

- *Br. Reynaldo Javier Chavarria Martínez*
- *Br. Julio Antonio Ramos García*
- *Br. Augusto Cesar Torrez Delgadillo*

*Por lograr alcanzar esta meta propuesta de gran relevancia para todos nosotros, Agradecemos infinitamente a:*

### *¡DIOS!*

*Por darnos su amor infinito, la oportunidad de adquirir el conocimiento que es la fuente de toda sabiduría, a través de nuestros docentes y con el estudio realizado de esta carrera, por su protección y amparo en cada día, donde hemos dedicado el esfuerzo y esmero para cumplir y culminar una de las metas y proyectos propuestos a lo largo de nuestras vidas.*

### *Nuestras familias:*

*Por la transmisión y enseñanzas de buenos valores, por el apoyo constante e incondicional en nuestra formación profesional.*

### *Nuestros docentes:*

*Por los conocimientos transmitidos, por su disposición y constante apoyo para nuestra formación profesional, como es el estudio de la carrera de **Ingeniería Civil**, por su asesoramiento y dirección en el desarrollo de este trabajo de investigación, así mismo por sus buenos consejos y la amistad brindada.*

### *Nuestros amigos:*

*Por todo el apoyo fraternal y motivos de inspiración durante todo este período de estudios universitarios.*



## DEDICATORIA

*Con mucho amor dedicamos este gran logro a:*

*¡Díos! ¡Creador del mundo!*

*A nuestros padres, quienes nos han brindado apoyo incondicional en todos nuestros propósitos*

*y a Nuestros hijos, Por ser el motor inspirador de nuestras vidas.*

*Con mención muy especial dedicamos nuestro trabajo a un amigo y ex compañero de clases, Néstor Hernández Arauz, “El Chele”, que por consecuencias del destino: lamentablemente no logro alcanzar esta meta muy importante para todos nosotros.*



## 1 INTRODUCCION

La ciudad de Masaya localizada a 29 kilómetros de la capital Managua, por sus características físicas geográficas presenta una topográfica irregular identificándose sitios vulnerables que son objeto de inundaciones, por tanto, la municipalidad ha planificado en el plan de operación anual realizar proyectos que resuelvan de forma inmediata y económica esta problemática.

Por otra parte, el gobierno de Nicaragua a través del ministerio de transporte e infraestructura (MTI) y las Alcaldías municipales ha implementado en los últimos ocho años el programa “calles para el pueblo” proyectos viales en todo el territorio nacional que pretenden dar respuesta a la estropeada red vial de nuestras ciudades y así de esa forma mejorar las condiciones de vida socioeconómicas de la población.

En nuestro país, el transporte terrestre es el más utilizado por la población, y debido al aumento de la movilización de vehículos con motores por las vías, obliga a la modernización de la infraestructura vial, permitiendo un tránsito más seguro y eficiente.

El incremento de la red vial está vinculado directamente con la economía de nuestras ciudades, pues su papel es primordial en las actividades que se realizan a diario en los diferentes sectores que aportan a la economía nacional.

Actualmente la construcción de nuevas vías de comunicación, rehabilitación de calles y mejoras de calles y calles ya existentes debe ser una necesidad para los gobiernos, ya que constituyen un componente fundamental para el bienestar y desarrollo de la sociedad, además su diseño debe adoptar las condiciones necesarias para obtener una obra de calidad; cumpliéndose en el todos los principios y normas correspondientes al diseño de calles.



El presente trabajo denominado PROPUESTA DE DISEÑO DE 520 METROS LINEALES DE ADOQUINADO EN SECTOR DE ZONA FRANCA SIGLO XXI, MUNICIPIO DE MASAYA PARA UN PERIODO DE SERVICIABILIDAD DE 20 AÑOS (2018-2038), muestra en su contenido los estudios, métodos y normas aplicables para elaborar el diseño geométrico de la vía, diseño hidráulico y de la estructura de pavimento, tomando en cuenta las especificaciones correspondientes al diseño de calles en Nicaragua.



## 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la ciudad de Masaya, en los últimos años se detectó la necesidad de tener una ciudad con mejores condiciones en el campo de las vías de circulación de la ciudad y de reducir la problemática de inundación que ha hecho vulnerable a varios sectores de la ciudad.

Se tiene pleno conocimiento por parte de la municipalidad de Masaya del alto grado de contaminación por vectores debido a que en muchos lugares sus calles son de tierra y no tienen una adecuada circulación de las aguas pluviales.

Se han suscitado grandes inundaciones a tal grado que la Alcaldía Municipal de Masaya, a través de los hermanamientos con países como Holanda, China Taiwán, España (Las Rosas de Madrid, Mataró), entre otros ha requerido de estudios técnicos sobre el tema de las inundaciones por precipitaciones pluviales, *Royal Haskoning (2005)*.

El sector conocido como zona franca siglo XXI, como tema de estudio de este trabajo es uno de los muchos sectores vulnerables que requiere la intervención inmediata para mitigar su problemática de convertirse en un sector intransitable tanto para peatones como para la circulación vehicular en la época de invierno, siendo también la población del sector víctimas de enfermedades debido a las aguas estancadas. En época de verano también existe la problemática de las grandes tolveneras que perjudica grandemente a los niños y niñas y en general a todos los habitantes de este barrio.



### **3 ANTECEDENTES**

El hombre desde la antigüedad ha venido modernizando las vías de comunicación. En la actualidad poseemos tres principales medios o vías de comunicación: las vías terrestres, las vías aéreas y las marítimas.

En nuestro país sin lugar a dudas las vías terrestres son las que se encargan de facilitar la comunicación, el comercio, la movilización, etc. Este hecho evidencia claramente la importancia estratégica que tiene el sistema de vías terrestres en la economía y sociedad nicaragüense.

La ciudad de Masaya por sus características físicas geográficas presenta una topografía irregular identificándose sitios vulnerables que son objeto de inundaciones, por tanto, la municipalidad ha planificado en el plan de Inversión Anual Municipal (PIAM) realizar proyectos que resuelvan de forma inmediata y económica estas problemáticas.

En el año 2011, se construyó un proyecto de adoquinado y canaleta en el sector de Dis-sur Masaya, lugar que presentaba aguas estancadas casi durante los 12 meses del año, el cual era casi inaccesible tanto para peatones como para vehículos, las características eran muy similares al del tema en estudio.

De igual manera en el sector del Rpto. El Repliegue y Rpto. Rigoberto López Pérez de Masaya se realizó en 2012 proyectos de mitigación, ya que estas zonas presentaban problemáticas similares. Por tanto, se incluyó en el Plan de Inversión Anual Municipal del año 2012.

El tramo correspondiente a este proyecto PROPUESTA DE DISEÑO DE 520 METROS LINEALES DE ADOQUINADO EN SECTOR DE ZONA FRANCA SIGLO XXI, MUNICIPIO DE MASAYA PARA UN PERIODO DE SERVICIABILIDAD DE 20 AÑOS (2018-2038), servirá de acceso para estudiantes y personas trabajadoras que circulan en la zona quienes en tiempos de invierno les es inaccesible ya que agentes externos lo deterioran a tal punto que no permite poder acceder por esa vía, debido a la saturación y degradación de los suelos.



En 2013 fue realizado un levantamiento topográfico de la zona por parte de la Alcaldía Municipal de Masaya, pero fue hasta este año que se incluyó en el Plan de Inversión Anual Municipal (PIAM) atendiendo a quejas expresadas por la población del lugar solicitando respuesta para solucionar o minimizar dicha problemática.

En respuesta de esta situación se hará la propuesta del diseño geométrico de la vía objeto de este trabajo la cual será realizada y presentada por el equipo técnico autores de este documento.



## 4 JUSTIFICACION

El análisis de la situación que se vive en el sector donde se propone el proyecto PROPUESTA DE DISEÑO DE 520 METROS LINEALES DE ADOQUINADO EN SECTOR DE ZONA FRANCA SIGLO XXI, MUNICIPIO DE MASAYA PARA UN PERIODO DE SERVICIABILIDAD DE 20 AÑOS (2018-2038). ha llevado a que la municipalidad de Masaya intervenga de forma racional y humanitaria para dar respuesta a diversas solicitudes de la población de dicho barrio.

La elaboración de este trabajo contempla como objetivo principal, realizar una propuesta de diseño integral de un proyecto de adoquinado destacando la importancia que tienen las vías de comunicación en especial las vías urbanas.

La Alcaldía Municipal de Masaya ha considerado realizar este proyecto de adoquinado y construcción de canaleta de drenaje pluvial para resolver la problemática de inaccesibilidad de insalubridad que vive la población de ese sector de la ciudad de Masaya.

Cabe destacar que la calle de estudio surge a partir de la necesidad de mejorar las condiciones de circulación peatonal y vehicular, asimismo eliminar las aguas servidas existentes sobre las vías de tierra, de igual modo disminuir el riesgo de enfermedades en la población, y conducir adecuadamente las aguas pluviales en las vías, y el aspecto más importante; el de mejorar el nivel de vida de sus habitantes.

Con la implementación del proyecto se pretende restituir el derecho a los pobladores de este sector a tener una mejor imagen urbana, digna donde se refleje el desarrollo de la zona.



---

## 5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

### 5.1 OBJETIVO GENERAL

- **Diseñar una propuesta de 520 metros lineales de adoquinado en sector de zona franca siglo XXI de la ciudad de Masaya**

### 5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ❖ Realizar el levantamiento topográfico de la calle en estudio
- ❖ Realizar estudio de suelo de este sector
- ❖ Diseñar la estructura de la capa de pavimento
- ❖ Realizar el análisis hidrológico correspondiente a la zona en estudio
- ❖ Elaborar el diseño geométrico de la calle Zona Franca Siglo XXI y diseño de canaleta de drenaje pluvial
- ❖ Realizar un análisis de impacto ambiental con el emplazamiento del proyecto
- ❖ Realizar estimación de los costos de construcción del proyecto



---

## **6 MARCO TEORICO**

### **6.1 GENERALIDADES SOBRE PAVIMENTOS DE ADOQUINES**

Un pavimento es una estructura compuesta por varias capas de diferentes materiales (generalmente terracería, sub-base, base y capa de rodadura), que se construyen sobre terreno natural aumentando el soporte, para que personas, animales y principalmente vehículos, circulen sobre ellos, en cualquier época del año, de manera segura, cómoda y económica.

Los materiales se escogen según su costo y disponibilidad y mientras más superficiales sean ubicados en el pavimento, su resistencia debe ser mayor, así la capa superior es la que está en contacto directo con el tránsito y debe poseer las mejores características de las capas que conforman la estructura.

### **6.2 TIPOS DE PAVIMENTOS**

Los pavimentos se nombran de acuerdo a su comportamiento como rígido, semirrígido y flexible, o según el material utilizado en su capa de rodadura.

### **6.3 RESEÑA HISTÓRICA DE LOS PAVIMENTOS**

La aparición de los pavimentos se debió a la necesidad del hombre de tener vías de transporte durables, que permitieran el desplazamiento rápido y seguro, sobre todo en aquellas épocas del año en que los fenómenos naturales imposibilitaban el tránsito.



Durante los años pasados el MTI ha tratado de establecer un parámetro de resistencia la compresión de adoquines, mediante resoluciones ministeriales, entre ellas se tienen las siguientes:

<b>Resolución Ministerial</b>	<b>tipo</b>	<b>Resistencia(PSI) Lbs/pulg<sup>2</sup></b>	<b>Resistencia Kgs/Cms<sup>2</sup></b>
<b>No. 01-2001 (18 de enero de 2001)</b>	Tipo 1 Tráfico pesado	7,000	490
	Tipo 2 Tráfico liviano	5,000	350
<b>No. 30-2001 (20 de abril de 2001)</b>	Tipo 3 Tráfico bajo	3,000	210
<b>No. 14-2001 (12 de agosto de 2001)</b>	Tipo 1 tráfico pesado	7,114	497.98
	Tipo 2 Tráfico liviano	4,980	348.60

Fuente: Tesina año 2,003.

#### **6.4 PRIMEROS ADOQUINADOS**

La historia de los pavimentos de adoquín se da con la aparición de los primeros pavimentos construidos, con superficie limpia y duradera, en el año 3000 AC. Con la construcción en Creta de pisos de piedra seccionadas con juntas selladas con algún tipo de aglomerante natural o tierra esto se conoce con el nombre de empedrado y podría considerarse el "ancestro" más antiguo de los pavimentos de adoquín. Con el desarrollo de las técnicas de construcción, en el año 500 AC, en Roma se construyen los primeros pavimentos con bases granulares y rodadura de piedra.

Con el refinamiento de los carros de tracción animal, se hizo necesaria una superficie de rodadura más continua que permitiera un tránsito más cómodo; para lograr esto, se abandonó la práctica de colocar las piedras en estado natural y se inició con el tallado de las piedras en forma de bloque, para lograr un mejor ajuste entre ellas.

Puede decirse que con esto aparece el primer pavimento de adoquines, pues la palabra española "adoquín" proviene del árabe ad-dukkan que significa "piedra escuadrada" o "piedra labrada". El labrado de la piedra continuó hasta inicios del



siglo XIX y el hecho de que muchos de las calles fabricados de esta forma aún continúan en buen estado y en servicio, es prueba irrefutable de su durabilidad y buen comportamiento.

Si bien la pavimentación con bloques de madera se abandonó muy rápido, en Europa se construyeron grandes extensiones de pavimentos de adoquines de arcilla cocida, con resultados aceptables con excepción del desgaste acelerado de las piezas.

Posterior a la 2da. Guerra Mundial, en Alemania y los Países Bajos se reemplazó el adoquín de arcilla por adoquines de concretos fabricados en moldes individuales, mostrando grandes ventajas sobre los fabricados con arcilla, sobre todo en la resistencia a la abrasión y por ende a la durabilidad de los pavimentos.

## **6.5 APLICACIONES DE LOS PAVIMENTOS**

Los pavimentos de adoquines de concreto tienen un rango de aplicación casi tan amplio como el de los otros tipos de pavimentos. Se pueden utilizar en andenes, zonas peatonales y plazas, donde el tráfico es básicamente peatonal; en vías internas de urbanizaciones, calles y avenidas, con tráfico vehicular que puede ir desde unos cuantos vehículos livianos, hasta gran número de vehículos pesados; en zonas de carga, patios de puertos, plataformas de aeropuertos y zonas donde se tienen cargas muy altas e inclusive tráfico de vehículos montados sobre orugas.

Este rango amplio de aplicaciones implica la necesidad de formular diseños diferentes para la estructura del pavimento según el tipo de tráfico que va a soportar y las características del suelo sobre el cual se va a construir, con variaciones en el espesor de los adoquines y en el material y espesor de la base. Este diseño se puede elaborar con métodos apropiados que garantizan el buen desempeño y durabilidad del pavimento, lo que se refuerza con unos adecuados procedimientos y controles durante la construcción.



## **6.6 VENTAJAS DE LOS PAVIMENTOS DE ADOQUINES**

Los pavimentos de adoquines poseen unas características particulares que se traducen en ventajas, sobre los otros tipos de pavimento, en varios aspectos específicos:

### **6.6.1 Ventajas debido al proceso de construcción**

Los adoquines que conforman la capa de rodadura son elementos prefabricados que llegan listos al lugar de la obra; por lo tanto, su calidad se controla en fábrica.

La construcción de la capa de rodadura involucra, además de la colocación de los adoquines, el llenado de las juntas y la compactación de la capa terminada. Sin embargo, el de adoquines es un pavimento de muy fácil terminado, donde no intervienen procesos térmicos ni químicos, ni períodos de espera. Debido a la sencillez del proceso constructivo, toda la estructura del pavimento se puede construir y dar al servicio en un mismo día, por lo cual las interrupciones en el tráfico son mínimas y se logran economías en tiempo, equipos, materiales, costos financieros y sociales.

Además, como se trabaja con pequeñas zonas a la vez, cualquier área se puede adoquinar por etapas con lo cual no se altera ninguna economía de escala, cosa que sí ocurriría con otros tipos de pavimento; esto resulta especialmente útil para la pavimentación de unas cuantas vías cuando no se dispone de los recursos completos para acometer un plan a gran escala; se puede, por lo tanto, adoquinar en varias etapas, a medida que se vayan produciendo las piezas o se obtengan los recursos. Todos los procesos que intervienen en la construcción son sencillos y requieren de la utilización de poca maquinaria.

Como la labor de colocación de las piezas es fundamentalmente artesanal, se utiliza mano de obra, que, según se organice el proceso constructivo, se puede multiplicar al crear varias frentes de trabajo simultáneamente. Como los adoquines son piezas pequeñas que no están unidas rígidamente unas con otras el pavimento de adoquines se adapta a cualquier variación en el alineamiento horizontal o vertical de la vía sin necesidad de elaborar juntas de construcción.



### **6.6.2 Ventajas debido al manejo del pavimento**

La capa de rodadura es quizá el elemento más costoso de cualquier pavimento. Cuando se presenta una falla en los pavimentos o cuando hay que instalar o reparar las redes de servicios que van enterrados por la vía es indispensable retirar, y con esto destruir, las distintas capas del pavimento.

Cuando se tiene un pavimento de adoquines la capa de rodadura es recuperable, pues como no van pegados unos con otros se pueden retirar y almacenar ordenadamente para reutilizarlos luego, en el mismo o en otro lugar, para la construcción de un nuevo pavimento.

Esta propiedad es la que hace que el pavimento de adoquines sea especial, pues se puede reparar fácilmente y por lo tanto resulta ideal para pavimentar aquellas vías que aún no tengan completas las redes de servicios.

El mantenimiento de los pavimentos de adoquines es muy simple. Además de la reparación de las zonas que por problemas constructivos puedan presentar algún hundimiento, el pavimento de adoquines sólo requiere que se le retire la vegetación que pueda aparecer dentro de las juntas, en aquellas zonas abandonadas o por donde no exista tráfico permanente, y del llenado, mediante barrido de arena fina, de las juntas que se hayan vaciado. Nunca requiere de sobre capas para mantener un buen nivel de servicio.

### **6.6.3 Ventajas debido a su apariencia**

Por estar conformado por muchas piezas iguales el pavimento de adoquines induce un cierto sentido de orden en la vía. Además, la existencia de las juntas entre los adoquines elimina la monotonía que presenta la superficie continua de los otros pavimentos.

Los adoquines se pueden fabricar de diferentes colores, adicionando colorantes minerales a la mezcla y utilizando cemento gris o cemento blanco. Con algunos adoquines de color diferente al del resto, se pueden incorporar en la superficie del pavimento señales y demarcaciones tan duraderas como éste, pero que a la vez



pueden ser removidas fácilmente; se pueden colorear zonas para diferenciar su utilización o incorporar dibujos decorativos.

#### **6.6.4 Ventajas relativas a la seguridad**

Los pavimentos de adoquines se prestan para incorporar señales, o se pueden colocar en medio de otros pavimentos sirviendo como zonas de aviso para disminución de velocidad o zonas permanentes de velocidad restringida. Además, por su rugosidad, los pavimentos de adoquines tienen una distancia de frenado menor que otros tipos de pavimentos, lo que se traduce en seguridad tanto para los peatones como para quienes se desplazan en los vehículos.

#### **6.6.5 Ventajas relativas a la durabilidad**

La calidad que se le exige a los adoquines de concreto garantiza su durabilidad, de manera que sean resistentes a la abrasión del tráfico de llantas, a la acción de la intemperie y al derrame de combustibles y aceites, lo que los hace ideales para la pavimentación de estacionamientos, estaciones de servicio, patios industriales, etc. Un adoquín, como tal, tiene una vida casi ilimitada. Aunque la estructura del pavimento puede sufrir algún deterioro después de estar en servicio por 20 o más años, con una reparación menor el pavimento de adoquines puede alcanzar una vida útil de 40 años y los adoquines estar todavía en condiciones de servir por muchos más.

#### **6.6.6 Ventajas relativas al costo de construcción**

La construcción de un pavimento de adoquines no requiere de mano de obra especializada. Para la fabricación de los adoquines y para la compactación del pavimento se utiliza maquinaria de la cual existe producción nacional de buena calidad y rendimiento.

Los materiales que se requieren para su construcción se consiguen en cualquier lugar del país y no consume derivados del petróleo.

La competencia con otros tipos de pavimentos, desde el punto de vista de los costos, se debe plantear siempre, entre alternativas equivalentes, para unas



determinadas condiciones locales de precios y disponibilidad de materiales y servicios. Nunca se debe generalizar.

El pavimento de adoquines de concreto, en la ciudad, resulta especialmente competitivo en vías de tráfico liviano y medio, donde pueden tener un costo inicial similar o inferior al de un pavimento equivalente de asfalto, aun sin tener en cuenta las ventajas adicionales ya enumeradas para el pavimento de adoquines; en un centro urbano pequeño o en zonas semi-rurales y rurales su costo es por lo general muy inferior al de otros tipos de pavimento. Toda labor, desde la fabricación de los adoquines hasta el terminado del pavimento, puede incorporar gran cantidad de recursos comunitarios y mano de obra local. Esta hace que sea realmente económica en planes de acción comunal o patrocinada por entidades de fomento.

## **6.7 LIMITANTES QUE PRESENTAN LOS PAVIMENTOS DE ADOQUINES**

De la misma manera que con los otros tipos de pavimentos, la estructura del pavimento de adoquines se debe apartar del nivel freático del terreno. Si la capa de adoquines queda bien colocada, sellada y compactada no debe perder su sello y su estabilidad ante la caída de lluvias, por copiosas que estas sean; pero nunca se debe poner a trabajar un pavimento de adoquines como canal colector de aguas, que pueda llegar a soportar corrientes voluminosas y rápidas tipo "arroyo".

Los pavimentos de adoquines nunca se deben someter a la acción de un chorro de agua a presión. Si esto se hace intencionalmente puede ocasionar la pérdida del sello de las juntas, por lo cual no se recomienda para zonas de lavado de automóviles. Por estar compuesto por un gran número de piezas, el tráfico sobre un pavimento de adoquines genera más ruido que sobre los otros tipos de pavimentos, e induce mayor vibración al vehículo; por estas razones no es aconsejable para velocidades superiores a los 80 km/hora.

### **6.7.1 comportamiento estructural**

El diseño estructural de los pavimentos en general va enfocado a buscar las garantías necesarias para enmarcar en términos de seguridad, comodidad, durabilidad y economía la calidad en el comportamiento superficial de los espacios



expuestos a cargas verticales repartidas o puntuales, como a esfuerzos horizontales derivados de acciones de cargas dinámicas (aceleraciones -frenados -giros) y cargas estáticas.

## **7 ESTUDIO DE TRANSITO**

### **7.1 VOLUMEN DE TRANSITO**

Se define como el número de vehículos o peatones que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un periodo determinado de tiempo.

### **7.2 TIPOS DE TRANSITO**

Transito promedio diario: Se define el volumen de transito diario (TPD), como el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado (en días completos) igual o menor a un año y mayor que un día dividido entre el número de días del periodo.

### **7.3 TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL**

El TPDA se define como el volumen total de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera en un periodo de un año.

### **7.4 TIPOS DE VOLÚMENES DE TRANSITO**

Los volúmenes horarios se utilizan para proyectar detalles geométricos de la vía, efectuar análisis de circulación y regular el tránsito.

Volumen horario de proyecto o tránsito de la hora pico o de punta (VHP), la determinación de el volumen de tránsito de la hora pico o 30 HD se grafica la curva de datos de volúmenes de transito horarios registrados durante todo un año en una estación permanente de registro.

### **7.5 VARIACIÓN DE LOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO**

Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda.

La hora de máxima demanda, FHMD, o factor de hora pico, se define como el flujo máximo, que se presenta durante un periodo dado dentro de dicha hora.



Los periodos dentro de una hora de máxima demanda pueden ser de 5, 10, 15 minutos utilizándose este último con mayor frecuencia. El factor de la hora máxima demanda es:

## **7.6 VOLÚMENES DE TRANSITO FUTURO**

Los volúmenes de transito futuro (TF), se derivan a partir del tránsito actual (TA) y del incremento de tránsito (IT), seleccionado se tiene que conocer que una carretera nueva se proyecta para 20 años. Para reconstrucción y rehabilitación se proyectan para 10 años. (Fonseca, 1998).

El incremento del tránsito (IT): Es el volumen de tránsito que se espera use la carretera en el año futuro seleccionado como de proyecto. Este incremento se compone del crecimiento normal del tránsito, CNT, del tránsito generado, TG, y del tránsito desarrollado, TD. Por lo tanto, el incremento del tránsito, IT se expresa así:

Transito Desarrollado (TD):

En carreteras construidas con altas especificaciones, el suelo lateral tiende a desarrollarse más rápidamente de lo normal, generando un tránsito adicional el cual se considera como tránsito desarrollado, con valores del orden del 5% del tránsito actual.

Factor de proyección (FP)

El valor utilizado en el pronóstico del tránsito futuro para nuevas vías sobre la base de un período de proyecto de 20 años en el intervalo de 1.5 a 2.5. (Fonseca, 1998) para proyecciones de 20 años.

## **7.7 ESTUDIO DE DISEÑO GEOMÉTRICO**

Para la definición de los parámetros geométricos se utilizó el Manual de la SIECA y el Reglamento vial de la Alcaldía de Masaya.

## **7.8 NORMAS GENERALES PARA ALINEAMIENTO HORIZONTAL**

Estas normas generales están reconocidas en la práctica y son importantes para lograr una circulación cómoda y segura entre las cuales se pueden citar las siguientes (SIECA, 2002):



1. La seguridad del tránsito que debe ofrecer el proyecto es la condición que debe tener la preferencia.
2. La topografía condicionada muy especialmente los radios de la curvatura y velocidad de proyecto.
3. La distancia de visibilidad debe de ser tomada en cuenta en todos los casos por que con frecuencia la visibilidad requiere radios mayores que la velocidad en sí.
4. El alineamiento debe de ser tan direccional como sea posible sin dejar de ser consistente con la topografía 8na línea que se adapta al terreno natural es preferible a otras con tangentes largas, pero con repelidos cortos y rellenos.
5. Para una velocidad de proyecto dada debe evitarse dentro de lo razonable, el uso de la curvatura máxima permisible. El proyectista debe tener en lo general a usar curvas suaves dejando las de la curvatura máxima permisible. El proyectista debe tender, en lo general en ángulo central en cada curva debe de ser tan pequeño como lo permitan las condiciones físicas de manera que la carretera tenga el trazado más directo posible. este ángulo central debe ser resuelto con las curvas más largas posibles.
6. Debe de procurarse un alineamiento uniforme que no tenga quiebres bruscos en su desarrollo por lo que deben evitarse curvas forzadas después de tangentes largas o pasar repentinamente de tramos de curvas suaves u otros de curvas forzadas. donde hay que introducir curvas cerradas, se hará la aproximación desde la zona de curvatura más suaves, por medio de curvas cada vez más cerrada.
7. En rellenos altos y largos solo son aceptables alineamientos rectos o de muy suave curvatura, pues es muy difícil para un conductor percibir alguna curva forzada y ajustar su velocidad a las condiciones prevalecientes.

## **7.9 NORMAS GENERALES PARA EL ALINEAMIENTO VERTICAL**

En el perfil longitudinal de una carretera, la sub-rasante es la línea de referencia que define alineamiento vertical. La posición de la sub-rasante depende principalmente



de la topografía de la zona atravesada, pero existen otros factores que deben considerarse (SIECA, 2002):

1. La condición topográfica del terreno que influye en diversas formas al definir las sub-rasante, así, en terrenos planos, la altura de la sub-rasante sobre el terreno es regulada generalmente por el drenaje.
2. Una sub-rasantes suave con cambios graduales es consistente con el tipo de camino y el carácter del terreno, a esta clase de proyecto debe darse la preferencia, en lugar de uno con numerosos quiebres y pendientes de longitudes cortas, los valores de diseño son la pendiente máxima y la longitud critica, pero la manera en que estos se aplican y se adaptan al terreno formando una línea continua, determina la adaptabilidad y la apariencia de grupo terminado.
3. Deberá evitarse la sub-rasante tipo “montaña rusa “o de depresión escondida tales perfiles ocurren generalmente en alineaciones en planta relativamente rectas y donde el perfil de la carretera se ciñe mucho a la línea ondulada natural del terreno. estos son estéticamente desagradable y peligrosas, las depresiones escondidas contribuyen a aumentar los accidentes en la maniobra de paso.

## **7.10 VARIABLES DE DISEÑO RESPECTO AL TIEMPO (PERIODO DE DISEÑO)**

### **7.10.1 Periodo de Diseño**

El periodo de diseño es el tiempo total para el cual se diseña un pavimento está en función de la proyección del tránsito y el tiempo que se considere apropiado para que las condiciones del entorno se comiencen a alterar desproporcionadamente. La vida útil del pavimento, es aquel tiempo que transcurre entre la construcción del mismo y el momento en que alcanza el mínimo de Serviabilidad.

Variables a Considerar

Volúmenes de Camiones

Los camiones llevan distintas cargas, el uso del porcentaje de camiones para calcular el número de ESAL's debe ser hecho a partir de determinaciones precisas de los diferentes tipos de camiones en el flujo del tránsito.



Peso de Camiones:

Los factores necesarios que se deben conocer son:

- Peso Total del Camión
- Distribución por Ejes de este Peso

Ejes Simples Equivalentes de 18 klb a lo largo del Período de Diseño.

Los ejes simples equivalentes es la cantidad pronosticada de repeticiones del Eje de Carga Equivalente de 18 kips (8,16 tons = 80 kN) para un periodo determinado conforme el número de carriles en ambas direcciones para efectos de diseño, el tránsito que se debe de tomar en cuenta es el que utiliza el carril objeto de análisis (AASHTO93).

#### **7.10.2 Calculo de los ESAL's.**

El proceso de convertir un tránsito mixto en un numero de ESAL's de 18000Lbs es una tarea compleja y fue desarrollado por el Road Test de AASHO. El transito es reducido a un número equivalente de ejes de una determinada carga que producirán el mismo daño queda la composición del tránsito. (Fonseca, 1998). La conversión se hace a través de los factores equivalentes de carga, denominados LEF por sus siglas en inglés ("Load Equivalent Factor") o Factor Equivalente de Carga (AASHTO93).

#### **7.10.3 Factor Equivalente de Carga**

El factor equivalente de carga (LEF) es un valor numérico que expresa la relación entre la perdida de serviciabilidad causada por una carga de un tipo de eje y la producida por el eje estándar de 18000 lb en el mismo eje (AASHTO93).

#### **7.10.4 Factor de Camión**

Los daños producidos por cada eje de un vehículo son sumados para determinar el daño producido por el vehículo total; de esta manera surge el concepto de Factor de Camión (F.C) que está definido como el número de ESAL's por vehículo (AASHTO93). A continuación, se muestra la manera del cálculo del Factor Camión.



### **7.10.5 Factor de Distribución por Dirección**

Es el factor del total del flujo vehicular censado, en la mayoría de los casos este valor es de 0.5; ya que la mitad de los vehículos va en una dirección y la otra mitad en la otra dirección (MTI, Manual para la revisión de Diseños de Pavimentos, 2009).

### **7.10.6 Factor de Distribución por Carril**

Se define por el Carril de Diseño aquel que recibe el mayor número de ESAL's. Para un camino de 2 carriles, cualquiera de las dos puede ser el carril de diseño, ya que el tránsito por dirección forzosamente se canaliza por ese carril (MTI, Manual para la revisión de Diseños de Pavimentos, 2009).

### **7.10.7 Clasificación vehicular**

Los tipos de vehículos registrados en el aforo, se presenta a continuación por medio de la siguiente clasificación vehicular.

**Motos:** Son vehículos autopropulsados de dos ruedas con o sin transporte, scooters, motonetas, motocarros y otros triciclos a motor.

**Vehículos Livianos:** Son vehículos automotores de cuatro ruedas que incluyen, automóviles, camionetas y microbuses de uso personal.

**Vehículos Pesados de Pasajeros:** Son vehículos destinados al transporte público de pasajeros de cuatro, seis y más ruedas, que incluyen los microbuses pequeños (hasta de 15 pasajeros) y Microbuses Medianos de 25 pasajeros y los buses medianos y grandes.

**Vehículos Pesados de carga:** Son los vehículos destinados al transporte pesado de carga mayores o iguales a tres toneladas y que tienen seis o más ruedas en 2,3, 4, 5 y más ejes, estos vehículos incluyen: camiones de dos ejes (C2), camiones C3, C2R2 y los vehículos articulados de cinco y seis ejes de los tipos (T3S2) y (T3S3).



### 7.10.8 Ejes equivalentes

#### ESALs PARA CADA CLASE DE VEHICULO EN PAVIMENTO RIGIDO Y FLEXIBLE

CLASE DE VEHÍCULO DEL AFORO SNC	CONFIGURACIÓN DE EJES SNC				CLASE DE VEHICULO DE SNC	ESALs/VEHIC PAY. FLEX FC	ESALs/VEHIC PAY. RIG FC
	EJE DELANTERO	EJE TRASERO 1	EJE TRASERO 2	EJE TRASERO 3			
1.- Automóviles, Jeep y Vagoetas	1TON.	1TON.				0,0005907328	0,0005331713
2.- Camionetas ( Hasta 2 Ton.)	1TON.	2TON.				0,0038196148	0,0032575415
3.- Minibuses	1TON.	2TON.				0,0038196148	0,0032575415
4.- Microbuses ( 12 - 21 Asts.)	1TON.	4TON.				0,0538818880	0,0472151703
5.- Bus Mediano ( 22 - 35 Asts.)	2TON.	11TON.				3,6656321218	3,6896151626
6.- Bus Grande ( 36 Asts. o más )	7TON.	18TON.				2,5932513675	4,3525233579
7.- Camión Mediano ( Hasta 6 Ton.)	7TON.	11TON.				0,5198460998	4,1933079018
8.- Camión Grande ( Dos ejes.)	7TON.	25TON.				2,3099018558	5,2299016602
9.- Camión Grande ( Tres ejes)	7TON.	7TON.	18TON.			3,1095732189	4,8592070530
10.- Camión semirremolque	7TON.	18TON.	25TON.			4,3868313718	9,0757413230
11.- Camión con remolque	7TON.	25TON.	11TON.	18TON.		8,0489392453	12,7623655297
12.- Otros vehículo (No incluye motocicletas)	1TON.	4TON.				0,0538818880	0,0472151703



### Límite de peso por eje

Tipo de Vehículo	Tipo de eje del tractor			Tipo de eje del semiremolque			Total Toneladas	
	Eje simple direccional	Eje de tracción			Eje de arrastre			
		Eje Simple	Doble rueda	Triple rueda	Eje Simple	Doble rueda		Triple rueda
C2	5.00	10.00					15.00	
C3	5.00		16.50				21.50	
C4	5.00			20.00			25.00	
T2-S1	5.00	9.00			9.00		23.00	
T2-S2	5.00	9.00				16.00	30.00	
T2-S3	5.00	9.00				20.00	34.00	
T3-S1	5.00		16.00		9.00		30.00	
T3-S2	5.00		16.00			16.00	37.00	
T3-S3	5.00		16.00			20.00	41.00	
Otros	---	---	---	---	---	---	Variable	

Fuente: Acuerdo Centroamericano sobre Circulación por Carreteras, SIECA, 2000.  
Resolución 02-01 COMITRAN XXIII.



			$\frac{W}{L}$	$W_{VAC}$		$W_{CARG}$	
A <sub>p</sub> 1			1	0.9		1.0	
			2	0.9		1.0	
			3	—	—	—	—
			Σ	1.8		2.0	
A <sub>c</sub> 2		CARGA=2.5 ton	1	1.2		1.6	
			2	1.2		3.3	
			3	—	—	—	—
			Σ	2.4		4.9	
B 3		25 PASAJEROS	1	3.0		4.2	
			2	7.0		8.3	
			3	—	—	—	—
			Σ	10.0		12.5	
C <sub>2</sub> 4		CARGA=5.1 ton	1	1.5		2.5	
			2	2.7		6.8	
			3	—	—	—	—
			Σ	4.2		9.3	
C <sub>3</sub> 5		CARGA=9.7 ton	1	1.7		2.6	
			2	5.2		14.0	
			3	—	—	—	—
			Σ	6.9		16.6	
T <sub>2</sub> -S <sub>1</sub> 6		CARGA=9.7 ton 9.80 (32')	1	2.5		3.0	
			2	3.6		8.0	
			3	3.0		7.8	
			Σ	9.1		18.8	
T <sub>2</sub> -S <sub>2</sub> 7		CARGA=13.3 ton 9.80 (32')	1	3.5		4.0	
			2	4.0		8.5	
			3	3.8		12.1	
			Σ	11.3		24.6	
T <sub>3</sub> -S <sub>2</sub> 8		CARGA=16.0 ton 11.00 (36')	1	3.5		3.9	
			2	5.4		13.0	
			3	5.0		13.0	
			Σ	13.9		29.9	



**Tabla 2. Espesor de la sub-base (adaptado de BSI, 2001a)**

Nivel de tránsito (EE/día)	Espesor (mm) de la subbase granular según el CBR (%) de la subrasante					
	2	3	4	5-10	10-15	15-30
< 60	250	190	160	150	150	150
< 200	310	240	210	180	150	150
< 500	350	270	230	200	160	150
< 1.000	400	310	270	225	180	150
> 1.000	450	350	310	270	240	225

**Cuadro 2.10:  
Configuración de ejes**

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	Nº de Neumáticos	Gráfico
EJE SIMPLE (Con rueda simple)	1RS	02	
EJE SIMPLE (Con rueda coble)	1RD	04	
EJE TANDEM (1 Eje rueda simple + 1 Eje rueda doble)	1RS + 1RD	06	
EJE TANDEM (2 Rueda doble)	2 RD	08	
EJETRIDEM (1 Rueda simple + 2 ejes rueda doble)	1RS + 2RD	10	
EJETRIDEM (3 Ejes rueda doble)	3RD	12	

Fuente: Guía AASHTO-93.

**Nota:** RS : Rueda Simple      RD : Rueda Doble



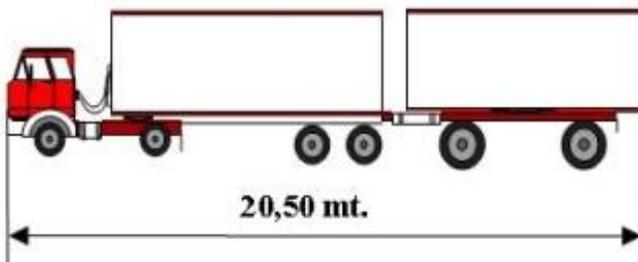
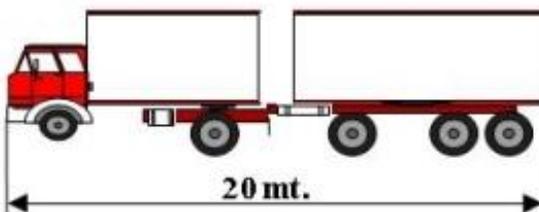
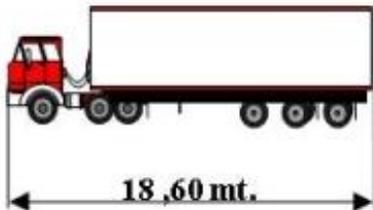
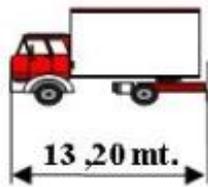
**REPUBLICA DE NICARAGUA  
MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA  
DIRECCION GENERAL DE VIALIDAD**

**DIAGRAMA DE CARGAS PERMISIBLES  
PESOS MAXIMOS PERMISIBLES POR TIPO DE VEHICULOS**

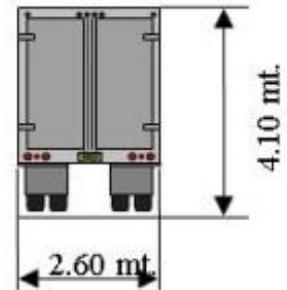
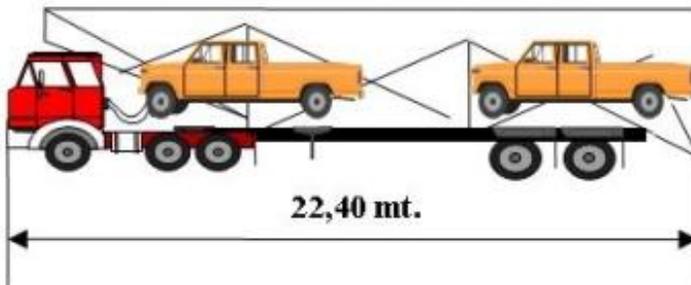
TIPO DE VEHICULOS	ESQUEMAS DE VEHICULOS	PESO MAXIMO AUTORIZADO						Peso Máximo Total (l) Ton - Met.
		1er. Eje	2do. Eje	3er. Eje	4to. Eje	5to. Eje	6to. Eje	
C2		5.00	10.00					15.00
C3		5.00	16.00					21.00
			8.00	8.00				
C4		5.00	20.00					25.00
			6.67	6.66	6.66			
T2-S1		5.00	9.00	9.00				23.00
T2-S2		5.00	9.00	16.00				30.00
				8.00	8.00			
T2-S3		5.00	9.00	20.00				34.00
				6.67	6.66	6.66		
T3-S1		5.00	16.00		9.00			30.00
			8.00	8.00				
T3-S2		5.00	16.00		16.00			37.00
			8.00	8.00	8.00	8.00		
T3-S3		5.00	16.00		20.00			41.00
			8.00	8.00	6.67	6.66	6.66	
C2-R2		4.50	9.00	4.0 a	4.0 a			21.50
		4.50	9.00	6.5 b	6.5 b			26.50
C3-R2		5.00	16.00		4.0 a	4.0 a		29.00
		5.00	8.00	8.00	6.5 b	6.5 b		34.00
C3-R3		5.00	16.00		4.0 a	5.0 a	5.0 a	35.00
		5.00	8.0 b	8.0 b	6.5 b	5.0 b	5.0 b	37.50

NOTA: El peso máximo permisible será el menor entre el especificado por el fabricante y el contenido en esta columna.

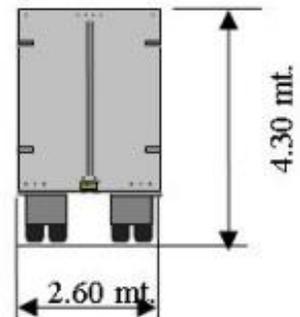
a : Eje sencillo llanta sencilla.  
b : Eje sencillo llanta doble.



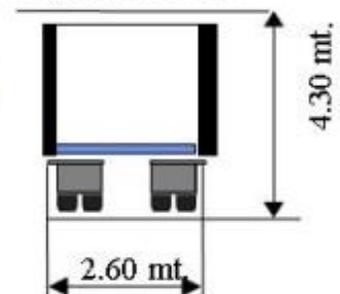
**CIRCULACION RESTRINGIDA**

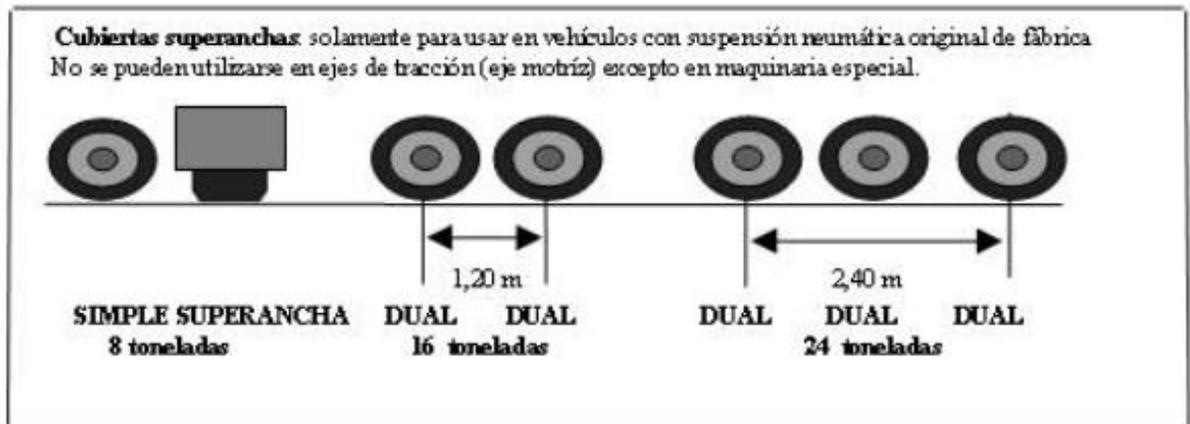
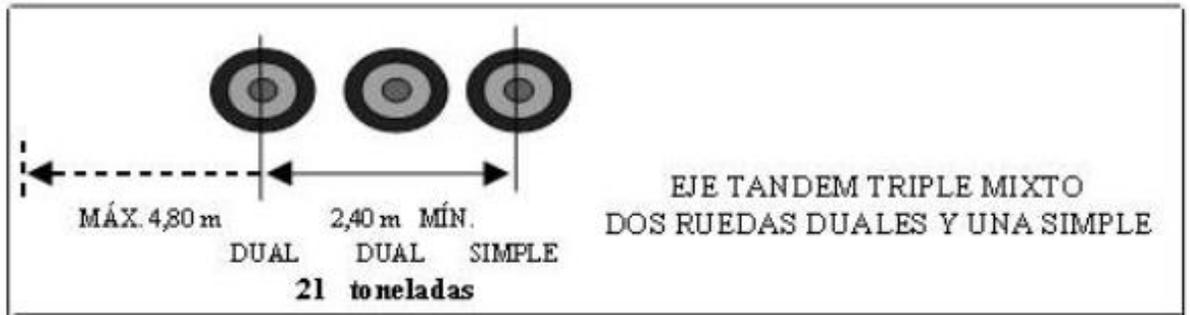
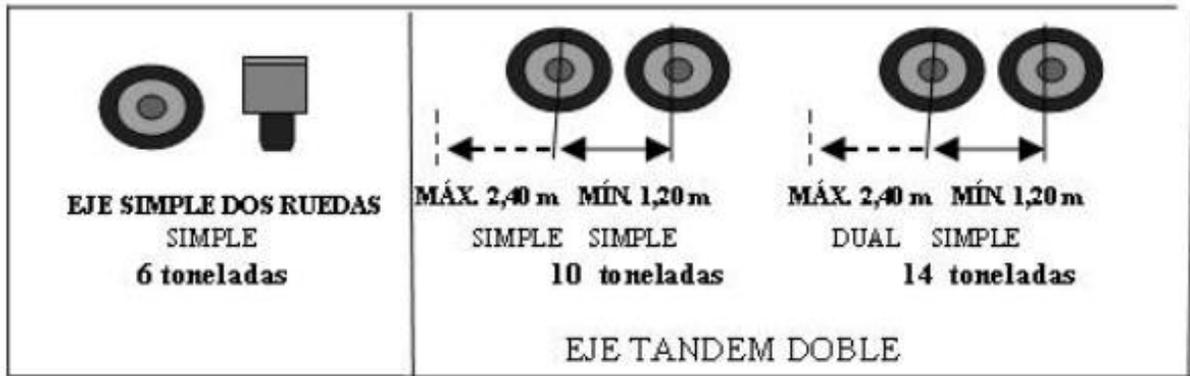


**Portacontenedor  
Circulación restringida**



**Porta/vehículos**







TIPO DE VEHICULO	CONFI GURAC ION DE EJES	DIMENSIONES MAX.			PESO BRUTO MAXIMO (PERMITIDO)
		LARGO	ANCHO	ALTO	
	<i>S-1</i> <i>D-1</i>	13.20	2.60	4.10	16.50
	<i>S-1</i> <i>D-2</i>	13.20	2.60	4.10	24.00
	<i>S-1</i> <i>D-3</i>	13.20	2.60	4.10	30.00
	<i>S-2</i> <i>D-2</i>	13.20	2.60	4.10	28.00
	<i>S-1</i> <i>D-1</i> <i>D-1</i>	18.60	2.60	4.10	27.00
	<i>S-1</i> <i>D-1</i> <i>D-2</i>	18.60	2.60	4.10	34.50
	<i>S-1</i> <i>D-2</i> <i>D-2</i>	18.60	2.60	4.10	42.00
	<i>S-1</i> <i>D-1</i> <i>D-3</i>	18.60	2.60	4.10	42.00
	<i>S-1</i> <i>D-2</i> <i>D-1</i> <i>D-1</i>	TOT.= 18.60 DIST. E/EJES >2.40	2.60	4.10	45.00
	<i>S-1</i> <i>D-1</i> <i>D-1</i> <i>D-1</i> <i>D-1</i>	18.60	2.60	4.10	45.00
	<i>S-1</i> <i>D-1</i> <i>D-1</i> <i>D-1</i>	TOT.= 20.00	2.60	4.10	37.50
	<i>S-1</i> <i>D-1</i> <i>D-1</i> <i>D-2</i>	TOT.= 20.00	2.60	4.10	45.00
	<i>S-1</i> <i>D-2</i> <i>D-1</i> <i>D-1</i>	TOT.= 20.00	2.60	4.10	45.00
	<i>S-1</i> <i>D-2</i> <i>D-1</i> <i>D-2</i>	TOT.= 20.00	2.60	4.10	45.00
	<i>S-1</i> <i>D-1</i> <i>D-1</i> <i>D-1</i> <i>D-1</i>	TOT.= 20.50	2.60	4.10	45.00



### 7.10.9 Función del diseño estructural

La idea es que se obtenga una estructura con un largo periodo de vida útil, la cual viene determinada por el comportamiento de los materiales de que la constituyen (superficie-base-sub base-mejoramiento y sub rasante), por los elementos que la solicitan (cargas-clima) y por la manutención que perciba (drenajes-mantenimiento periódico).

### 7.10.10 Diseño de estructura de espacio público

Una estructura la constituyen un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales y de varios centímetros de espesor, de diferentes materiales, adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan en mejoramiento o directamente sobre la sub rasante y han de soportar las cargas de tráfico que se aplican en la superficie trasmitiéndolas hasta el terreno en magnitud tal que éste las soporte.

### 7.10.11 Características de las superficies de adoquín

La resistencia al deslizamiento obtenida a través de una adecuada textura superficial, y que tiene una gran influencia en la seguridad. La regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal que afecta fundamentalmente a la comodidad de los usuarios.

Las propiedades de reflexión de la luz, vitales para el diseño de las instalaciones luminosas y para el tránsito nocturno, el desagüe superficial rápido y efectivo, los niveles de ruido del rodado, el aspecto estético, que afecta básicamente al usuario y al entorno.

### 7.10.12 Componentes

Para poder cumplir las funciones indicadas, la estructura está formada por una serie de capas. Debido al progresivo reparto de las cargas del tráfico en las sucesivas capas de la estructura, la calidad de los materiales utilizados en cada capa, es generalmente mayor. En el caso más general, se pueden distinguir las siguientes capas:

- a. **Sub rasante** (con o sin mejoramiento).



b. **Sub base.**

c. **Base.**

d. **Superficie de rodadura (adoquín).**

#### **7.10.13 Sub rasante**

De la calidad de ésta depende, en gran parte, el espesor que debe tener la estructura. Como parámetro de evaluación de esta capa se emplea la capacidad de soporte o resistencia a la deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas.

Puede estar constituida por suelos en su estado natural, o por éstos con algún proceso de mejoramiento tal como la estabilización mecánica, física, química, entre otras.

Como material de fundación, se debe establecer cuál es su resistencia mecánica y específicamente ante la presencia de cargas.

#### **Relación entre la carga y la deformación unitaria**

La resistencia varía con las condiciones de humedad, compactación y confinamiento.

Deben representarse en laboratorio las mismas condiciones del proyecto por ser la deflexión de la superficie un criterio de diseño, es necesario asegurar que la caracterización de la sub rasante sea la adecuada.

#### **7.10.14 Sub-base**

La sub base es la capa de la estructura situada sobre la sub rasante o el mejoramiento y debajo de la base. Esta capa puede no ser necesaria en el caso de apoyos granulares con elevada capacidad portante.

Su función es proporcionar a la base un cimiento uniforme y constituir una plataforma de trabajo adecuada para su puesta en obra y posterior compactación. En muchos casos, sería deseable que cumpliera además una función drenante, en particular cuando las capas inferiores son poco permeables. En cualquier caso, suele ser una capa de transición necesaria.



La elección de los materiales de la sub base está forzada por consideraciones económicas. Normalmente, por consiguiente, estos materiales son de inferior calidad a los usados en la capa de base.

Los materiales adecuados podrían ser: -Áridos naturales o procedentes del machaqueo. Gravas naturales o machacadas. Suelos seleccionados o estabilizados con cemento. Material de la sub rasante convenientemente estabilizado.

#### **7.10.15 Base**

La base es la capa de la estructura situada debajo la rodadura y encima de la sub base. Su función es eminentemente resistente constituyendo el principal elemento portante de la estructura de la estructura, absorbiendo la mayor parte de los esfuerzos verticales y su rigidez o su resistencia a la deformación bajo las sollicitaciones repetidas del tráfico suelen corresponder a la intensidad del tráfico pesado.

Unos amplios rangos de materiales son adecuados para su uso como bases de los pavimentos de adoquines. Estos incluyen materiales granulares tratados con un ligante conglomerante (bases de mezcla bituminosa y bases de grava cemento) utilizados fundamentalmente para tráfico pesado y bases granulares de macadam o de zahorra artificial para tráfico medios y ligeros.

La selección del tipo de base se hace normalmente en la fase de diseño. Generalmente, esta elección es función de la economía. La elección del material de la base tiene una gran influencia en el espesor de la misma y, por consiguiente, en el costo de la infraestructura del pavimento.

Habitualmente, el uso de materiales ligados como la roca triturada estabilizada con cemento permitirá estructuras más delgadas y económicas que el uso de bases granulares dispersas donde el CBR de la sub rasante es bajo. Otros factores influyen en la elección de la base, de manera que dicha elección será a menudo un compromiso entre las necesidades de economía, los factores climáticos y los procedimientos constructivos.



Concluyendo, podemos decir que, en áreas de climas húmedos, donde el nivel freático suele estar cerca de la superficie y donde la resistencia de la sub rasante suele ser baja, es práctica común usar bases de rodadura cohesionadas. Se ha encontrado como una alternativa económica, la estabilización de la base.

A su vez, las bases de cemento estabilizado proporcionan un excelente rendimiento en la ejecución de los niveles en las estructuras que nos ocupan.

Los materiales bituminosos para las estructuras con prefabricados, pueden resultar interesantes como barreras contra la humedad y como estratos estructurantes.

Así, los hormigones asfálticos se han mostrado muy efectivos impidiendo la entrada del agua y evitando migraciones en el lecho de arena. Como alternativa al uso de barreras asfálticas, se propone el empleo de geotextiles.

El uso de materiales granulares sueltos es una práctica común en zonas de clima seco asociadas con niveles freáticos profundos. No siempre es necesario importar los materiales de la base y la sub base.

En muchos casos, como donde existen materiales arenosos, es factible y económico constituir la base y la sub base con dichos materiales realizando eso sí, la pertinente estabilización.

#### **7.10.16 Superficie de rodadura (adoquín)**

Es la parte superior de la estructura y la que soporta directamente las solicitaciones de las cargas, transmitiéndolas suficientemente amortiguadas, al resto de las capas, resistiendo además la acción de los agentes atmosféricos. Desde el punto de vista estructural, absorbe los esfuerzos horizontales y parte de los verticales.

Debido al hecho de estar en contacto directo con las cargas, debe poseer condiciones de funcionalidad (rodadura cómoda y segura) y de estética, puesto que es la parte visible de la estructura.



## 8 ESTUDIO DE TRANSITO PARA PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CALLE

El tránsito es uno de los factores más importantes que afectan el comportamiento de un pavimento, por consiguiente, es necesario conocer el número y tipo de vehículos que circulan por una vía, para determinar los efectos que las cargas de estos vehículos causan al pavimento.



Con el propósito de obtener los datos del tránsito para el diseño de pavimento se realizó un conteo vehicular de tránsito durante 1 semana en el tramo de la

Zona Franca Calipso de la ciudad de Masaya que se localiza a 1 kilómetro con dirección Noroeste de la zona de emplazamiento del proyecto en estudio con características muy similares. El estudio de tránsito se realizó en la zona franca Calipso debido a que la zona del proyecto por las condiciones actuales de la calle producto del invierno esta intransitable.

Los datos resultantes del conteo vehicular mostrados en la tabla anterior nos indican que el tipo de vehículo con mayor presencia de circulación en el tramo en estudio son las

Día/Tipo de vehículo	Moto	Automóvil	Camioneta	Microbús	C2	Total (veh/12 horas)
<b>Lunes</b>	55	27	17	4	1	104
<b>Martes</b>	51	26	18	3	4	102
<b>Miércoles</b>	66	32	15	2	0	115
<b>Jueves</b>	50	40	15	3	4	112
<b>Viernes</b>	64	37	13	3	2	119
<b>Sábado</b>	71	48	18	4	3	144
<b>Domingo</b>	82	42	19	4	1	148
<b>Total</b>	439	252	115	23	15	844

Fuente: Elaboración Propia.

Los datos resultantes del conteo vehicular mostrados en la tabla anterior nos indican que el tipo de vehículo con mayor presencia de circulación en el tramo en estudio son las

motocicletas; aunque para el diseño de pavimento no se toma en cuenta.



## 8.1 PARÁMETROS PARA DETERMINAR EL TRÁNSITO DEL CARRIL DE DISEÑO.

### 8.1.1 Periodo de Diseño (n)

Es el número de años para el cual se diseña específicamente el pavimento; generalmente varía entre los 10 y 40 años. Al final del periodo de diseño puede esperarse que el pavimento requiera una carpeta asfáltica de refuerzo para restaurar su capacidad de servicio. Para nuestro caso tomamos el promedio del periodo de diseño para tener un mayor margen de seguridad resultando un periodo de diseño de 20 años por ser catalogada como una calle local.

### 8.1.2 El tránsito de Diseño (TD)

Será igual al Tránsito en el año cero (inicial), multiplicada por el factor de crecimiento por el porcentaje factor direccional y este se multiplica a su vez por el factor carril.

La siguiente fórmula nos permite calcular el Tránsito de diseño:

$$\text{Tránsito de diseño} = T_0 \times F_{CR} \times F_D \times F_C$$

Siendo:

T<sub>0</sub>: Tránsito en el año cero (inicial)

F<sub>CR</sub>: Factor de crecimiento

F<sub>D</sub>: Factor direccional

F<sub>C</sub>: Factor carril

### 8.1.3 Factor de crecimiento (FCR)

El tránsito de diseño se determina mediante el uso del factor de crecimiento, determinado por el año horizonte y la tasa de crecimiento anual vehicular, indicándonos la medida en que aumentará el flujo de los vehículos durante el paso del tiempo.

La tasa del crecimiento anual vehicular es del 3%, la cual fue proporcionada por la Policía de Tránsito de Masaya. Además, se observa que el PIB y la tasa de Crecimiento Poblacional se encuentran entre este mismo rango del 3% - 4%.

$$F_c = 365 \times \frac{(1 + i)^n - 1}{i}$$

F<sub>c</sub> = 9,807.68 para un periodo de 20 años



### 8.1.4 Factor de Distribución por Dirección (FD)

Es el factor del Total del flujo vehicular contado, el que se emplea para diferenciar las viabilidades en doble sentido tomando un valor de 0.5 y para viabilidades de un sentido un valor de 1.

En la mayoría de los casos se utiliza el valor de 0.5, ya que la mitad de los vehículos va en la dirección y la otra mitad en dirección opuesta. El factor para este estudio tendrá un valor de 0.54.

### 8.1.5 Factor de Distribución por Carril (FC)

Se define por el carril de diseño aquel que recibe al mayor número de tránsito vehicular. Para un camino de dos carriles se toma el factor igual a la unidad, ya que el tránsito por dirección forzosamente se canaliza por ese carril. El factor para este estudio tendrá un valor de 1.0.

### 8.1.6 Tasa de Crecimiento (TC)

Es el incremento anual de volumen de tránsito en una vía, expresado en porcentaje. Se determina basándose en los datos de las estaciones de conteo, así como también tomando en cuenta otras variables como son: El Producto Interno Bruto (PIB), y el Crecimiento Poblacional. La tasa de crecimiento anual vehicular que se utilizó para este diseño es del 3%.

### 8.1.7 Tasa de Crecimiento Poblacional

Es el cambio en la población en un cierto plazo y puede ser cuantificado como el cambio en el número de individuos en una población usando tiempo por unidad para su medición. Fuente: Plan Maestro de Desarrollo Urbano de Masaya.

### 8.1.8 Cálculo de Tránsito de Diseño

La siguiente tabla muestra el tránsito de diseño para la calle Zona Franca Siglo XXI

TIPO DE VEHICULO	TRANSITO ACTUAL	FACTOR DE CRECIMIENTO	Fd	Fc	TRANSITO DE DISEÑO
<b>Automóviles</b>	36	9,807.68	0.54	1.00	190,661.30
<b>Camionetas</b>	16	9,807.68	0.54	1.00	84,738.36
<b>Microbuses</b>	3	9,807.68	0.54	1.00	15,888.44
<b>C2</b>	2	9,807.68	0.54	1.00	10,592.29
<b>Total</b>	57				301,880.39

Fuente: Elaboración Propia



### 8.1.9 Calculo del ESAL'S de diseño

$$ESAL = \text{Tránsito de diseño} * F_{ESAL's}$$

Siendo: ESAL's: Ejes equivalentes de 80KN o 18Kips<sup>2</sup>  
 FESAL's: Factor de carga equivalente AASTHO 93

### 8.1.10 Factores de carga equivalentes de pavimentos flexibles para ejes simples

Carga P/eje (Kips)	Numero Estructural SN					
	1	2	3	4	5	6
2	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
4	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002
6	0.009	0.0012	0.0011	0.0010	0.009	0.009
8	0.03	0.035	0.036	0.033	0.031	0.029
10	0.075	0.085	0.090	0.085	0.079	0.076
12	0.165	0.177	0.189	0.183	0.174	0.168
14	0.325	0.338	0.354	0.350	0.338	0.331
16	0.589	0.598	0.613	0.612	0.603	0.596
18	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
20	1.61	1.59	1.56	1.55	1.57	1.59
22	2.49	2.44	2.35	2.31	2.35	2.41
24	3.71	3.62	3.43	3.33	3.40	3.51
26	5.36	5.21	4.88	4.68	4.77	4.96
28	7.54	7.31	6.78	6.42	6.52	6.83
30	10.4	10.00	9.20	8.60	8.70	9.20
32	14.0	13.50	12.40	11.50	11.50	12.10
34	18.5	17.90	16.30	15.00	14.90	15.60
36	24.2	23.30	21.20	19.30	19.00	19.90
38	31.1	29.90	27.10	24.60	24.00	25.10
40	39.6	38.00	34.30	30.90	30.00	31.20
42	49.7	47.70	43.00	38.60	37.20	38.50
44	61.8	59.30	53.40	47.60	45.70	47.10
46	76.1	73.00	65.60	58.30	55.70	57.00
48	92.9	89.10	80.00	70.90	67.30	68.60
50	113.0	108.00	97.00	86.00	81.00	82.00

Fuente: Manual de Pavimentos (SIECA).

Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, Ejes simples AASTHO 93 / Pt = 2,0 SN = 5



### 8.1.11 Estructura y Carga de Vehículo por tipo de Eje

TIPO DE VEHÍCULO	EJES			
	Partes	Peso por eje en Toneladas	Peso por eje en libras	Tipo
<b>Automóvil</b>	F	1	2200	simple
	R	1	2200	Simple
<b>Jeep</b>	F	1	2200	Simple
	R	1	2200	simple
<b>Camioneta</b>	F	1	2200	Simple
	R	2	4400	simple
<b>MC-15</b>	F	2	4400	simple
	R	4	8800	simple
<b>MC-12-30</b>	F	4	8800	Simple
	R	8	17600	simple
<b>C2-Liv.</b>	F	4	8800	Simple
	R	8	17600	simple
<b>Bus</b>	F	5	11000	Simple
	R	10	22000	simple

Fuente: Departamento de peso y dimensiones, Dirección de Vialidad, MTI.

Dónde: F: Eje delantero

M: Eje carga media

R: Eje trasero



### 8.1.12 Cálculo del Esal's por carril de Diseño

PERIODO DE DISEÑO	NUMERO ESTRUCTURAL	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL
N=20 Años	SN=5	Pt=2

TIPO DE VEHICULOS	PESO POR EJES (LBS)	TRANSITO DE DISEÑO	FACTOR ESALs	ESALs DE DISEÑO
<b>AUTOMOVILES</b>	2200	190,661.30	0.00038	72.45
	2200		0.00038	72.45
<b>CAMIONETAS</b>	2200	84,738.36	0.00038	32.20
	4400		0.0034	288.11
<b>MICROBUSES</b>	4400	15,888.44	0.0034	54.02
	8800		0.0502	797.60
<b>C2</b>	8800	10.592.29	0.0502	531.73
	17600		0.9206	9,751.26
<b>TOTAL</b>		<b>301,880.39</b>		<b>11,599.82</b>

Fuente: Elaboración Propia

**ESAL o W18 = 11,599.82** por carril de tránsito

El Esal's calculado es menor que el mínimo para diseñar por este método debido a que el tránsito del tramo en estudio es bajo, por ende, se tomara el Esal's mínimo de Diseño (50,000) para este proyecto.

## 9 PROCESO CONSTRUCTIVO DE PAVIMENTOS CON ADOQUINES

El proceso constructivo del pavimento debe ser definido por una secuencia de actividades previamente establecidas, adecuadas a las condiciones propias del sitio consideradas en el diseño.

La prohibición de circular sobre la capa arena, divide el área de trabajo en dos, las que deben considerar el suministro de materiales y equipos desde direcciones opuestas. Así los medios necesarios en la construcción de las capas de sub base y base, la capa de arena, llegarán por el lado hacia el que avanza la pavimentación, los adoquines y la arena para el sello de juntas, llegarán por el lado terminado.



Las actividades más importantes que siempre estarán presentes en la construcción de pavimentos con adoquines son las siguientes:

- Adecuación de la sub rasante
- Construcción de las obras de drenaje
- Transporte adecuado de los materiales
- Construcción de las capas de sub base y base (Sí el diseño lo requiere)
- Construcción de las obras de confinamiento
- Colocación y nivelación de la capa de arena
- Colocación de adoquines y compactación
- Sello de juntas
- Limpieza de la obra

### 9.1 COLOCACIÓN DE LOS ADOQUINES

La colocación de los adoquines se realizará siguiendo un patrón uniforme que se controlará con lienzas, a fin de asegurar su alineación transversal y longitudinal. El patrón de colocación está regido por la forma de los adoquines, se pueden clasificar en tres categorías principales:

- **Categoría 1:** Adoquines rectangulares con relación largo ancho igual a dos, ancho de  $100 \text{ mm} \pm 15 \text{ mm}$  ( $10 \text{ cm} \pm 1.5 \text{ cm}$ ), con bordes rectos, dentados u ondulados y pueden ser colocados en hileras o siguiendo el patrón "espina de pescado".
- **Categoría 2:** Adoquines con tamaño y proporciones similares a los de la categoría 1 pero solamente se puede colocar en hileras.
- **Categoría 3:** Adoquines con un tamaño mayor que los anteriores, con formas características y que sólo se pueden colocar siguiendo un solo patrón, que no siempre forma hileras fácilmente identificables.

### 9.2 COMPACTACIÓN INICIAL

Esta se realizará inmediatamente después de terminados los ajustes con piezas partidas, con el fin de enrasar la capa de adoquines, iniciar la compactación de la



superficie de la capa de arena y hacer que ésta llene parcialmente las juntas de abajo hacia arriba, con lo cual se sujetan los adoquines.

Para la compactación se utiliza preferiblemente un equipo vibratorio de placa, con un área de 0.25 m<sup>2</sup> a 0.5 m<sup>2</sup>, una fuerza centrífuga de 15 a 20 KN y una frecuencia de vibración de 75 a 100 Hz. Con el equipo descrito se deberán dar por lo menos dos pasadas desde diferentes direcciones, recorriendo toda el área en una dirección antes de recorrerla en la otra, teniendo el cuidado de traslapar cada recorrido con el anterior para evitar escalonamientos.

### **9.3 SELLADO DE LAS JUNTAS**

Inmediatamente después de la compactación se procederá con el sellado de las juntas, previa ejecución de los ajustes con mortero.

El sellado de juntas es necesario para que éstas sean impermeables y para lograr el buen funcionamiento del pavimento.

Por tal razón, es importante utilizar el material adecuado y ejecutar el sellado correctamente, nunca deberá reemplazarse la arena por mortero o adicionarle otro material como cemento o cal, pues el sello quedaría rígido y quebradizo y se saldría con el tiempo. Si las juntas están mal selladas, los adoquines quedarán sueltos, el pavimento pierde solidez, deteriorándose rápidamente.

La arena será esparcida a razón de 3.5 litros / m<sup>2</sup> (0.035 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>), formando una capa delgada, sin cubrirlos totalmente, se barre utilizando una escoba o cepillo de cerdas duras, repetidamente y en varias direcciones, para que la arena penetre en las juntas.

El barrido se hace simultáneo o alternado con cada pasada del equipo vibratorio en la compactación final, de manera que las juntas queden totalmente llenas.

Cabe mencionar, que si la vibro compactadora se pasa sobre cantidades exageradas de arena, distribuida irregularmente sobre los adoquines, se puede alterar la nivelación de los mismos.



#### **9.4 COMPACTACIÓN FINAL**

La compactación final es la encargada de darle firmeza al pavimento, se realizará utilizando el equipo mencionado en el párrafo anterior, de manera simultánea o alternada con el barrido de la arena.

Durante la compactación se darán por lo menos cuatro pasadas, de la misma forma que la compactación inicial.

Una vez terminada la compactación final y el sellado de juntas, se podrá compactar adicionalmente utilizando una compactadora pequeña de rodillo o con un equipo de compactación de llantas neumáticas. Esto ayudará a que las deformaciones posteriores sean menores.

#### **9.5 LIMPIEZA**

La última fase de construcción es la limpieza de lugar, en algunos se deja que la arena sobrante permanezca sobre la superficie del pavimento hasta que es desalojada por la acción del agua y el paso de los vehículos.

#### **9.6 MANTENIMIENTO**

En Nicaragua, los recursos para la conservación o mantenimiento de la infraestructura del transporte de toda clase, siempre han sido escasos, esto se debe en gran medida a las limitaciones financieras del sector público, los cuales se han visto incrementados desde la década de los años ochenta.

Estas razones han incidido de forma desfavorable en la serviciabilidad de nuestra red vial, de lo cual no han sido ajenos los pavimentos de adoquín, lo que han sido atendidos esporádicamente y por razones de alguna emergencia (cortes en la vía, azotavientos puntuales, etc.).



---

## 9.7 TIPOS DE VEHÍCULOS

La clasificación vehicular comprendió a los vehículos Livianos, Vehículos Pesados de carga y de Pasajeros, así como el transporte no motorizado (bicicletas y tracción animal).

- Bicycletas: Son vehículos de dos ruedas no motorizados.
- Motos: son vehículos automotores de dos ruedas.
- Vehículos Livianos: son los vehículos automotores de cuatro ruedas, que incluyen los Automóviles, Camionetas, Pick - Ups, Jeep y Microbuses de uso particular.
- Vehículos pesados (buses, camiones furgones)



## 10 LA TOPOGRAFIA EN EL PROCESO DE DISEÑO DE LA CALLE

El levantamiento topográfico es el conjunto de procedimientos que tiene por objeto la determinación de la posición relativa de puntos localizados en la superficie de la tierra o algunos situados a poca altura sobre la misma; estas operaciones consisten en medir distancias verticales y horizontales entre diversos objetos terrestres, determinar ángulos entre alineaciones, y situar puntos sobre el terreno, valiéndose de mediciones previas.

El levantamiento topográfico es muy utilizado en el campo de la ingeniería civil ya que por medio de estos se pueden suministrar los datos necesarios para diseñar puentes, carreteras, vías férreas, terracería, etc.

Equipo topográfico utilizado:

**Estación Total**, Es un aparato electro-óptico utilizado en topografía, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica. Consiste en la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico.

Algunas de las características que incorpora, y con las cuales no cuentan los teodolitos, son una pantalla alfanumérica de cristal líquido (LCD), leds de avisos, iluminación independiente de la luz solar, calculadora, distanciómetro, trackeador (seguidor de trayectoria) y en formato electrónico, lo cual permite utilizarla posteriormente en ordenadores personales. Vienen provistas de diversos programas sencillos que permiten, entre otras capacidades, el cálculo de coordenadas en campo, replanteo de puntos de manera sencilla y eficaz, y cálculo de acimutes y distancias

**El Prisma:** Es un objeto circular formado por una serie de cristales que tienen la función de reflejar la señal EMD emitida por una estación total o teodolito. La distancia del aparato al prisma es calculada en base al tiempo que tarda en ir y regresar al emisor.



Antes de iniciar el diseño de una construcción se debe proporcionar al proyectista toda clase de información topográfica relativa al sitio donde se va a efectuar la obra sea esta vertical u horizontal.

- 1.- Se requiere definir la forma dimensional del terreno, lo cual se logra levantando una poligonal abierta a lo largo del eje central de la carretera.
- 2.- Se debe describir el relieve del terreno, para su configuración se efectúa una nivelación, generalmente en los puntos más relevantes y a ambos lados del eje central.
- 3.- Se debe brindar la localización topográfica o detalles de interés tales como: tendido eléctrico, tendido telefónico, drenaje de aguas servidas y pluviales, red de agua potable, pozos de visita o manjoles y tragantes de aguas pluviales existentes, localización de derecho de vía, Mojones, BM, arboles de gran tamaño, arroyos o cauces, vías de acceso, construcciones existentes, Etc.
- 4.- La manera que se acostumbra para presentar los datos topográficos es plasmándolos en un plano denominado de conjunto y dibujado a la escala solicitada, para esto se utilizan hojas de dimensiones estandarizadas.

**PLANIMETRÍA** Uno de los métodos más empleados en los levantamientos topográficos y quizás uno de los más precisos, es el levantamiento Estación Total (método utilizado en este estudio), estos se aplican en general a la mayor parte de los levantamientos de precisión ordinaria.

La poligonal de estudio para los reconocimientos topográficos de este proyecto es una línea fácil de llevar y sobre sus características no hay mucho que añadir a lo que se dice en los textos de topografía.

Puede levantarse de distintas maneras, según el número de zonas a estudiar, la rapidez y precisión requeridas, las características topográficas del terreno y la extensión del proyecto.



La poligonal de estudio debe ser tal que recoja todos los detalles necesarios para que revele claramente cuál es la mejor línea o trazado.

Los terrenos en cuanto a su configuración se pueden clasificar en plano, lomerío, y montañoso. En dependencia del tipo de terreno se usará el procedimiento más adecuado, tomando en cuenta las siguientes recomendaciones generales:

1. En terreno plano o lomerío suave: Por las buenas condiciones topográficas que se presentan en este terreno, el tiempo que se necesita para el control terrestre más o menos que el que se necesitaría para el trazo definitivo, es decir que si nos referimos a tiempo la duración es equivalente, en general, siempre se recomienda usar el procedimiento convencional o topográfico por ser más económico y rápido.
2. En terreno de lomerío: La elección del método va a depender del costo el cual a su vez varía con la longitud del tramo. Puede decirse como término medio, que es factible utilizar el procedimiento terrestre hasta unos 30 KM de longitud y de ahí en adelante usar el fotogramétrico electrónico.
3. En terreno montañoso: por lo accidentado del terreno el método más conveniente es el fotogramétrico electrónico, por ser más económico, pero quedando limitado su empleo a longitudes de calles mayores a 10 KM.

### **10.1 METODOLOGÍA USADA EN LOS ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS**

Para realizar los estudios pertinentes a la topografía del terreno se procedió a realizar un reconocimiento directo la calle para determinar en general características: Geológicas, Hidrológicas, Topográficas y complementarias.

Así se verá el tipo de suelo en el que se construirá la calle, su composición y características generales, ubicación de bancos para revestimientos y agregados para las obras de drenaje, cruces, así como pendientes aproximadas y ruta a seguir en el terreno.

Este reconocimiento requiere del tiempo que sea necesario para conocer las características del terreno donde se construirá la calle, y para llevarlo a cabo se utilizan instrumentos de medición como: estación total, teodolito, brújulas para



determinar rumbos, nivel para determinar elevaciones, y otros instrumentos sencillos como: cinta, el prisma y la estadia.

A través del reconocimiento se determinan puntos topográficos que son puntos obligados de acuerdo a la topografía y puntos determinados por lugares obligados de paso, ya sea por beneficio social, político o de producción de bienes y servicios.

Existen procedimientos modernos para el reconocimiento como el fotogramétrico electrónico, pero resulta demasiado costoso.

Los alineamientos horizontal y vertical no deben de ser considerados independientes en el proyecto, dado que se complementan el uno al otro. Aunque ambos tengan características muy particulares en su proyección; se debe de analizar la buena armonización o combinación entre ellos. Si uno de los dos alineamientos presenta partes problemáticas proyectada, estas influyen negativamente tanto en el resto de ese alineamiento como en el otro. Por lo anterior deben estudiarse en forma minuciosa ambos alineamientos, tomando en cuenta que la bondad en su proyecto incrementara su uso y seguridad.

Es difícil discutir la coordinación de los alineamientos horizontal y vertical sin referirse al amplio aspecto de la localización de calles; ambos temas están relacionados entre sí y cuanto pueda decirse de uno generalmente es aplicable al otro.

Si se supone que la localización general ha sido realizada y que el problema restante es lograr un proyecto armónico entre los alineamientos horizontal y vertical y que obtenido éste la calle resulte una vía económica, agradable y segura, se tendrá que la velocidad de proyecto adquiere mayor importancia, puesto que en el cálculo es el parámetro que logra el equilibrio buscado.

Las combinaciones apropiadas de los alineamientos horizontal y vertical se logran por medio de estudios de ingeniería y de las siguientes normas generales:



- La curvatura y la pendiente deben estar balanceadas. Las tangentes o las curvas horizontales suaves en combinación con pendientes fuertes o largas, o bien una curvatura horizontal excesiva con pendientes suaves, corresponden a diseños pobres. Un diseño apropiado es igual que combinar ambos alineamientos ofreciendo lo máximo en seguridad, capacidad, velocidad, facilidad y uniformidad en la operación, además de una apariencia agradable dentro de los límites prácticos del terreno y del área atravesada.
- La curvatura vertical sobrepuesta a la curvatura horizontal o viceversa, generalmente da como resultado una vía más agradable a la vista, pero debe ser analizada tomando en cuenta el tránsito. Cambios sucesivos en el perfil que no están en combinación con la curvatura horizontal pueden tener como consecuencia una serie de jorobas al conductor por alguna distancia. Sin embargo, en ocasiones las combinaciones de estos alineamientos pueden también resultar peligrosos bajo ciertas condiciones, tal como se discute en seguida.
- No deben proyectarse curvas horizontales forzadas en o cercas del punto bajo de una curva vertical en columpio, porque la calle da la impresión de estar cortado. Cuando la curva horizontal es muy suave presenta una apariencia de distorsión indeseable. Muchas veces la velocidad de otros vehículos, especialmente las de los camiones, son alta al final de las pendientes y pueden conducir a operaciones erráticas especialmente durante la noche.
- En calles de dos carriles, la necesidad de tramos para rebasar con seguridad a intervalos frecuentes y en un porcentaje apreciable de la longitud la calle, influye en la combinación de ambos alineamientos, en estos casos es necesario proporcionar suficientes tangentes largas para asegurar la distancia de visibilidad de rebase.
- En las intersecciones donde la distancia de visibilidad a lo largo de ambas calles sea importante y los vehículos tengan que disminuir su velocidad o parar, la curvatura horizontal y el perfil deben proyectarse lo más suave posible.



- En calles divididas se pueden emplear diferentes combinaciones de alineamiento horizontal y vertical para cada sentido de circulación, si la anchura de la faja separadora lo permite. La combinación entre los alineamientos horizontal y vertical debe de iniciarse en la etapa de anteproyecto, donde pueden realizarse los ajustes correspondientes, mediante estudios exhaustivos.

En conclusión, se puede decir que, en la etapa de Anteproyecto, se realiza el trazado de la sub- rasante, con soluciones prácticamente definitivas, solo sujetas a modificaciones pequeñas.

#### **10.1.1 Trazado en planta**

La alineación debe ser tan directa como sea posible, pero, debe estar de acuerdo con la topografía.

Una alineación sinuosa que, en términos generales, siga los contornos naturales, es estéticamente preferible a una con grandes tangentes que irrumpa a través del terreno, pues así las huellas de la construcción pueden ser reducidas a un mínimo y conservar las pendientes y arbolados naturales.

Para lograr el criterio anterior, es importante determinar lo que se denomina: Línea a Pelo de Tierra. La línea formada por curvas y/o rectas que se aproxime más a las Líneas de Pelo de Tierra será la que más se adapte al terreno.

Para trazar la Línea a Pelo de Tierra, en el plano se utiliza el Método del Compás.

#### **10.1.2 El método del compás**

El método del compás dice:

Conociendo la equidistancia entre curvas de nivel y la pendiente gobernadora (1 o 2 % menor que la máxima) o sea la pendiente que se quiere trazar, se calcula la abertura del Compás de manera que, al interceptar las curvas consecutivas, la línea imaginaria que une estos puntos tenga la pendiente deseada.



Se aconseja siempre que al desarrollar este método no se use el valor de la pendiente máxima para que la línea final resulte más apegada a las condiciones que se esperan.

### **10.1.3 Trazado en perfil**

Para hacer el trazado de la sub-rasante en los planos es necesario dibujar el perfil longitudinal del terreno, a lo largo del eje de la vía. Si el eje de la vía ha sido definido en el plano, se puede deducir del plano topográfico el perfil del terreno. Si el eje de la vía ha sido localizado directamente en el campo, el perfil del terreno se obtendrá mediante un levantamiento topográfico, o sea por medio de procedimientos de nivelación, por todas las estacas del trazo y puntos interesantes como cruces de ríos, arroyos, canales, barrancas, utilizando para estos últimos el nivel de mano si es necesario.

Con las cotas calculadas y las distancias acumuladas se procede a dibujar el perfil longitudinal, en las abscisas, se grafican las distancias o estacionamientos y en las ordenadas se grafican las alturas o elevaciones. La sub-rasante se traza sobre el perfil. El estacionado y las cotas de los puntos de inflexión vertical (PIV) se leen directamente en el La sub-rasante, es un trazado vertical compuesto por líneas rectas inclinadas, unidas por arcos de círculos, que generalmente son Parábolas.

Cuando se va a trazar la sub-rasante sobre el perfil del terreno, se tiene que tomar en cuenta los siguientes factores de diseño:

1. pendiente gobernadora
2. pendiente máxima permisible
3. longitud critica
4. pendiente mínima 0.5%, se utiliza este valor para facilitar el drenaje.

### **10.1.4 Definición de la sub-rasante**

Para hacer el trazado de la sub-rasante, no existe en la práctica una guía que defina exactamente el mejor trazo, pero si se pueden mencionar algunas



recomendaciones, que pueden ser útiles para obtener el trazado más adecuado para un proyecto.

1. Es necesario definir los puntos de altura obligada:
  - Punto de inicio y final del proyecto
  - Altura de puentes
  - Altura libre en cruces de ferrocarril
  - Altura de alcantarillas
  - Cruces de vías de nivel
  - Otros puntos de interés
2. Tratar de ubicar los PI1 de las curvas verticales, en estaciones pares completas. (Eso ayudara a los cálculos y a la construcción)
3. Comenzar el inicio del trazado de izquierda a derecha observando la altura que corresponde a los puntos verticales que definan la primera tangente y calculara su pendiente.
4. Calcular la altura de la sub-rasante de cada estación par.
5. calculara la longitud de las curvas verticales y colocar sobre el perfil su estación, elevación y su longitud de curva.
6. Debe procurarse siempre una sub-rasante suave con cambios de pendiente graduales de acuerdo al tipo de vía y tipo de terreno, tratando de adaptarse lo mejor posible a las líneas generales del relieve del terreno
7. Cambios de pendientes, para ajustarse al terreno y facilitar la evacuación de las aguas, para esto se recomienda:
  - Cambios de pendiente de (+) a (-) en excavación.
  - Cambios de pendiente de (-) a (+) en terraplén.



8. Debe existir coordinación entre la planta y el perfil.

9. Debe existir compensación entre excavación y relleno.

Además de las recomendaciones anteriores, el proyecto de la sub-rasante está definido por los siguientes elementos:

En este sentido, el trazado debe reunir determinadas características en sus alineamientos y pendientes, y para ello deberán establecerse desde un principio los radios de curvatura mínimo y las pendientes máximas que pueden emplearse.

Del análisis económico de la región en estudio, el ingeniero puede determinar el tipo de vehículo que predominará en la futura vía. Así, cuándo estudie el trazado podrá crear las condiciones óptimas para el desenvolvimiento normal de ese vehículo.

Asimismo, estas normas establecen que, donde sea posible, las pendientes positivas o en subida no deben tener una longitud tal que los camiones cargados tengan que reducir su velocidad indebidamente. De esta manera, la llamada longitud crítica de pendiente queda definida como aquella longitud de trayecto que motiva una reducción de 25 km/h (15 millas/hora) en la velocidad de los vehículos pesados.

#### **10.1.5 Estudios de la rasante**

La rasante puede definirse como la elevación con respecto a una superficie de referencia definida de todos los puntos del eje de la vía. Es la línea base que define todos los alineamientos verticales del trazado y su elección depende de muy variadas condicionales entre las cuales se destacan:

- Topografía del terreno.
- Puntos obligados en altura.
- Seguridad en la circulación vehicular.
- Visibilidad.
- Velocidad de diseño.



- Costos de construcción.
- Costos de operación.
- Características del alineamiento horizontal.

Es prácticamente imposible debido a la topografía del terreno, mantener una rasante constante desde el inicio hasta el punto de terminación de la calle; ya que traería como resultado un enorme movimiento de tierra que atentaría contra el costo total de la obra. En definitiva, la rasante debe adaptarse al terreno y mantener a su vez, sus especificaciones de diseño y reglas prácticas estudiadas en el epígrafe anterior.

A los puntos de intersección de rasantes de distinta inclinación se les denominan puntos verticales (PV); y en ellos se diseñan curvas verticales parabólicas que tienen como objetivo facilitar una transición gradual entre una rasante y otra con diferente inclinación. Según su posición estas curvas verticales pueden encontrarse encima o en depresión.

Por un problema de drenaje los cambios de rasante de pendiente (-) a rampa (+) deben ocurrir en terraplén y los cambios de rampa (+) a pendiente (ó) deben ocurrir en excavación preferiblemente.

#### **10.1.6 Coordinación entre la alineación en planta y en perfil de la rasante**

Las alineaciones en planta y en perfil de la rasante no deben ser proyectadas independientemente ya que ellas se complementan entre sí, y una combinación inadecuada puede dañar los puntos buenos y agravar las deficiencias de cada una de ellas.

La coordinación entre la planta y el perfil de la rasante no debe dejarse para cuando se presente la oportunidad; sino que desde el comienzo mismo del proyecto vial se deben dar los pasos necesarios para su correcta coordinación, con el objetivo de que los ajustes se puedan realizar fácilmente y casi siempre sin ningún costo adicional. Con ello se aumentan la utilidad y las condiciones de seguridad de la vía, se propicia una velocidad uniforme y se mejora la estética de las obras viales.



Esta coordinación armoniosa de ambos aspectos de un mismo problema debe permitirle al usuario:

- Distinguir la vía y los obstáculos que puedan presentarse a una distancia suficientemente amplia que le permita maniobrar o detenerse.
- Distinguir de forma clara las disposiciones de los puntos singulares del trazado (bifurcaciones, intercambios, intersecciones; etc.).
- Prever de lejos la evolución del trazado.
- Apreciar la adaptación de la calle al terreno circundante; sin ser distraído por engaños o incomodado por recodos, quebraduras en la perspectiva y discontinuidades desagradables que atenten contra la comodidad psicológica del conductor.

Entre las recomendaciones generales para esta coordinación se pueden mencionar:

- La curvatura en planta y la rasante deben estar debidamente balanceadas:
- Alineaciones rectas o con curvas suaves en planta a expensas de pendientes fuertes y largas; o curvaturas fuertes en planta con pendientes suaves, son muestras ambas de un proyecto inadecuado. Un diseño lógico es una situación intermedia entre ambos, que ofrece el máximo de seguridad y apariencia agradable dentro de los límites prácticos del terreno y de la zona por donde atraviesa la vía.
- El uso de curvas verticales coincidentes con curvas horizontales, o viceversa, generalmente resultan en una obra más agradable, pero se deben analizar sus efectos sobre el tránsito, porque cambios en el perfil que no estén en combinación con curvas horizontales, pueden dar lugar a una serie de ondulaciones visibles por el conductor del vehículo en alguna distancia, lo cual tiende a producir una condición peligrosa.

El uso de la combinación de curvas horizontales y verticales, puede, sin embargo, resultar peligroso como se expone a continuación:



- Al recorrer un tramo de calle este debe dar una idea del próximo inmediato; así, es inadmisibles una curva separada de una recta por una cima; o sea, no debe situarse el comienzo de una curva horizontal cerrada en o cerca del vértice de una curva pronunciada en cima. Esta condición resulta peligrosa ya que el conductor del vehículo no puede percibir en el ascenso a la curva horizontal; especialmente de noche cuando los faros del vehículo se proyectan rectos al espacio. Se evita este inconveniente sí la curva horizontal domina a la curva vertical; esto es, si la curva horizontal tiene una longitud mayor que la vertical, quedando por lo tanto la curva vertical contenida dentro de la horizontal.

#### **10.1.7 Levantamiento de un perfil longitudinal y secciones transversales**

A la operación de nivelar puntos situados a corta distancia entre sí, a lo largo de una alineación determinada se le llama nivelación de un perfil. En los proyectos y levantamientos topográficos para calles se colocan estacas u otras señales a intervalos regulares a lo largo de una alineación ya fijada, ordinariamente en el eje central de la obra. El intervalo entre las estacas suele ser de 50mts. 20 o 10 mts. de acuerdo con la precisión requerida del proyecto.

Las secciones transversales son necesarias determinarlas cuando se necesita reconocer la verdadera forma del terreno en una cierta extensión como trabajo previo y auxiliar para obras de riego, movimiento de tierra, edificios, etc.

#### **10.1.8 Secciones transversales y perfil longitudinal**

El empleo de este método facilita el trazado de las curvas de nivel y si dichas secciones son debidamente escogidas, las precisiones en el trazado de las curvas pueden compararse con las obtenidas empleando los métodos directos.

Las secciones deben espaciarse de acuerdo con las características del terreno, así en lugares donde las curvas de nivel tengan una curvatura pronunciada deben hacerse menos separadas, debiendo determinarse, en la parte más baja de los valles, una sección que coincida lo más aproximadamente posible con la línea de vaguada.



### **10.1.9 Determinación de perfil longitudinal y secciones transversales**

Cualquier sección, recta o curva, determinada por la intersección de un plano vertical con el terreno, puede ser representada sobre un plano o mapa topográfico.

Los perfiles se denominan longitudinales, cuando se desarrollan en el sentido de las alineaciones que los definen y transversales, cuando se determinan un corte o sección de terreno perpendicular al anterior.

Los perfiles transversales tienen un punto común con el longitudinal en el eje que se intersecan y es el origen del que parten las operaciones, considerando el perfil transversal dividido en dos sentidos: derecho e izquierdo, y por tanto las distancias serán referidas a dicho punto según el sentido de avance de la obra.

Procedimiento de campo para realizar el levantamiento de los datos para perfil longitudinal y secciones transversales (realizado con ESTACION TOTAL).

1. Definir la línea central de la obra a levantar con ayuda de los jalones, Estación Total o el teodolito mismo asignándole un rumbo o azimut (poligonal abierta).
2. estacionar la línea a cada 10 metros.
3. elegir un BM, referenciarlo a la línea y asignarle una cota.
4. plantar el nivel en un punto adecuado, que nos permita observar el mayor número de estaciones desde el mismo sitio.
5. ubicar la estadía en el BM y efectuar una lectura de espalda.
6. definir las secciones transversales perpendiculares a la línea central en cada estación espaciándolas según sea conveniente.
7. tomar lecturas de he (LI) en el centro de las secciones, a la izquierda y a la derecha del eje. Registrarla debidamente.
8. si la estadía se mueve hasta un punto posterior en el cual no se pueden observar más lecturas, seleccionar un punto de cambio y efectuar una nivelación compuesta para la determinación de las elevaciones restantes



## 10.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El levantamiento es un conjunto de operaciones que determinan las posiciones de puntos, la mayoría calculan superficies y volúmenes y la representación de medidas tomadas en el campo mediante perfiles y planos entonces son topográficos.

Levantamiento topográfico: Es el conjunto de operaciones necesarias para determinar geoméricamente el contorno de una figura (relieve).

Levantamiento Planimétrico: Conjunto de operaciones necesarias para obtener los puntos y definir la proyección sobre el plano de comparación.

Levantamiento Altimétrico: Conjunto de operaciones necesarias para obtener las cotas o alturas respecto al plano de comparación.

### 10.2.1 Levantamiento Planimétrico (Planimetría)

Aquí se estudian los procedimientos para fijar las posiciones de puntos proyectados en un plano horizontal, sin importar sus elevaciones.

Las medidas de distancias entre puntos pueden hacerse:

- Directas (con Longímetros)
- Indirectas (con Telémetros)

Las distancias con que se trabaja y que se marcan en planos en planos, siempre son horizontales. Por tanto, las distancias siempre que se puede se miden horizontales o se convierten a horizontales con datos auxiliares (ángulo vertical o pendiente)

Empleo de la cinta en medidas de distancias:

a) Terreno horizontal. Se va poniendo la cinta paralela al terreno, al aire, y se marcan los tramos clavando estacas o "fichas", o pintando cruces.

Al medir con cinta es preferible que este no toque el terreno, pues los cambios de temperatura al arrastrarlo, o al contacto simple, influyen sensiblemente en las medidas.



Las cintas de acero con una tensión de aproximadamente 4Kg por cada 20m de longitud, dan la medida marcada, esta tensión se mide con Dinamómetro en medidas de precisión, y las cintas deben compararse con la medida patrón. Para trabajos ordinarios con cintas de 20 a 30 m, después de haber experimentado la fuerza necesaria para templar con 4 o 5Kg no es necesario el uso constante del Dinamómetro.

b) Terreno inclinado - Pendiente constante e) Terreno irregular

Siempre se mide en tramos horizontales para evitar el exceso de datos de inclinaciones de la cinta en cada tramo.

### **10.2.2 Direcciones de las líneas y ángulos horizontales**

La dirección de una línea se puede definir por el Rumbo o por su Azimut. Ambos pueden ser magnéticos o astronómicos. Los datos astronómicos se consideran invariables, y también se les llama verdaderos.

Rumbo es el ángulo que forma una línea con el eje Norte - Sur, contando de  $0^\circ$  a  $90^\circ$ , a partir del Norte o a partir del Sur, hacia el Este o el Oeste.

Tomando la línea AB, su rumbo directo es el que tiene estando parado uno en (A) y viendo hacia (B).

El rumbo Inverso es el que tiene en sentido opuesto, o sea el de BA.

Azimut Angulo que forma una línea con la dirección Norte - Sur, medido de  $0^\circ$  a  $360^\circ$  a partir del norte, en el sentido del movimiento del reloj.

Declinación Magnética. - Es el ángulo formado entre la dirección Norte-Astronómica y la Norte magnética. Cada lugar de la tierra, tiene su declinación que puede ser hacia el Este o hacia el Oeste, según se desvíe la punta Norte de la aguja magnética.

En los anexos se presenta los datos de planimetría; o control horizontal encontrados en el campo y con estos datos se procedió al diseño geométrico, curvas de nivel, y todo lo correspondiente al proyecto.



## 11 ESTUDIO HIDROLÓGICO

El estudio hidrológico consiste en garantizar el diseño hidráulico de la calle en estudio y de esta manera realizar el drenaje pluvial de forma segura y ordenada de la calle que será adoquinada en la Ciudad de Masaya.

Masaya no dispone de sistema de drenaje pluvial en la mayoría de sus calles, actualmente el drenaje pluvial escurre libremente en las cunetas provocando problemas de inundaciones en los sectores más bajos de la ciudad. Los tramos de calles que se incluyen en este proyecto presentan serios problemas de inundaciones debido a esta problemática y al hecho de que las pendientes topográficas en la localidad son bastante regulares o pobres.

Los tramos de calles que serán adoquinados, reciben aportes de toda la cuenca Noreste de la ciudad, este caudal supera la capacidad de conducción de las cunetas proyectadas, por ello se debe incluir un sistema de conducción de escorrentía pluvial con disposición en el cauce pluvial localizado en el sector norte de la ciudad y que tiene como descarga final el Río Masaya.

Para las estimaciones de los caudales de diseño y la determinación de la velocidad y el área hidráulica para drenar el agua pluvial transversal como longitudinalmente se basaron en el método Racional y la fórmula de Manning.

1: apuntes tomados de la asignatura de hidrología; Ingeniero Otoniel Arguello

### 11.1 MÉTODO RACIONAL

El caudal de agua de lluvia se calcula por el Método Racional, la fórmula utilizada es la siguiente:

$$Q = CIA / 360$$

En donde:

- 1) Q = Caudal en m<sup>3</sup>/s
- 2) I = Intensidad de la lluvia (igual al tiempo de concentración).
- 3) A = Área de drenaje de la sub-cuenca (en Ha).
- 4) C = coeficiente ponderado de escorrentía (adimensional).

### 11.2 CRITERIOS DE DISEÑOS HIDRÁULICOS

Intensidad de la Lluvia (I)

Los valores de la intensidad usado en este estudio, fueron estimado con los registros de INETER, en el cual se analizaron los datos de la estación meteorológica del INETER, ubicada en el Aeropuerto Internacional de Managua,



determinándose los valores anuales máximo de intensidad de lluvia para tiempos de duración de 5, 10, 15, 30, 60, 120 y 360 minutos.

Los valores de intensidad usados en este estudio se determinaron por medio de la fórmula abajo descrita, en las cuales se analizaron los datos de la estación meteorológica indicada anteriormente, el período de registro analizado es de 1974-2016. Los parámetros para los ajustes de las curvas son:

Parámetros de ajuste para las ecuaciones de la forma  $1=A / (Te+d)^n$  ecuación

Tiempo de Concentración (Te)

Los tiempos de concentración se calculan utilizando la siguiente fórmula establecida por el Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano.

$$Te= 0.0041 * (3.28 * L / S)^{0.77}$$

Donde:

Te = Tiempo de concentración de la lluvia en minutos

L =Longitud máxima de recorrido en metros

S = Pendiente media del terreno en m/m

Te = tiempo de concentración será igual o mayor que la duración de la lluvia

Coefficiente de Escorrentía

Estimación del Coeficiente "C"

El Coeficiente de escurrimiento "C" se definió en función del tipo de suelo de la zona, su tipo de cobertura vegetal y tipo de pendientes.

## **12 PREGUNTAS DIRECTRICES EN LA INVESTIGACION E HIPOTESIS**

### **12.1 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

1. ¿Qué normas de diseño se deberán implementar para el diseño del adoquinado de esta calle?
2. Para qué tipo de vehículos se deberá diseñar el pavimento de la calle?
3. ¿Qué tipo de adoquín se deberá utilizar de 8cms o de 10 cms?
4. ¿Cómo eliminar el problema de encharcamientos de este sector en estudio?



## 12.2 HIPÓTESIS

H1: Con la construcción de este adoquinado la calle en estudio se convertirá en una vía principal de la red vial de la ciudad.

H2: Existe la posibilidad que este diseño sirva para despertar el interés de la municipalidad para ejecutar el proyecto de adoquinado.

H3: Si se diseña con adoquín de 10 cms de espesor me soportara todo tipo de tráfico.

H4: La construcción de una canaleta de drenaje pluvial resolverá el problema de inundación del sector.



---

## 13 DISEÑO METODOLOGICO DE INVESTIGACION

### 13.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN Y ALCANCES

El tipo de diseño metodológico de esta investigación es **no experimental**. La investigación se realizó basándonos en resultados prediseñados y normados en la construcción de nuestro país.

En el desarrollo de este proyecto de diseño no se modificó en forma intencional u accidental ninguna de las variables independientes relacionadas con cualquier otra circunstancia que tienda a variar los resultados (otras variables asumidas en el proceso de la investigación).

En el proceso de investigación se recolectaron los datos en un solo período, convirtiéndose esta investigación en tipo transversal, analizamos los acontecimientos y su relación en un determinado momento.

Nuestra investigación presenta un enfoque cualitativo, en donde recolectamos los datos en campo para probar las hipótesis analizando el tipo de tráfico del sector y la problemática de la zona del proyecto.

El alcance en nuestra investigación podemos definirla como descriptiva, porque con el desarrollo de la investigación tratamos de alertar sobre una problemática que ha afectado la zona de estudio por décadas convirtiéndola en vulnerable.



## 13.2 MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

### 13.2.1 Tabla de variables

Objetivos Específicos	Variables conceptual	Sub variable o Dimensiones	Variable Operativa Indicador	Técnica de recopilación de Datos o Información y Actores Participantes					
				Encuesta	Entrevista	Tablas	Experimento	Laboratorio	Asambleas
<b>Levantamiento Topográfico de la calle a adoquinar.</b>	Se realiza con teodolito, Para determinar la posición y altura relativa de los puntos relevantes localizados sobre una superficie de la tierra	Es la medición de distancias y ángulos horizontales y verticales, así como la ubicación de puntos sobre el terreno.	El levantamiento de campo se representa gráficamente a través de un mapa o plano topográfico procesado en AUTOCAD que es un programa de diseño.			X	X		



## TABLA DE VARIABLES

Objetivos Específicos	Variables conceptual	Sub variable O Dimensiones	Variable Operativa Indicador	Técnica de recopilación de Datos o Información y Actores Participantes					
				Encuesta	Entrevista	Tablas	Experimento	Laboratorio	Asambleas
<b>Actividades</b>									
<b>Estudio de suelo.</b>  <b>o</b> <b>Estudio geotécnico</b>	Investigación a través de sondeos manuales con muestras de suelo. Este trabajo se realiza con el propósito de obtener las principales características del sub-suelo del tramo propuesto para adoquinar	Es el análisis granulométrico del tamaño de las partículas que constituye el suelo, su propósito es fijar, en porcentaje el peso total, la cantidad de granos de distintos tamaños que lo conforman, así como el porcentaje de humedad (hidrometría).				X		X	X



## 14 ANALISIS DE IMPACTO AMBIENTAL CON EL EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO

El estudio del impacto ambiental en la etapa de construcción del proyecto Aduquinado de calle en sector Zona Franca Siglo XXI de la ciudad de Masaya; se busca reflejar mediante un análisis cuantitativo, los diversos impactos causados al ambiente mediante la etapa de construcción del proyecto.

Aunque estos impactos no se pueden eliminar por completo, se pueden atenuar de tal manera que los efectos constructivos y post-constructivos sean mínimos.

Este proyecto pretende resolver la problemática que sufren los usuarios de dicha vía de transporte permitiéndoles ahorrar tiempo y evitando el deterioro de sus unidades de transporte provocado por el mal estado de dicha calle en estudio de tal forma que contribuya a mejorar la calidad de vida de la población del sector y población aledaña a la zona, aunque si no se consideran todos los factores ambientales del medio este objetivo pudiera revertirse y causar un efecto adverso.

### 14.1 ANÁLISIS DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SITIO SIN CONSIDERAR EL PROYECTO

Para sintetizar este análisis y su entendimiento sea más claro se hace la siguiente tabla

Factores Ambientales	Alteraciones Ambientales		Valoración de la calidad Ambiental
	EFFECTOS	CAUSAS	
Clima	Erosión del Suelo	Falta de Vegetación	Negativa
Falta de sistema de drenaje Pluvial	Formación de lodo putrefacto en grandes cantidades	Erosión de Suelos	Negativa

Tabla: Análisis de la calidad Ambiental

Se debe tener claro que las construcciones horizontales (caminos, ferrocarriles, canales, líneas de transmisión, oleoductos, etc.), en mayor o menor grado, afectan negativamente al medio ambiente al extenderse sobre terrenos de variadas características y condiciones, alterando ecosistemas y recursos naturales. Estos efectos se producen de varias maneras, entre ellas podemos citar:

- ✓ Alteración de los patrones de drenaje de la zona de emplazamiento
- ✓ Concentración de escorrentía
- ✓ Erosión de suelos y sedimentación
- ✓ Perturbación del hábitat de la flora y la fauna
- ✓ Reubicación de asentamientos humanos y/o irrupción en la vida de las comunidades aledañas



- ✓ Contaminación del aire, el suelo, el agua (ríos, lagos, agua freática, mares, etc.)

Para contrarrestar los efectos negativos de la construcción sobre el entorno natural es requerido por ley que quien planifica y financia las obras realice previamente un estudio de Impacto Ambiental.

De este último resultan obligaciones para el Emprendedor de la obra a fin de evitar daños mayores en el entorno del Proyecto y obras de mitigación de los impactos negativos inevitables.

El Emprendedor del Proyecto traspasa estas obligaciones al Ejecutor de las obras (El Contratista), quien recibe compensación por realizar las obras viales y las obras de protección, provisionales y permanentes, para mitigar los daños.

La mitigación se hace de tres maneras:

- 1.- Ejecutar las obras viales atendiendo las normas a seguir en las operaciones constructivas.
- 2.- Construcción de obras de protección previstas en los planos.
- 3.- Construcción de obras provisionales y toma de medidas eventuales que permiten una ejecución de las obras viales evitando que fenómenos naturales como la lluvia, el viento, el fuego, afecten al medio ambiente y los recursos naturales.

#### **14.2 IMPACTOS AMBIENTALES QUE GENERA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO**

Las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Calles, y Puentes (NIC-2000), detallan la manera de construir las obras para la mitigación de impactos; en la siguiente tabla se muestran las especificaciones de los impactos negativos que se pueden generar mediante la construcción del proyecto Adoquinado de calle en sector Zona Franca Siglo XXI de la ciudad de Masaya, posteriormente se realiza un análisis para plantear una solución a los impactos negativos de mayor relevancia y la elaboración de un programa de contingencia de riesgos.

<b>Impacto o acciones del proyecto</b>	<b>Factor del medio afectado</b>	<b>Efectos Directos</b>
<b>Limpieza</b>	Clima	Reduce la cubierta vegetal
	Calidad del aire	Perdida de la humedad relativa por la disminución de la vegetación
	Geología y Geomorfología	Altera la topografía de la tierra
	Suelo	Mayor erosión por la pérdida de la cubierta vegetal



	Vegetación	Se reduce la vegetación por la actividad de destronque
	Fauna	Se reduce el hábitat de las especies
	Paisaje	Se pierde vegetación que caracteriza la zona
<b>Movimiento de tierra</b>	Calidad del aire	Origina polvo en suspensión
	Ruidos	Ruido ocasionado por la maquinaria
	Geología y Geomorfología	Altera la topografía de la tierra
	Suelo	Desconsolida el estado natural del suelo
	Vegetación	Se pierde el área de vegetación en el área del movimiento de tierra
	Fauna	Se reduce el hábitat de la fauna
	Paisaje	Cambia el medio físico
	Transporte	Se afectan por excavación que atraviesen el camino
<b>instalación de tubería</b>	Ruidos	Ruido por ajetreo de la instalación
	Suelo	Introducción de material extraño al suelo
	Vegetación	Imposibilita la aparición de especies valiosas de vegetación
	Fauna	Traslado de micro especie a otros sitios
<b>relleno</b>	Calidad del aire	Origina polvo en suspensión
	Ruidos	Ruido propio de la actividad
	Geología y Geomorfología	Altera la topografía de la tierra
	Suelo	desconsolida el estado natural del suelo
	Vegetación	Perdida momentánea de la vegetación
	Fauna	Traslado de micro especie a otros sitios
	Paisaje	Cambia el medio físico
	Transporte	Afecta el tráfico mientras se trabaja

Tabla: Impactos ambientales negativos del proyecto



### 14.3 PROGRAMA DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Se muestra un resumen de las medidas de atenuación de impactos ambientales negativos más relevantes por la ejecución del proyecto Adoquinado de calle en sector Zona Franca Siglo XXI de la ciudad de Masaya.

Factor del medio	Impacto	Medida de Mitigación
<b>Transporte</b>	Causa atraso e incomodidad al transporte a causa de los trabajos propios de la construcción	Exigir al contratista el desvío necesario para no interrumpir el tráfico durante la ejecución de la obra
<b>Hidrología superficial</b>	Aumenta el caudal natural de aguas servidas y agua de lluvias que circulan debido al crecimiento del coeficiente de escorrentía superficial	Aplicación de la reglamentación de la disposición final de aguas servidas a las calles educación pública
<b>Suelo</b>	Erosión e infertilidad del suelo en la zona aledaña al boulevard	Reforestar con especies gramíneas en la zona de la mediana del boulevard
<b>Vegetación</b>	Perdida de la cubierta vegetal	Reforestar y proteger la zona de mayor deterioro de la cubierta vegetal

Tabla: Medidas de mitigación contra impacto ambiental negativo

En las medidas de atenuación se debe tener en cuenta que no se puede perjudicar a la población en el desempeño de sus actividades económicas, procurando que las operaciones de construcción no obstruyan el acceso de las viviendas, la infraestructura social o el sitio de trabajo de la comunidad. Cuando esto no se pueda evitar, el contratista deberá proveer accesos equivalentes o alternativos a los que existían.

En la Etapa de construcción se deben crear accesos alternativos a comunidades, reubicación de pequeños negocios próximos a la vía, reubicación de actividades en áreas aledañas.

La alteración de la calidad del aire por las emisiones de los motores del equipo de construcción debe ser controlada mediante el buen funcionamiento mecánico de dichos motores. La alteración causada por el polvo se controlará mediante la aplicación de riegos de agua o de productos aprobados.

Para que los dispositivos de seguridad del tránsito prevengan efectivamente los accidentes, será indispensable advertir a los conductores y pobladores por medio



de diversas señales preventivas y obligatorias que permitan disminuir al máximo los posibles accidentes tanto peatonales como vehiculares.

El Contratista tomará las siguientes previsiones que garanticen la seguridad del tráfico vehicular y peatonal:

Colocar señales preventivas que alerten a los pobladores y conductores sobre el riesgo existente al acercarse al área de construcción.

Establecer límites de velocidad en las cercanías de áreas habitadas.

Colocar señales de desvío en los tramos donde estén trabajando las maquinas.

Controlar el tráfico mediante señales, marcas y delineadores en la vía. Estos dispositivos serán adecuados a las características de cada tramo de trabajo.

Las medidas de seguridad que el contratista tiene que implementar, dependerá en gran medida de la presencia de postes, árboles, zanjas, taludes abruptos y barreras al lado de la vía.

Además, el contratista debe controlar las señales, marcas, ubicación de intersecciones, arreglos para acceso a la vía, estacionamiento, y paradas de buses, previsiones para peatones, ciclistas y usuarios no motorizados, lo que evitara accidentes durante la etapa de ejecución del proyecto.



## 15 COSTO DEL PROYECTO

Esto corresponde a la parte físico financiera del proyecto en donde se determinará su valor, el flujo de caja durante el proceso de ejecución de la obra y mediante la ruta crítica dar seguimiento a las diferentes etapas y cumplir con los tiempos estipulados hasta la finalización del proceso constructivo del proyecto.

### 15.1 ALCANCES GENERALES DE OBRAS

ALCANCES GENERALES DE OBRAS						
Proyecto: <b>Adoquinado de 520 ml de calle en sector Zona Franca Siglo XXI (Masaya)</b>						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD ALMYA	CANTIDAD FOMAV	COSTOS	
					UNITARIO	TOTAL
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>					
	<b>LIMPIEZA INICIAL</b>					
1.1	LIMPIEZA INICIAL	M2	4,160.00		C\$ 10.00	C\$ 41,600.00
	<b>TRAZO Y NIVELACION</b>					
1.2	TRAZO PARA ADOQUINADO	M2	4,160.00		C\$ 20.00	C\$ 83,200.00
<b>2</b>	<b>MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION</b>					
2.1	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	KMS	15.00		C\$ 2,300.00	C\$ 34,500.00
<b>3</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>					
	<b>ACARREO DE MATERIALES</b>					
3.1	ACARREO DE MATERIAL SELECTO	M3	1,514.24		C\$ 110.00	C\$ 166,566.40
3.2	ACARREO DE MATERIAL POMEZ	M3	648.96		C\$ 110.00	C\$ 71,385.60
	<b>CORTE Y/O EXCAVACION CON EQUIPO</b>					
3.3	CORTE Y/O EXCAVACION (CON EQUIPO)	M3	2,163.20		C\$ 130.00	C\$ 281,216.00
3.4	NIVELACIÓN Y CONFORMACIÓN COMPACTADA	M2	4,160.00		C\$ 27.00	C\$ 112,320.00
	<b>RELLENO Y COMPACTACION CON EQUIPO</b>					
3.5	RELLENO Y COMPACTACION BASE	M3	624.00		C\$ 120.00	C\$ 74,880.00
3.6	RELLENO Y COMPACTACION SUB-BASE	M3	624.00		C\$ 120.00	C\$ 74,880.00
	<b>BOTAR TIERRA SOBRANTE DE EXCAVACION</b>					
3.7	BOTAR TIERRA SOBRANTE DE EXCAVACION C/EQ	M3	915.20		C\$ 90.00	C\$ 82,368.00
	<b>EXPLORACIÓN DE BANCO</b>					
3.8	EXPLORACION DE BANCO CON TRACTOR D6	M3	2,163.20		C\$ 95.00	C\$ 205,504.00



<b>4</b>	<b>CARPETA DE RODAMIENTO</b>				
4.1	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN PARA ADOQUINES	M2	4,160.00	C\$ 15.00	C\$ 62,400.00
4.2	COLOCACIÓN DE ADOQUÍN 3,500 PSI DE 4" (INCLUYE CAMA DE ARENA DE 5 CMS)	M2	4,004.00	C\$ 350.00	C\$ 1,401,400.00
<b>5</b>	<b>CUNETAS Y BORDILLOS (VIGAS)</b>				
	<b>BORDILLOS DE CONCRETO PARA ADOQUINES</b>				
5.1	BORDILLO LONGITUDINAL DE CONCRETO DE 3000 PSI, DIMENSIONES DE 15X45 CM	ML	1,040.00	C\$ 280.00	C\$ 291,200.00
<b>5</b>	<b>CONSTRUCCION DE CANALETA</b>				
5.1	SUMINISTRO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA PARA CONSTRUCCION DE CANAL DE DRENAJE PLUVIAL CONFORME PLANOS DEL PROYECTO	ML	520.00	C\$ 1,450.00	C\$ 754,000.00
<b>6</b>	<b>SEÑALIZACION HORIZONTAL Y PINTURA</b>				
6.1	PINTURA DE BORDILLOS LATERALES	ML	1,040.00	C\$ 35.00	C\$ 36,400.00
6.2	EJE CENTRAL	ML	520.00	C\$ 65.00	C\$ 33,800.00
6.3	SEÑALIZACION HORIZONTAL DIRECCIONAL (PASO PEATONAL, FLECHAS DIRECCIONALES, ETC)	C/U	4.00	C\$ 400.00	C\$ 1,600.00
<b>7</b>	<b>LIMPIEZA Y ENTREGA</b>				
	<b>LIMPIEZA FINAL</b>				
7.1	LIMPIEZA FINAL	M2	4,160.00	C\$ 10.00	C\$ 41,600.00
	<b>ROTULO METALICO INFORMATIVO</b>				
7.2	ROTULO METALICO (INCLUYE ESTRUCTURA DE SOPORTE E INSTALACION)	C/U	1.00	C\$ 6,500.00	C\$ 6,500.00
<b>a</b>				<b>COSTOS DIRECTOS</b>	<b>C\$ 3,857,320.00</b>
<b>b</b>				<b>COSTOS INDIRECTOS (2% SOBRE a)</b>	<b>C\$ 77,146.40</b>
<b>c</b>				<b>ADMINISTRACION (3% SOBRE a+b)</b>	<b>C\$ 118,033.99</b>
<b>d</b>				<b>UTILIDADES (7% SOBRE a+b+c)</b>	<b>C\$ 283,675.03</b>
<b>e</b>				<b>SUBTOTAL (a+b+c+d)</b>	<b>C\$ 4,336,175.42</b>
<b>f</b>				<b>IMPUESTO SOBRE VALOR AGREGADO I.V.A (15% SOBRE e)</b>	<b>C\$ 650,426.31</b>
<b>g</b>				<b>PRECIO TOTAL DE LA OFERTA EN C\$</b>	<b>C\$ 4,986,601.73</b>
	TIEMPO DE EJECUCION: 28 Dias Calendarios				

Este formato para determinar el costo total del proyecto corresponde al formulario No. 4 de la ley 801 ley de contrataciones municipales vigente en todo nuestro país, el cual rige la forma de presentación de oferta para determinar el costo total de construcción de una obra.



## 15.2 PROGRAMACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO

PROGRAMA FÍSICO DEL PROYECTO												
PROYECTO: ADOQUINADO DE 520 ML DE CALLE EN SECTOR ZONA FRANCA SIGLO XXI (MASAYA)											FECHA DE INICIO: 04 OCT 18	
ETAPA	DESCRIPCIÓN	U/MEDIDA	CANTIDAD DE OBRA	COSTO		% PESADO	PERIODOS DE EJECUCIÓN					TOTAL
				UNITARIO	TOTAL		S1	S2	S3	S4	S5	
<b>I</b>	<b>PRELIMINARES</b>											
	LIMPIEZA INICIAL											
1.1	LIMPIEZA INICIAL	M2	4,160.00	C\$ 10.00	C\$ 41,600.00	1.08%	4,160.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4,160.00
	<b>TRAZO Y NIVELACION</b>											
1.2	TRAZO PARA ADOQUINADO	M2	4,160.00	C\$ 20.00	C\$ 83,200.00	2.16%	4,160.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4,160.00
<b>2</b>	<b>MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION</b>											
2.1	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	KMS	15.00	C\$ 2,300.00	C\$ 34,500.00	0.89%	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.00
<b>3</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>											
	<b>ACARREO DE MATERIALES</b>											
3.1	ACARREO DE MATERIAL SELECTO	M3	1,514.24	C\$ 110.00	C\$ 166,566.40	4.32%	757.12	757.12	0.00	0.00	0.00	1,514.24
3.2	ACARREO DE MATERIAL POMEZ	M3	648.96	C\$ 110.00	C\$ 71,385.60	1.85%	648.96	0.00	0.00	0.00	0.00	648.96
	<b>CORTE Y/O EXCAVACION CON EQUIPO</b>											
3.3	CORTE Y/O EXCAVACION (CON EQUIPO)	M3	2,163.20	C\$ 130.00	C\$ 281,216.00	7.29%	1,802.67	360.53	0.00	0.00	0.00	2,163.20
3.4	NIVELACIÓN Y CONFORMACIÓN COMPACTADA	M2	4,160.00	C\$ 27.00	C\$ 112,320.00	2.91%	1,386.67	2,773.33	0.00	0.00	0.00	4,160.00
	<b>RELLENO Y COMPACTACION CON EQUIPO</b>											
3.5	RELLENO Y COMPACTACION BASE	M3	624.00	C\$ 120.00	C\$ 74,880.00	1.94%	0.00	624.00	0.00	0.00	0.00	624.00
3.6	RELLENO Y COMPACTACION SUB-BASE	M3	624.00	C\$ 120.00	C\$ 74,880.00	1.94%	0.00	624.00	0.00	0.00	0.00	624.00
	<b>BOTAR TIERRA SOBRANTE DE EXCAVACION</b>											
3.7	BOTAR TIERRA SOBRANTE DE EXCAVACION C/EQ	M3	915.20	C\$ 90.00	C\$ 82,368.00	2.14%	0.00	915.20	0.00	0.00	0.00	915.20
	<b>EXPLOTACIÓN DE BANCO</b>											
3.8	EXPLOTACION DE BANCO CON TRACTOR D6	M3	2,163.20	C\$ 95.00	C\$ 205,504.00	5.33%	2,163.20	0.00	0.00	0.00	0.00	2,163.20



<b>4</b>	<b>CARPETA DE RODAMIENTO</b>												
4.1	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN PARA ADOQUINES	M2	4,160.00	C\$ 15.00	C\$ 62,400.00	1.62%	0.00	832.00	3,328.00	0.00	0.00	4,160.00	
4.2	COLOCACIÓN DE ADOQUÍN 3,500 PSI DE 4" (INCLUYE CAMA DE ARENA DE 5 CMS)	M2	4,004.00	C\$ 350.00	C\$ 1,401,400.00	36.33%	0.00	800.80	3,203.20	0.00	0.00	4,004.00	
<b>5</b>	<b>CUNETAS Y BORDILLOS (VIGAS)</b>												
	<b>BORDILLOS DE CONCRETO PARA ADOQUINES</b>												
5.1	BORDILLO LONGITUDINAL DE CONCRETO DE 3000 PSI, DIMENSIONES DE 15X45 CM	ML	1,040.00	C\$ 280.00	C\$ 291,200.00	7.55%	0.00	832.00	208.00	0.00	0.00	1,040.00	
<b>5</b>	<b>CONSTRUCCION DE CANALETA</b>												
5.1	SUMINISTRO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA PARA CONSTRUCCION DE CANAL DE DRENAJE PLUVIAL CONFORME PLANOS DEL PROYECTO	ML	520.00	C\$ 1,450.00	C\$ 754,000.00	19.55%	0.00	0.00	416.00	104.00	0.00	520.00	
<b>6</b>	<b>SEÑALIZACION HORIZONTAL Y PINTURA</b>												
6.1	PINTURA DE BORDILLOS LATERALES	ML	1,040.00	C\$ 35.00	C\$ 36,400.00	0.94%	0.00	0.00	0.00	1,040.00	0.00	1,040.00	
6.2	EJE CENTRAL	ML	520.00	C\$ 65.00	C\$ 33,800.00	0.88%	0.00	0.00	0.00	520.00	0.00	520.00	
6.3	SEÑALIZACION HORIZONTAL DIRECCIONAL (PASO PEATONAL, FLECHAS DIRECCIONALES, ETC)	CU	4.00	C\$ 400.00	C\$ 1,600.00	0.04%	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	4.00	
<b>7</b>	<b>LIMPIEZA Y ENTREGA</b>												
	<b>LIMPIEZA FINAL</b>												
7.1	LIMPIEZA FINAL	M2	4,160.00	C\$ 10.00	C\$ 41,600.00	1.08%	0.00	0.00	0.00	4,160.00	0.00	4,160.00	
	<b>ROTULO METALICO INFORMATIVO</b>												
7.2	ROTULO METALICO (INCLUYE ESTRUCTURA DE SOPORTE E INSTALACION)	CU	1.00	C\$ 6,500.00	C\$ 6,500.00	0.17%	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	
<b>A</b>	<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>C\$ 3,857,320.00</b>	<b>100.00%</b>							
<b>B</b>	<b>COSTOS INDIRECTOS (% SOBRE A)</b>				2.00% C\$ 77,146.40								
<b>C</b>	<b>ADMINISTRACION (% SOBRE A+B)</b>				3.00% C\$ 118,033.99								
<b>D</b>	<b>UTILIDADES (% SOBRE A+B+C)</b>				7.00% C\$ 283,675.03								
<b>E</b>	<b>SUBTOTAL (A+B+C+D)</b>				<b>C\$ 4,336,175.42</b>								
<b>F</b>	<b>IMPUESTO SOBRE VALOR AGREGADO I.V.A (15% SOBRE E)</b>				15.00% C\$ 650,426.31								
<b>G</b>	<b>MONTO TOTAL DE LA OBRA</b>				<b>C\$ 4,986,601.73</b>								



### 15.3 PROGRAMACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO

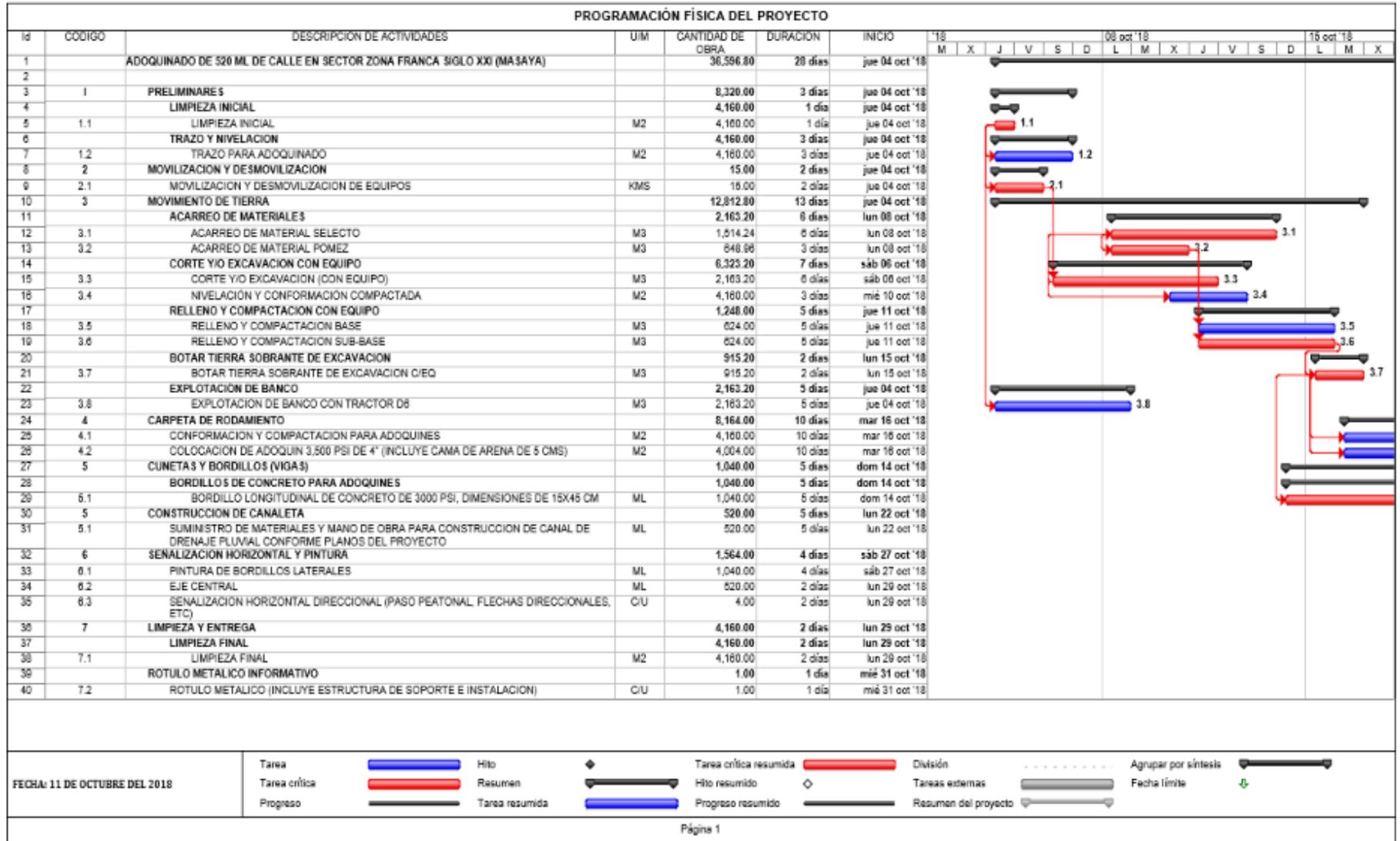
PROGRAMA FINANCIERO DEL PROYECTO													
PROYECTO: ADOQUINADO DE 520 ML DE CALLE EN SECTOR ZONA FRANCA SIGLO XXI (MASAYA)											FECHA DE INICIO		04 OCT 18
ETAPA	DESCRIPCIÓN	U/MEDIDA	CANTIDAD DE OBRA	COSTO		% PESADO	PAGOS POR EJECUCIÓN					TOTAL	
				UNITARIO	TOTAL		S1	S2	S3	S4	S5		
I	PRELIMINARES												
	LIMPIEZA INICIAL												
1.1	LIMPIEZA INICIAL	M2	4,160.00	C\$ 10.00	C\$ 41,600.00	1.08%	C\$ 41,600.00	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 41,600.00	
	TRAZO Y NIVELACION												
1.2	TRAZO PARA ADOQUINADO	M2	4,160.00	C\$ 20.00	C\$ 83,200.00	2.16%	C\$ 83,200.00	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 83,200.00	
2	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION												
2.1	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	KMS	15.00	C\$ 2,300.00	C\$ 34,500.00	0.89%	C\$ 34,500.00	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 34,500.00	
3	MOVIMIENTO DE TIERRA												
	ACARREO DE MATERIALES												
3.1	ACARREO DE MATERIAL SELECTO	M3	1,514.24	C\$ 110.00	C\$ 166,566.40	4.32%	C\$ 83,283.20	C\$ 83,283.20	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 166,566.40	
3.2	ACARREO DE MATERIAL POMEZ	M3	648.96	C\$ 110.00	C\$ 71,385.60	1.85%	C\$ 71,385.60	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 71,385.60	
	CORTE Y/O EXCAVACION CON EQUIPO												
3.3	CORTE Y/O EXCAVACION (CON EQUIPO)	M3	2,163.20	C\$ 130.00	C\$ 281,216.00	7.29%	C\$ 234,346.67	C\$ 46,869.33	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 281,216.00	
3.4	NIVELACIÓN Y CONFORMACIÓN COMPACTADA	M2	4,160.00	C\$ 27.00	C\$ 112,320.00	2.91%	C\$ 37,440.00	C\$ 74,880.00	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 112,320.00	
	RELLENO Y COMPACTACION CON EQUIPO												
3.5	RELLENO Y COMPACTACION BASE	M3	624.00	C\$ 120.00	C\$ 74,880.00	1.94%	C\$ -	C\$ 74,880.00	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 74,880.00	
3.6	RELLENO Y COMPACTACION SUB-BASE	M3	624.00	C\$ 120.00	C\$ 74,880.00	1.94%	C\$ -	C\$ 74,880.00	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 74,880.00	
	BOTAR TIERRA SOBRANTE DE EXCAVACION												
3.7	BOTAR TIERRA SOBRANTE DE EXCAVACION C/ EQ	M3	915.20	C\$ 90.00	C\$ 82,368.00	2.14%	C\$ -	C\$ 82,368.00	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 82,368.00	
	EXPLOTACIÓN DE BANCO												
3.8	EXPLOTACION DE BANCO CON TRACTOR D6	M3	2,163.20	C\$ 95.00	C\$ 205,504.00	5.33%	C\$ 205,504.00	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 205,504.00	



4	<b>CARPETA DE RODAMIENTO</b>												
4.1	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN PARA ADOQUINES	M2	4,160.00	C\$ 15.00	C\$ 62,400.00	1.62%	C\$ -	C\$ 12,480.00	C\$ 49,920.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 62,400.00	
4.2	COLOCACIÓN DE ADOQUÍN 3,500 PSI DE 4" (INCLUYE CAMA DE ARENA DE 5 CMS)	M2	4,004.00	C\$ 350.00	C\$ 1,401,400.00	36.33%	C\$ -	C\$ 280,280.00	C\$ 1,121,120.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 1,401,400.00	
5	<b>CUNETAS Y BORDILLOS (VIGAS)</b>												
	<b>BORDILLOS DE CONCRETO PARA ADOQUINES</b>												
5.1	BORDILLO LONGITUDINAL DE CONCRETO DE 3000 PSI, DIMENSIONES DE 15X45 CM	ML	1,040.00	C\$ 280.00	C\$ 291,200.00	7.55%	C\$ -	C\$ 232,960.00	C\$ 58,240.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 291,200.00	
5	<b>CONSTRUCCION DE CANALETA</b>												
5.1	SUMINISTRO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA PARA CONSTRUCCION DE CANAL DE DRENAJE PLUVIAL CONFORME PLANOS DEL PROYECTO	ML	520.00	C\$ 1,450.00	C\$ 754,000.00	19.55%	C\$ -	C\$ -	C\$ 603,200.00	C\$ 150,800.00	C\$ -	C\$ 754,000.00	
6	<b>SEÑALIZACION HORIZONTAL Y PINTURA</b>												
6.1	PINTURA DE BORDILLOS LATERALES	ML	1,040.00	C\$ 35.00	C\$ 36,400.00	0.94%	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 36,400.00	C\$ -	C\$ 36,400.00	
6.2	EJE CENTRAL	ML	520.00	C\$ 65.00	C\$ 33,800.00	0.88%	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 33,800.00	C\$ -	C\$ 33,800.00	
6.3	SEÑALIZACION HORIZONTAL DIRECCIONAL (PASO PEATONAL, FLECHAS DIRECCIONALES, ETC)	CU	4.00	C\$ 400.00	C\$ 1,600.00	0.04%	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 1,600.00	C\$ -	C\$ 1,600.00	
7	<b>LIMPIEZA Y ENTREGA</b>												
	<b>LIMPIEZA FINAL</b>												
7.1	LIMPIEZA FINAL	M2	4,160.00	C\$ 10.00	C\$ 41,600.00	1.08%	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 41,600.00	C\$ -	C\$ 41,600.00	
	<b>ROTULO METALICO INFORMATIVO</b>												
7.2	ROTULO METALICO (INCLUYE ESTRUCTURA DE SOPORTE E INSTALACION)	CU	1.00	C\$ 6,500.00	C\$ 6,500.00	0.17%	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 6,500.00	C\$ -	C\$ 6,500.00	
<b>A</b>	<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>C\$ 3,857,320.00</b>	<b>100.00%</b>	<b>C\$ 791,259.47</b>	<b>C\$ 962,880.53</b>	<b>C\$ 1,832,480.00</b>	<b>C\$ 270,700.00</b>	<b>C\$ -</b>	<b>C\$ 3,857,320.00</b>	
<b>B</b>	<b>COSTOS INDIRECTOS (% SOBRE A)</b>			2.00%	C\$ 77,146.40		C\$ 15,825.19	C\$ 19,257.61	C\$ 36,649.60	C\$ 5,414.00	C\$ -	C\$ 77,146.40	
<b>C</b>	<b>ADMINISTRACION (% SOBRE A+B)</b>			3.00%	C\$ 118,033.99		C\$ 24,212.54	C\$ 29,464.14	C\$ 56,073.89	C\$ 8,283.42	C\$ -	C\$ 118,033.99	
<b>D</b>	<b>UTILIDADES (% SOBRE A+B+C)</b>			7.00%	C\$ 283,675.03		C\$ 58,190.80	C\$ 70,812.16	C\$ 134,764.24	C\$ 19,907.82	C\$ -	C\$ 283,675.03	
<b>E</b>	<b>SUBTOTAL (A+B+C+D)</b>				<b>C\$ 4,336,175.42</b>		<b>C\$ 889,488.00</b>	<b>C\$ 1,082,414.45</b>	<b>C\$ 2,059,967.73</b>	<b>C\$ 304,305.24</b>	<b>C\$ -</b>	<b>C\$ 4,336,175.42</b>	
<b>F</b>	<b>IMPUESTO SOBRE VALOR AGREGADO I.V.A (15% SOBRE E)</b>			15.00%	C\$ 650,426.31		C\$ 133,423.20	C\$ 162,362.17	C\$ 308,995.16	C\$ 45,645.79	C\$ -	C\$ 650,426.31	
<b>G</b>	<b>MONTO TOTAL DE LA OBRA</b>				<b>C\$ 4,986,601.73</b>		<b>C\$ 1,022,911.20</b>	<b>C\$ 1,244,776.62</b>	<b>C\$ 2,368,962.89</b>	<b>C\$ 349,951.03</b>	<b>C\$ -</b>	<b>C\$ 4,986,601.73</b>	



## 15.4 ESQUEMA FÍSICO PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO





PROGRAMACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO							22 oct '18							29 oct '18								
Id	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	U/M	CANTIDAD DE OBRA	DURACIÓN	INICIO	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V
1		<b>ADOQUINADO DE 520 ML DE CALLE EN SECTOR ZONA FRANCA SIGLO XXI (MA 8&amp;YA)</b>		<b>38,688.00</b>	<b>28 días</b>	<b>Jue 04 oct '18</b>																
2																						
3	<b>1</b>	<b>PRELIMINARE S</b>		<b>8,320.00</b>	<b>3 días</b>	<b>Jue 04 oct '18</b>																
4		<b>LIMPIEZA INICIAL</b>		<b>4,180.00</b>	<b>1 día</b>	<b>Jue 04 oct '18</b>																
5	1.1	LIMPIEZA INICIAL	M2	4,180.00	1 día	Jue 04 oct '18																
6		<b>TRAZO Y NIVELACION</b>		<b>4,180.00</b>	<b>3 días</b>	<b>Jue 04 oct '18</b>																
7	1.2	TRAZO PARA ADOQUINADO	M2	4,180.00	3 días	Jue 04 oct '18																
8	<b>2</b>	<b>MOVILIZACION Y DE MOVILIZACION</b>		<b>16.00</b>	<b>2 días</b>	<b>Jue 04 oct '18</b>																
9	2.1	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	KMS	16.00	2 días	Jue 04 oct '18																
10	<b>3</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>		<b>12,812.00</b>	<b>13 días</b>	<b>Jue 04 oct '18</b>																
11		<b>ACARREO DE MATERIALE S</b>		<b>2,183.20</b>	<b>8 días</b>	<b>lun 08 oct '18</b>																
12	3.1	ACARREO DE MATERIAL SELECTO	M3	1,514.24	6 días	lun 08 oct '18																
13	3.2	ACARREO DE MATERIAL POMEZ	M3	648.96	3 días	lun 08 oct '18																
14		<b>CORTE Y/O EXCAVACION CON EQUIPO</b>		<b>8,323.20</b>	<b>7 días</b>	<b> sáb 06 oct '18</b>																
15	3.3	CORTE Y/O EXCAVACION (CON EQUIPO)	M3	2,163.20	6 días	sáb 06 oct '18																
16	3.4	NIVELACION Y CONFORMACION COMPACTADA	M2	4,160.00	3 días	mié 10 oct '18																
17		<b>RELLENO Y COMPACTACION CON EQUIPO</b>		<b>1,248.00</b>	<b>5 días</b>	<b>Jue 11 oct '18</b>																
18	3.5	RELLENO Y COMPACTACION BASE	M3	624.00	5 días	Jue 11 oct '18																
19	3.6	RELLENO Y COMPACTACION SUB-BASE	M3	624.00	5 días	Jue 11 oct '18																
20		<b>BOTAR TIERRA SOBANTE DE EXCAVACION</b>		<b>816.20</b>	<b>2 días</b>	<b>lun 15 oct '18</b>																
21	3.7	BOTAR TIERRA SOBANTE DE EXCAVACION C/EO	M3	916.20	2 días	lun 15 oct '18																
22		<b>EXPLOTACION DE BANCO</b>		<b>2,183.20</b>	<b>5 días</b>	<b>Jue 04 oct '18</b>																
23	3.8	EXPLOTACION DE BANCO CON TRACTOR D6	M3	2,183.20	5 días	Jue 04 oct '18																
24	<b>4</b>	<b>CARPETA DE RODAMIENTO</b>		<b>3,184.00</b>	<b>10 días</b>	<b>mar 16 oct '18</b>																
25	4.1	CONFORMACION Y COMPACTACION PARA ADOQUINES	M2	4,160.00	10 días	mar 16 oct '18																
26	4.2	COLOCACION DE ADOQUIN 3,500 PSI DE 4" (INCLUYE CAMA DE ARENA DE 5 CMS)	M2	4,004.00	10 días	mar 16 oct '18																
27	<b>5</b>	<b>CUNETAS Y BORDILLO S (VIGA S)</b>		<b>1,040.00</b>	<b>5 días</b>	<b>dom 14 oct '18</b>																
28		<b>BORDILLO S DE CONCRETO PARA ADOQUINE S</b>		<b>1,040.00</b>	<b>5 días</b>	<b>dom 14 oct '18</b>																
29	5.1	BORDILLO LONGITUDINAL DE CONCRETO DE 3000 PSI, DIMENSIONES DE 15X45 CM	ML	1,040.00	5 días	dom 14 oct '18																
30	<b>6</b>	<b>CONSTRUCCION DE CANALETA</b>		<b>520.00</b>	<b>5 días</b>	<b>lun 22 oct '18</b>																
31	5.1	SUMINISTRO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA PARA CONSTRUCCION DE CANAL DE DRENAJE PLUVIAL CONFORME PLANOS DEL PROYECTO	ML	520.00	5 días	lun 22 oct '18																
32	<b>8</b>	<b>SEÑALIZACION HORIZONTAL Y PINTURA</b>		<b>1,684.00</b>	<b>4 días</b>	<b> sáb 27 oct '18</b>																
33	6.1	PINTURA DE BORDILLOS LATERALES	ML	1,040.00	4 días	sáb 27 oct '18																
34	6.2	EJE CENTRAL	ML	520.00	2 días	lun 29 oct '18																
35	6.3	SEÑALIZACION HORIZONTAL DIRECCIONAL (PASO PEATONAL, FLECHAS DIRECCIONALES, ETC)	CU	4.00	2 días	lun 29 oct '18																
36	<b>7</b>	<b>LIMPIEZA Y ENTREGA</b>		<b>4,180.00</b>	<b>2 días</b>	<b>lun 28 oct '18</b>																
37		<b>LIMPIEZA FINAL</b>		<b>4,180.00</b>	<b>2 días</b>	<b>lun 28 oct '18</b>																
38	7.1	LIMPIEZA FINAL	M2	4,160.00	2 días	lun 29 oct '18																
39		<b>ROTULO METALICO INFORMATIVO</b>		<b>1.00</b>	<b>1 día</b>	<b>mié 31 oct '18</b>																
40	7.2	ROTULO METALICO (INCLUYE ESTRUCTURA DE SOPORTE E INSTALACION)	CU	1.00	1 día	mié 31 oct '18																

FECHA: 11 DE OCTUBRE DEL 2018

Tarea Hito Tarea crítica resumida División Agrupar por síntesis   
 Tarea crítica Resumen Hito resumido Tareas externas Fecha límite   
 Progreso Tarea resumida Progreso resumido Resumen del proyecto

Activar Wind  
Ve a Configuraci



## 15.5 RELACION COSTO BENEFICIO SEGÚN TIPO DE PAVIMENTO

RELACION COSTO BENEFICIO DE TIPOS DE CARPETA DE RODAMIENTO							
TIPO DE CARPETA DE RODAMIENTO	CANTIDAD (M2)	COSTO UNITARIO M2 DE CARPETA DE RODAMIENTO	COSTO TOTAL C\$ INCLUYENDO MOV. DE TIERRA	PORCENTAJE	INCREMENTO EN PORCENTAJE SEGÚN CARPETA DE RODAMIENTO	PERSONAS BENEFICIADAS	COSTO BENEFICIO POR PERSONA C\$
ADOQUIN	4160	378.00	4,259,840.00	100.00	0.00%	3500	1,217.10
ASFALTO	4160	504.00	4,784,000.00	112.30	12.30%	3500	1,366.86
CONCRETO HIDRAULICO	4160	945.00	6,618,560.00	155.37	55.37%	3500	1,891.02

Fuente: Elaboración Propia

Tomando en consideración costos de los diferentes tipos de pavimentos, ventajas y desventajas, así como también el costo beneficio por persona se eligió para la calle de la Zona Franca Siglo XXI que la carpeta de rodamiento sea de adoquín.



## **16 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **16.1 CONCLUSIONES**

Con esta propuesta de diseño de adoquinado de calle de 520 metros lineales en cuanto al diseño geométrico de la calle en estudio, se puede visualizar que la topografía y geometría del terreno permiten tener soluciones de drenaje pluvial eficientes por la pendiente descendiente natural de Sur a Norte.

En el análisis hidrológico correspondiente a la cuenca ubicada en los tramos de estudio, se encontró un caudal; que según los cálculos la vía será capaz de distribuir en los diferentes puntos de alivio que se localizan en la parte Norte del Proyecto.

En cuanto al impacto ambiental provocado por el proyecto se concluye que es mínimo y únicamente será durante el proceso de ejecución del proyecto y básicamente será producto de tolvaneras.

La utilización del adoquín como carpeta de rodamiento resulta mucho más económica que el asfalto y que el concreto hidráulico y presta las condiciones necesarias de serviciabilidad del proyecto

### **16.2 RECOMENDACIONES**

- ✓ Colocar los espesores indicados para base y subbase en el estudio de suelo.
- ✓ Colocar adoquín de 10 cms de espesor con un lecho de arena de 5 centímetros.
- ✓ Para resolver el problema de inundaciones que actualmente se da en la zona de estudio, es necesario construir la canaleta de drenaje pluvial que se indica en el desarrollo de este trabajo.



---

## 17 BIBLIOGRAFIA

1. Cordero, A (1980), Apuntes de diseño geométrico de vías.
2. Crespo, V (1999), Caminos y proyectos, editorial Limusa.
3. Benítez, R (1998) Carreteras, Estudio y Proyecto, ediciones vega s.a., Madrid.
4. SIEGA Versión 2005. Manual centroamericano de carreteras,
5. Wiley, J (1959); Principios de diseño de pavimento, capítulo 14 y 15, Limusa.
6. INTERNET:  
  
Hptt// [www.carreteras.com](http://www.carreteras.com) Hptt// [www.google.com](http://www.google.com) Hptt// [www.ineter.gob.ni](http://www.ineter.gob.ni)



## 18 ANEXOS

### 18.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO (LIBRETA DE CAMPO)

PUNTO	X	Y	Z	DESCRIPCION
1	600580.14	1324210.52	99.04	ORIGEN
2	600546.66	1324206.58	100.00	BM BORDILLO
3	600544.63	1324207.32	100.13	LP
4	600539.07	1324189.47	99.98	CAITE
5	600540.14	1324187.74	100.15	LP
6	600557.56	1324198.01	99.31	CAITE
7	600554.83	1324204.66	99.35	CAITE
8	600570.14	1324203.77	99.17	CAITE
9	600568.21	1324198.98	99.53	LP
10	600567.20	1324210.28	99.16	CAITE
11	600568.52	1324207.21	99.18	LC
12	600570.75	1324219.91	99.99	LP
13	600573.37	1324218.79	99.95	LP
14	600578.81	1324211.93	99.06	LC
15	600577.27	1324215.15	98.84	TN
16	600580.26	1324208.83	99.15	TN
17	600598.12	1324221.08	98.59	LC
18	600599.37	1324218.15	98.43	TN
19	600596.65	1324224.67	98.43	TN
20	600571.44	1324217.04	100.24	PE
21	600616.97	1324230.46	97.79	LC
22	600600.64	1324232.13	100.03	LP
23	600603.15	1324233.74	100.09	LP
24	600611.05	1324236.54	100.03	PE
25	600618.53	1324227.41	97.77	TN
26	600615.49	1324233.91	97.67	TN
27	600637.46	1324236.83	96.74	TN
28	600634.72	1324242.57	96.73	TN
29	600636.23	1324238.91	96.92	LC
30	600641.32	1324251.55	100.15	PE
31	600663.66	1324263.25	99.74	LP
32	600656.14	1324248.87	96.14	LC
33	600657.63	1324246.46	96.23	TN
34	600654.47	1324252.42	96.13	TN
35	600715.34	1324284.50	95.02	P.CAMBIO
36	600580.14	1324210.52	99.03	36 VISTA A ORIGEN



PUNTO	X	Y	Z	DESCRIPCION
37	600656.20	1324248.76	96.12	LC
38	600654.40	1324252.52	96.14	TN
39	600657.61	1324246.11	96.25	TN
40	600673.57	1324259.61	95.77	LC
41	600675.54	1324256.77	95.85	TN
42	600671.75	1324262.56	95.70	TN
43	600672.98	1324263.57	95.86	GRADA
44	600674.35	1324264.61	95.84	GRADA
45	600672.39	1324265.90	97.76	DRENAJE
46	600666.86	1324247.46	96.33	LP
47	600690.20	1324271.52	95.36	LC
48	600692.65	1324268.38	95.52	TN
49	600688.23	1324274.44	95.56	TN
50	600698.55	1324277.27	95.38	LC
51	600699.89	1324282.82	95.32	TN
52	600701.19	1324284.31	95.25	INICIO CAITE GRADA
53	600698.78	1324285.23	96.91	DRENAJE GRADA
54	600700.38	1324288.68	95.53	LP
55	600700.05	1324288.45	97.24	LP
56	600698.82	1324290.44	95.60	ENTRADA
57	600715.56	1324301.51	95.58	ENTRADA
58	600721.23	1324304.72	96.22	LP
59	600719.51	1324301.83	96.27	LP
60	600719.81	1324296.88	94.97	VIGA ENTRADA
61	600712.03	1324291.56	95.07	VIGA
62	600700.79	1324274.26	95.29	TN
63	600696.65	1324280.23	95.41	TN
64	600713.10	1324287.06	95.14	LC
65	600710.84	1324290.52	95.03	TN
66	600721.36	1324292.85	94.97	LC
67	600723.45	1324289.90	94.78	TN
68	600719.16	1324296.10	94.86	TN
69	600735.34	1324302.77	94.55	LC
70	600732.61	1324306.16	94.50	TN
71	600737.86	1324300.33	94.31	TN
72	600743.95	1324300.69	95.29	LP
73	600727.03	1324286.25	97.52	LP



PUNTO	X	Y	Z	DESCRIPCION
74	600750.07	1324313.32	94.01	LC
75	600752.48	1324310.58	94.00	TN
76	600747.35	1324316.60	94.36	TN
77	600765.89	1324323.43	93.84	LC
78	600767.73	1324321.03	93.81	TN
79	600763.27	1324327.48	94.11	TN
80	600765.60	1324330.34	94.32	ENTRADA CAITE
81	600763.85	1324331.94	96.34	LP
82	600771.83	1324334.48	94.23	VIGA
83	600779.39	1324339.67	94.10	CAITE
84	600775.34	1324329.47	93.72	LC
85	600772.90	1324333.53	94.10	TN
86	600807.42	1324349.06	93.52	P.CAMBIO
87	600788.84	1324351.85	95.51	LP
88	600715.34	1324284.50	95.00	88 VISTA A
89	600777.41	1324326.08	93.78	TN
90	600784.14	1324335.32	93.68	LC
91	600781.49	1324339.55	94.01	TN
92	600786.21	1324332.20	93.62	TN
93	600792.83	1324342.03	93.60	LC
94	600790.38	1324345.17	93.68	TN
95	600795.25	1324339.13	93.49	TN
96	600808.91	1324353.86	93.38	LC
97	600806.94	1324356.93	93.43	TN
98	600810.83	1324351.03	93.46	TN
99	600812.29	1324348.89	96.53	LP
100	600823.44	1324369.10	93.18	TN
101	600814.18	1324365.06	94.57	DRENAJE
102	600825.28	1324366.09	93.09	LC
103	600827.00	1324363.30	93.06	TN
104	600840.32	1324377.40	92.90	LC
105	600837.80	1324380.79	93.04	TN
106	600842.05	1324375.29	92.91	TN
107	600842.25	1324383.77	93.06	DRENAJE



PUNTO	X	Y	Z	DESCRIPCION
108	600840.11	1324391.32	94.52	DRENAJE
109	600840.74	1324391.76	94.27	LP
110	600841.82	1324389.04	93.86	LP
111	600842.59	1324386.44	93.43	PE
112	600844.25	1324385.18	93.07	DRENAJE
113	600855.49	1324388.79	92.75	LC
114	600853.32	1324391.59	92.85	TN
115	600857.30	1324386.43	92.85	TN
116	600858.83	1324384.66	93.14	LP
117	600869.49	1324400.05	92.65	LC
118	600867.87	1324402.43	92.81	TN
119	600871.19	1324398.12	92.75	TN
120	600872.80	1324409.39	92.92	PE
121	600884.98	1324412.01	92.54	LC
122	600883.39	1324414.35	92.78	TN
123	600881.70	1324419.70	92.69	LP
124	600886.33	1324409.98	92.57	TN
125	600898.76	1324423.18	92.46	LC
126	600900.46	1324421.21	92.43	TN
127	600897.35	1324425.12	92.46	TN
128	600916.17	1324436.40	92.38	LC
129	600912.03	1324436.81	92.48	TN
130	600581.91	1324205.36	99.70	TN
131	600915.07	1324432.54	92.35	PE
132	600807.42	1324349.06	93.51	133 VISTA A
133	600928.72	1324446.23	92.30	LC
134	600930.29	1324444.33	92.34	TN
135	600927.13	1324448.29	92.36	TN
136	600918.80	1324448.89	92.15	LP
137	600943.56	1324457.85	92.24	LC
138	600945.26	1324455.92	92.26	TN
139	600947.03	1324454.87	92.52	LP
140	600941.59	1324460.38	92.37	TN
141	600957.57	1324469.25	92.17	LC
142	600959.45	1324466.79	92.20	TN
143	600956.06	1324471.53	92.23	TN



PUNTO	X	Y	Z	DESCRIPCION
144	600972.21	1324480.21	92.09	LC
145	600974.05	1324477.78	92.14	TN
146	600970.92	1324482.50	92.09	TN
147	600974.54	1324490.12	91.87	LP
148	600983.48	1324489.07	91.98	LC
149	600985.32	1324486.82	92.08	TN
150	600981.65	1324491.31	92.07	TN
151	600600.88	1324214.54	98.50	TN
152	600620.18	1324223.88	98.05	TN
153	600639.56	1324233.26	96.88	TN
154	600659.09	1324242.71	96.55	TN
155	600677.68	1324252.95	95.95	TN
156	600695.06	1324265.09	95.70	TN
157	600703.19	1324270.81	95.60	TN
158	600717.89	1324281.15	95.75	TN
159	600740.68	1324297.18	95.40	TN
160	600755.20	1324307.39	94.85	TN
161	600769.97	1324317.78	94.45	TN
162	600778.65	1324324.04	93.95	TN
163	600787.36	1324330.41	93.85	TN
164	600796.75	1324337.27	93.75	TN
165	600828.67	1324360.58	93.60	TN
166	600844.49	1324372.14	93.45	TN
167	600859.62	1324383.68	93.35	TN
168	600854.32	1324396.50	92.93	TN
169	600856.46	1324397.79	92.99	TN
170	600858.60	1324399.07	92.88	TN
171	600851.62	1324397.11	93.25	LP
172	600858.80	1324402.64	93.15	LP
173	600849.17	1324405.07	93.05	TN
174	600851.32	1324406.36	93.03	TN
175	600853.46	1324407.65	92.98	TN
176	600842.31	1324412.62	93.45	LP
177	600850.03	1324417.25	93.55	LP
178	600846.17	1324414.94	93.35	TN
179	600896.69	1324432.07	92.89	LP
180	600903.80	1324437.68	92.92	LP
181	600887.05	1324447.75	93.55	LP
182	600894.72	1324452.46	93.61	LP



PUNTO	X	Y	Z	DESCRIPCION
183	600890.88	1324450.10	93.25	TN
184	600899.23	1324431.76	92.74	TN
185	600901.36	1324433.07	92.71	TN
186	600903.49	1324434.37	92.66	TN
187	600893.99	1324440.27	92.85	TN
188	600896.12	1324441.58	92.80	TN
189	600898.25	1324442.89	92.83	TN
190	600995.98	1324500.39	91.97	LC LOSA
191	601003.86	1324506.54	92.25	LC LOSA
192	601011.75	1324512.69	92.53	LC LOSA
193	601019.63	1324518.84	92.81	LC LOSA
194	601027.52	1324524.99	93.09	LC LOSA
195	601035.41	1324531.14	93.37	LC LOSA
196	601033.01	1324534.22	93.25	CAITE
197	601037.80	1324528.07	93.25	CAITE
198	601025.12	1324528.07	92.98	CAITE
199	601029.92	1324521.92	92.98	CAITE
200	601017.24	1324521.92	92.70	CAITE
201	601022.03	1324515.77	92.70	CAITE
202	601009.35	1324515.77	92.42	CAITE
203	601014.15	1324509.62	92.42	CAITE
204	601001.47	1324509.62	92.14	CAITE
205	601006.26	1324503.47	92.14	CAITE
206	600993.58	1324503.47	91.86	CAITE
207	600998.38	1324497.32	91.86	CAITE
208	601000.20	1324494.88	91.98	TN
209	600991.99	1324505.87	91.98	TN
210	600987.13	1324484.06	92.25	TN
211	600975.61	1324474.75	92.45	TN
212	600961.39	1324464.10	92.55	TN
213	600947.61	1324452.07	92.85	TN
214	600932.51	1324440.74	92.85	TN
215	600917.68	1324428.59	92.96	TN
216	600902.87	1324417.47	92.68	TN
217	600888.78	1324406.01	92.96	TN
218	600873.67	1324394.38	93.05	TN
219	600973.66	1324491.04	92.25	TN
220	600953.35	1324475.98	92.57	TN
221	600937.89	1324464.59	92.68	TN
222	600923.78	1324452.68	92.56	TN (FINAL)



## 18.2 ESTUDIO DE SUELO PARA DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LA CALLE PROPUESTA CON PAVIMENTO DE ADOQUÍN

**I.M.S. INGENIERIA MECANICA DE SUELOS, S. A.**

Estudio Geotécnicos para Construcciones Verticales y Horizontales,

Análisis y Control de Calidad de Materiales de Construcción

Masaya, 05 de abril de 2017

**Lic. Juana Lara**

Responsable de Adquisiciones

Alcaldía Municipal de Masaya

Su Oficina

Estimada Licenciada Lara,

*Por este medio le hacemos entrega del Estudio de Suelos para Diseño de Espesores de Pavimento, **Proyecto: Adoquinado Zona Franca S. XXI, Masaya.***

Sin más que hacer referencia, le saluda.

Atentamente,

**Marco Antonio Bermúdez**

**Responsable de Laboratorio**

CC.: Archivo



---

## ESTUDIO DE SUELOS PARA ESPESORES DE PAVIMENTO

### ***PROYECTO: ADOQUINADO ZONA FRANCA S. XXI, MASAYA***

INGENIERIA MECANICA DE SUELOS, S.A.

**Abril 2017**

#### CONTENIDO

- I. INTRODUCCION
- II. TRABAJOS DE CAMPO
- III. TRABAJO DE LABORATORIO
- IV. ANALISIS DE RESULTADOS
- V. DISEÑO DE ESPESORES DE PAVIMENTO

#### A N E X O S

- A.1) UBICACIÓN DE SONDEOS*
- A.2) RESULTADOS DE ENSAYES DE LABORATORIO DE MUESTRAS DE SONDEOS DE LINEA*
- A.3) RESULTADOS BANCOS DE MATERIALES*



## **I. INTRODUCCION**

*Este informe presenta los resultados de la investigación efectuada con el propósito de determinar las características del sub-suelo, para el Diseño de Espesores de Pavimento del Proyecto **Adoquinado Zona Franca S. XXI, Masaya***

*El Municipio de Masaya se encuentra situado a 29 Km al sureste de Managua, Según el Censo Nacional, el municipio tiene un área total de 141 kilómetros cuadrados (54.44 mi<sup>2</sup>).*

*Esta investigación fue solicitada por la **ALCALDIA MUNICIPAL DE MASAYA, a INGENIERIA MECANICA DE SUELOS, S.A. (I.M.S.)**, quien realizó los trabajos correspondientes para los fines propuestos.*

## **II. TRABAJOS DE CAMPO**

*Los trabajos de campo consistieron en la ejecución de 2 Sondeos manuales, con una profundidad de 1.5 m., distribuidos a lo largo de la calle proyectada.*

*En los sondeos realizados se tomaron muestras alteradas, de los estratos de suelo encontrados, para ser ensayados posteriormente, con el fin de determinar los espesores a colocar en la calle a investigar.*

*Se analizaron 2 Bancos de Materiales.*

## **III. TRABAJOS DE LABORATORIO**

*Las muestras obtenidas en los Sondeos realizados se sometieron a los siguientes ensayos de Laboratorio, de acuerdo a las especificaciones ASTM.*

<b>TIPO DE ENSAYE</b>	<b>NORMA ASTM</b>
◆ Granulometría	D-422
◆ Límites de Atterberg	D-423 y D-424
◆ Pesos Volumétricos	C-29
◆ C.B.R.	D-1883
◆ Próctor Estándar (Sondeos Manuales)	D-698
◆ Próctor Modificado (Bancos de Materiales)	D-1557
◆ Clasificación HRB	D-3282



*En base a los resultados obtenidos las muestras se Clasificaron de acuerdo al Sistema H.R.B. (ASTM D-3282).*

*En el anexo de este Informe se incluyen los resultados de los ensayos de Laboratorio realizados.*

#### **IV. ANALISIS DE RESULTADOS**

*De acuerdo a los resultados de Laboratorio, en los sondeos realizados en la calle investigada, predominan Arenas Limosas con Grava que Clasifican como A-2-4 con Índice de Grupo 0 y Subyaciendo a este Material se encuentran Arcillas que Clasifican como A-7-5 con Índice de Grupo de 7, lo que es indicativo de Materiales regulares para terraplén.*

#### **FUENTES DE MATERIALES**

*Las Fuentes de Material investigada presentan las características siguientes:*

Banco	% Que pasa Malla					LL	IP
	¾"	No.4	No.10	No.40	No.200		
<b>El vertedero</b>	99	82	69	41	23	-	NP
<b>Max Montoya</b>	100	76	64	50	35	-	NP

*En cuanto al Banco El Vertedero puede ser utilizado por sí solo como material de Base y Sub Base.*

*El Banco Max Montoya no puede ser utilizado por sí solo como material de base y Sub Base, debido al exceso de finos que posee por el Tamiz No.200; únicamente se deberá usar como material de relleno.*

*En el Anexo de este Informe se incluyen los resultados de los ensayos de Laboratorio realizados.*



**V. DISEÑO DE ESPESORES DE PAVIMENTO**

El Espesor de Pavimento requerido en toda el área es de **40 cms.** Se determinó dicho espesor con una carga máxima por rueda de (8,16 ton = 80 kN) para un periodo determinado conforme el número de carriles en ambas direcciones para efectos de diseño, el tránsito que se debe de tomar en cuenta es el que utiliza el carril objeto de análisis (AASHTO93).

- a) Un tránsito medio, vehículos comerciales menos de 750 por día, con un máximo del 20% con carga máxima (Carga H-20, 2 ejes) y una precipitación pluvial de 1,200 mm/año.
- b) La carpeta de rodamiento a usar es Adoquín, por lo que la distribución de los espesores de pavimento a utilizar, para toda el área en estudio es de la siguiente manera:

**Espesores de pavimento**

<b>Adoquín</b>	<b>Espesor (cm)</b>
Adoquin	10
Arena *	05
Base	15
Sub Base	15

\* La arena no tiene función estructural, por lo que su espesor no

cuenta.

- c) Para la conformación de la Base y Sub Base de la estructura de pavimento se recomienda utilizar el Banco El Vertedero. Compactando la Base y Sub Base al 100% Próctor Modificado, en capas no superiores a los 15 centímetros (0.15 m.). Previamente deberán eliminarse todas las partículas mayores de 2 pulgadas (5 cm), para la Sub Base y de 1.5 pulgadas (3.8 cm), para la Base.
- d) Como Material de Base y Sub Base se podrá utilizar cualquier Base triturada que cumpla con los requerimientos mínimos para dichos fines.
- e) De mantenerse el nivel de rasante actual se deberá excavar hasta los 40 cm.



---

de espesor de pavimento recomendado y reemplazarlo con el Banco El Vertedero.

- f) Como Material de relleno puede ser utilizado el Banco Max Montoya.

**FINALMENTE SE RECOMIENDA DISEÑAR UN EFICIENTE SISTEMA DE DRENAJE QUE MINIMICE EL ACCESO DE LAS AGUAS A LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO.**



**A.2) RESULTADOS DE ENSAYES DE LABORATORIO DE  
SONDEOS MANUALES**

**ADOQUINADO ZONA FRANCA S. XXI (MASAYA) MASAYA**

INGENIERIA MECANICA DE SUELOS, S.A.

FECHA. Abril 2017

HOJA No. 1

*PROYECTO: Adoquinado Zona Franca S. XXI (Masaya)*

SONDEOS: MANUALES

**RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS**

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Límite %		Clasificación H.R.B.	C.B.R. a Compact.		
					3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100
0+040	Der.	1	1	0-55						100	87	80	59	34	-	NP	A-2-4(0)			
			2	55-150					100	93	80	71	60	49	59	19		A-7-5(7)	3	5
0+120	Izq.	2	=1	0-55						100	87	80	59	34	-	NP	A-2-4(0)			
			=2	55-150					100	93	80	71	60	49	59	19		A-7-5(7)	3	5



INFORME DE PRUEBAS DE C.B.R. SATURADO

*PROYECTO: Adoquinado Zona Franca S. XXI (Masaya)*

CAMINO:

ENSAYE No. EFECTUADO POR: O.C.

MUESTRA No. 2 CÁLCULO: M.B. COTEJO: M.B.

FUENTE DEL MATERIAL: SONDEO 1  
Profundidad (cm): 55-150

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL

TAMIZ	¾	3/8"	4	10	40	200
%QUE PASA	100	93	80	71	60	49

LIMITE LIQUIDO 59

INDICE DE PLASTICIDAD 19

CLASIFICACION H.R.B. A-7-5(7)

EQUIVALENTE DE ARENA\_

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MÁXIMO	1136 <b>kgs/m<sup>3</sup></b>
HUMEDAD OPTIMA	30.6 %

PRUEBAS DE C.B.R. SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO:	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM. SECO (kgs/m <sup>3</sup> )	1022	1079	1136
C.B.R. SATURADO	3	5	7
HINCHAMIENTO (%)	1.0	0.86	0.71
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

OBSERVACIONES:



## BANCOS DE MATERIALES

### INFORME DE ENSAYES DE SUELOS

**PROYECTO:** *Adoquinado Zona Franca S. XXI, Masaya*

ENSAYE	Banco El Vertedero				
MUESTRA	1				
UBICACIÓN	Vertedero Municipal de Masaya				
DESVIACIÓN					
PROFUNDIDAD					
SONDEO	Material tomado del Stock, costado Este				

### GRANULOMETRIA

% QUE PASA TAMIZ	3"				
	2"				
	1 1/2"				
	1"	100			
	3/4"	99			
	3/8"	93			
	No.4	82			
	No.10	69			
	No.40 (a)	41			
	No.200 (b)	23			
	Relación de Finos: (b)/(a)	0.56			

### LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido	-			
Índice de Plasticidad	NP			

### CLASIFICACION

Clasificación H.R.B.	A-1-b(0)			
Clasificación de Casagrande				
% C.B.R. (90,95,100)	50,63,76			

### ENSAYES ADICIONALES

Peso Vol. Seco Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1137			
Peso Vol. Varillado (kg/m <sup>3</sup> )	1285			
Peso Vol. Máximo (kg/m <sup>3</sup> )	1568			
Humedad Óptima (%)	11.6			
Factor de Abundamiento (%)	1.38			



OBSERVACIONES:

### INFORME DE PRUEBAS DE C.B.R. SATURADO

*PROYECTO: Adoquinado Zona Franca S. XXI (Masaya), Masaya*

CAMINO:

ENSAYE No. 1 EFECTUADO POR: O.C.

MUESTRA No. 1 CÁLCULO: M.B. COTEJO: M.B.

FUENTE DEL MATERIAL: Banco El Vertedero  
Vertedero Municipal de Masaya

### ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL

TAMIZ	¾	3/8"	4	10	40	200
%QUE PASA	99	93	82	69	41	23

LIMITE LIQUIDO = INDICE DE PLASTICIDAD NP

CLASIFICACION S.U.C.S. A-1-b (0) EQUIVALENTE DE ARENA\_

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR MODIFICADO
PESO VOLUM. SECO MÁXIMO	1568 <b>kgs/m<sup>3</sup></b>
HUMEDAD OPTIMA	11.6 %

### PRUEBAS DE C.B.R. SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO:	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	<b>90</b>	<b>95</b>	<b>100</b>
PESO VOLUM. SECO (kgs/m <sup>3</sup> )	1411	1490	1568
C.B.R. SATURADO	50	63	76
HINCHAMIENTO (%)	0.07	0.05	0.03
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

OBSERVACIONES:



## INFORME DE ENSAYES DE SUELOS

**PROYECTO:** *Adoquinado Zona Franca S. XXI, Masaya*

ENSAYE	Banco Max Montoya				
MUESTRA	1				
UBICACIÓN	Rotonda San Jerónimo, 1.2 km. Hacia el Norte				
DESVIACIÓN					
PROFUNDIDAD	Material tomado del Stock				
DUEÑO	Sr. Max Montoya				

### GRANULOMETRIA

% QUE PASA TAMIZ	3"				
	2"				
	1 1/2"				
	1"				
	3/4"				
	3/8"	100			
	No.4	76			
	No.10	64			
	No.40 (a)	50			
	No.200 (b)	35			
	Relación de Finos: (b)/(a)	0.70			

### LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido	-				
Índice de Plasticidad	NP				

### CLASIFICACION

Clasificación H.R.B.	A-2-4(0)				
Clasificación de Casagrande					
% C.B.R. (90,95,100)	23,40,57				

### ENSAYES ADICIONALES

Peso Vol. Seco Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1130				
Peso Vol. Varillado (kg/m <sup>3</sup> )	1266				
Peso Vol. Máximo (kg/m <sup>3</sup> )	1492				
Humedad Óptima (%)	13.6				
Factor de Abundamiento (%)	1.32				
OBSERVACIONES:					



## INFORME DE PRUEBAS DE C.B.R. SATURADO

*PROYECTO: Adoquinado Zona Franca S. XXI, Masaya*

CAMINO:

ENSAYE No. 1 EFECTUADO POR: O.C.

MUESTRA No. 1 CÁLCULO: M.B. COTEJO: M.B.

FUENTE DEL MATERIAL: Banco Max Montoya  
Rotonda San Jerónimo, 1.2 km. Hacia el Norte

## ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL

TAMIZ	¾	3/8"	4	10	40	200
%QUE PASA		100	76	64	50	35

LIMITE LIQUIDO = INDICE DE PLASTICIDAD NP

CLASIFICACION S.U.C.S. A-2-4(0) EQUIVALENTE DE ARENA\_

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR MODIFICADO
PESO VOLUM. SECO MÁXIMO	1492 <b>kgs/m<sup>3</sup></b>
HUMEDAD OPTIMA	13.6 %

## PRUEBAS DE C.B.R. SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO:	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	<b>90</b>	<b>95</b>	<b>100</b>
PESO VOLUM. SECO (kgs/m <sup>3</sup> )	1343	1417	1492
C.B.R. SATURADO	23	40	57
HINCHAMIENTO (%)	0.07	0.05	0.04
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

OBSERVACIONES:



---

**18.3 NTON 12 009 -10 JULIO 2010 1/13 NORMA TÉCNICA OBLIGATORIA  
NICARAGÜENSE. ADOQUINES DE CONCRETO**

**NTON 12 009 -10 Julio 2010 1/13 NORMA  
TECNICA OBLIGATORIA NICARAGUENSE.  
ADOQUINES DE CONCRETO**



ICS 91.100.30	NTON 12 009 -10	Julio 2010	1/13
	<b>NORMA TECNICA OBLIGATORIA NICARAGUENSE. ADOQUINES DE CONCRETO. REQUISITOS.</b>	<b>NTON 12 009 - 10</b>	
<b>NORMA TECNICA OBLIGATORIA NICARAGÜENSE</b>			

Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad, Ministerio de Fomento, Industria y Comercio  
Teléfono: 22674551 Ext. 1228. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON)

CONSULTA PUBLICA



NTON 12 009-10

2/13

La Norma Técnica Nicaragüense denominada NTON 12 009 – 10 Adoquines de Concreto, Requisitos, ha sido preparada por el Comité Técnico de Transporte, Construcción e Infraestructura y en su elaboración participaron las siguientes personas:

Vladimir Tercero Casco	Empresa Concretera Total S.A.
Osmir Ríos Cambell	Empresa ARENAS S.A.
Moisés Méndez Cruz	Empresa AGRENIC
Aiser Sarria Sirias	Empresa AGRENICI
Julio César Illescas Rivera	Empresa MASELNIC
Fernando Morales N.	Empresa MATECSA
Gilberto Gavarrete Gutiérrez	Empresa CEDESA
Evangelina López Dávila	Empresa CEMEX
Evelin Fuentes	Empresa HOLCIM
AnaVerónica Pérez Rubí	Cámara Nicaragüense de la Construcción
Juan Carlos Villanueva	Instituto Nicaragüense del Concreto y el Cemento
Juergens Lacayo Martínez	Ministerio de Transporte e Infraestructura
Oscar Dávila Marcos	Ministerio de Transporte e Infraestructura
Helman Taleno Delgadillo	Ministerio de Transporte e Infraestructura
Evert Rivera González	Ministerio de Transporte e Infraestructura
Denis Saavedra	Ministerio de Fomento Industria y Comercio

Esta norma fue aprobada por el Comité Técnico en su última sesión de trabajo el día martes 13 de julio del 2010.

Continúa



## 1. OBJETO

Establecer los requisitos físicos y mecánicos de los adoquines de concreto que se utilizan como superficie de rodamiento en carreteras, caminos secundarios, calles y estacionamientos según el NIC-2000, así como para los adoquines que se utilizan en andenes peatonales.

## 2. CAMPO DE APLICACIÓN

Aplica a los adoquines de concreto que se utilizan como superficie de rodamiento para el tráfico de vehículos livianos y pesados en carreteras, caminos secundarios, calles y estacionamientos, así como superficie para el tráfico peatonal y ciclovías, en todo el territorio nacional. Se incluyen además los procedimientos para el control de calidad, el uso, transporte y procedimientos para su instalación.

## 3. DEFINICIONES

3.1 Adoquín de concreto. Elemento de concreto, prefabricado, con la forma de prisma recto, cuyas bases pueden ser polígonos, que permiten conformar superficies completas como componente de un pavimento artículado.

3.2 Adoquín biselado. Adoquín de concreto cuya superficie de desgaste está limitada por biseles.

3.3 Ancho nominal. Es la dimensión del adoquín medida en la dirección del eje menor del rectángulo inscrito, más un ancho de junta estándar.

3.4 Ancho real. Es la dimensión del adoquín medida en la dirección del eje menor del rectángulo inscrito, excluyendo los separadores e incluyendo sus prolongaciones.

3.5 Bisel. Es el plano oblicuo que corta dos caras adyacentes.

3.6 Espesor nominal. Es la dimensión del adoquín en dirección perpendicular a la superficie de desgaste.

3.7 Espesor real. Es la dimensión en la dirección perpendicular a la cara de desgaste, igual a la distancia medida entre la cara de desgaste y la cara de apoyo.

3.8 Junta estándar. Es el ancho promedio de la junta, supuesto o especificado para una forma de adoquín y un patrón de colocación determinados, una vez que se hayan colocado los adoquines y no debe ser mayor de 3 mm.

3.9 Longitud nominal. Es la dimensión del adoquín medida en la dirección del eje mayor del rectángulo inscrito más un ancho de junta estándar.

3.10 Longitud Real. Es la dimensión del adoquín medida en la dirección del eje mayor del rectángulo inscrito, excluyendo los separadores e incluyendo sus prolongaciones.

Continúa



3.11 Pavimento. Estructura construida sobre el terreno de fundación para permitir el tráfico sobre este.

3.12 Rectángulo Inscrito. Es el rectángulo de mayor área que se puede inscribir sobre la cara inferior del adoquín.

3.13 Superficie de desgaste. Es la cara superior del adoquín la cual soporta directamente el tráfico vehicular y/o peatonal.

#### 4. CLASIFICACION DE LOS ADOQUINES DE CONCRETO

4.1 Adoquín tipo 1. Es el adoquín que se utiliza como superficie de rodamiento en caminos, carreteras, calles y estacionamiento de todo tipo de vehículos, con un espesor mínimo de 8 cm.

4.2 Adoquín tipo 2. Es el adoquín que se utiliza como superficie en andenes peatonales y ciclovías.

4.3 Adoquín especial: Es el adoquín que se utiliza para casos especiales según requerimientos de diseño y aprobados por el MTE.

#### 5. PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS MATERIALES CONSTITUYENTES.

Los materiales constituyentes de los adoquines de concreto deben de cumplir con:

5.1 Cemento. Debe cumplir con la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Fabricación, Uso y Manejo del Cemento, en su versión vigente.

5.2 Agregados finos. Los agregados finos deben cumplir con la norma ASTM C33.

5.3 Agregados gruesos. Los agregados gruesos deben cumplir con la norma ASTM C33.

5.4 Agua. El agua que se utilice para la fabricación de adoquines debe cumplir con la norma ASTM C94/C94-07 "Standard specification for Ready-Mixed Concrete".

5.5 Aditivos. Los aditivos que se utilicen en la fabricación de adoquines de concreto deben cumplir con la norma ASTM C 494.

5.6 Pigmentos: Los pigmentos que se utilicen en la fabricación de adoquines de concreto deben cumplir con la norma ASTM C 979.

Continúa



NTON 12 009-10

5/13

## 6. REQUISITOS FÍSICOS Y MECÁNICOS DE LOS ADOQUINES DE CONCRETO.

### 6.1 Requisitos físicos.

#### 6.1.1 Dimensiones y características geométricas:

- La longitud y el ancho nominal de los adoquines de concreto no deben ser mayor de 250 mm ni menor de 50 mm.
- Como mínimo, el espesor nominal de los adoquines debe ser como lo indica la Tabla No. 1:

Tabla No. 1

Tipo de adoquín	Espesor mínimo (mm)
Adoquín Tipo 1	80
Adoquín Tipo 2	60
Adoquín Especial	50

- La relación entre longitud nominal y ancho nominal no debe ser mayor que 2,5.
- La relación entre longitud nominal y el espesor nominal no debe ser mayor que 4.

6.1.2 Tolerancias. Las tolerancias en la longitud y el ancho reales serán de  $\pm 2$  mm de las medidas nominales. La tolerancia en el espesor real será de  $\pm 3$  mm del espesor nominal.

#### 6.1.3 Biseles:

- Todos los adoquines tipo 1 deben ser biselados.
- El bisel debe tener igual forma o perfil en toda su longitud.
- Las proyecciones verticales u horizontales del bisel deben tener como mínimo 3 mm y como máximo 7 mm.
- La diferencia máxima entre cuatro mediciones de la proyección vertical y horizontal del bisel no debe superar 1,5 mm.

#### 6.1.4 Separadores:

- Cada adoquín debe tener al menos un separador en cada pared que haga contacto directo con las unidades adyacentes.

Continúa



- b) El separador debe estar siempre en la misma posición relativa de la pared del adoquín.
- c) El ancho de los separadores debe estar entre 4 mm y 15 mm.
- d) El espesor de los separadores debe ser 2 mm ± 0,5 mm.
- e) La longitud de los separadores debe ser como mínimo 0,75 del espesor del adoquín.

6.1.5 Absorción de agua. Para todos los tipos de adoquines, la absorción promedio para tres muestras será como máximo de 7% y ningún valor individual superior al 9%.

6.2 Requisitos mecánicos.

6.2.1 Resistencia a la flexo-tracción.

Como mínimo, la resistencia a la flexo-tracción de los adoquines de concreto debe ser lo indicado en la Tabla No. 2:

Tabla No. 2

Tipo de adoquín	Resistencia Mínima a la flexo-tracción promedio MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Mínima a la flexo-tracción para una muestra MPa (kg/cm <sup>2</sup> )
Adoquín Tipo 1	5,00 (50,98)	4,20 (42,83)
Adoquín Tipo 2	4,25 (43,33)	3,57 (36,42)
Adoquín Especial	( x )	( x )

(x): según diseño  
 1 MPa = 1 N/mm<sup>2</sup> = 10,1972 kg/cm<sup>2</sup>

Para el cálculo de la Resistencia Mínima a la flexo-tracción promedio se utilizarán 5 muestras por cada lote de hasta 20 000 unidades. El procedimiento para la realización de la prueba se presenta en la sección 7.3

6.2.2 Resistencia a la compresión.

Como mínimo, la resistencia a la compresión de los adoquines de concreto debe ser lo indicado en la Tabla No. 3:

Continúa



NTON 12 009-10

7/13

Tabla No. 3

Tipo de adoquín	Resistencia Mínima a la compresión promedio MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Mínima a la compresión para una muestra MPa (kg/cm <sup>2</sup> )
Adoquín Tipo 1	24,22 (247)	21,80 (222)
Adoquín Tipo 2	20,60 (210)	18,54 (189)
Adoquín Especial	( x )	( x )

## 7. CONTROL DE CALIDAD

### 7.1 Curado.

El proceso de curado debe completarse en fábrica, ningún adoquín debe salir de fábrica si no se ha alcanzado la resistencia a la compresión especificada según su tipo.

### 7.2 Muestreo.

Para un lote de 5 000 o más adoquines se tomarán 10 muestras y a 5 de ellas se realizará la prueba de flexo-tracción. Si cumple con los requisitos de la tabla No. 2 se aceptará el lote, si no, se realizará la prueba a las otras cinco muestras, si cumple con los requisitos de la tabla No. 2 se aceptará el lote, si no, se realizará la prueba de resistencia a la compresión según la sección 7.4.

### 7.3 Prueba de resistencia a la flexo-tracción.

Para realizar el ensayo de flexotracción de los adoquines de concreto se debe proceder de la siguiente manera:

7.3.1 Dibujar el mayor rectángulo que se pueda inscribir en la cara de desgaste del adoquín, marcar los ejes mayor y menor de dicho rectángulo prolongándolo hasta interceptar las paredes de cada espécimen. Adicionalmente se debe marcar dos líneas paralelas al eje menor y localizadas a 10 mm de cada lado, hacia el centro del rectángulo.

7.3.1.1 Medición de la Longitud y ancho del adoquín. La Longitud real ( $L_{real}$ ) y el ancho real ( $a_{real}$ ) de los adoquines se deben tomar sobre las prolongaciones de los ejes mayor y menor del rectángulo inscrito respectivamente, tanto sobre la cara de desgaste como sobre la cara de apoyo. El promedio de estas dos mediciones será la Longitud real ( $L_{real}$ ) y el ancho real ( $a_{real}$ ) para cada espécimen. Para la muestra total deberá ser el promedio de las muestras individuales.

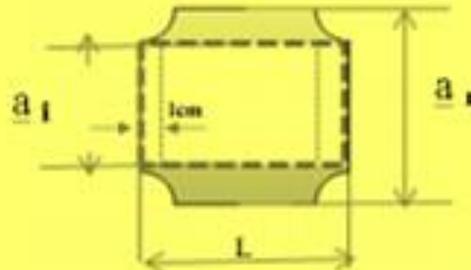
7.3.1.2 Medición del Espesor de los adoquines. Para medir el espesor de los adoquines se debe tomar el promedio de 4 mediciones sobre los puntos donde las prolongaciones de los ejes mayor y menor del rectángulo inscrito intercepten las paredes del adoquín. Para la muestra total el espesor real ( $e_{real}$ ) será el promedio de las muestras individuales.

Continúa



**Nota.** Si el adoquín es rectangular se debe registrar como dimensiones del rectángulo inscrito de cada adoquín, la longitud real promedio ( $L_{real}$ ) del espécimen y el ancho real promedio ( $a_{real}$ ) del espécimen.

Figura 1.



7.3.2 Una vez que se ha dibujado el rectángulo inscrito y registrado las mediciones de la sección 7.3.1 se procede a sumergir los adoquines durante 24 horas antes del ensayo a una temperatura ambiente. Luego se retiran del agua dejándolos escurrir durante 1 minuto, se seca el agua superficial del adoquín con un paño seco, luego se someten al ensayo de Flexotracción. Cada espécimen se debe llevar a la rotura por flexión, como una viga simplemente apoyada cuyo eje debe coincidir con el eje mayor del rectángulo inscrito mediante la aplicación de una carga uniformemente distribuida a lo ancho del espécimen y sobre la proyección en la superficie de desgaste del eje menor del rectángulo inscrito.

7.3.2.1 **Equipo.** La máquina de ensayo para la resistencia a la Flexotracción debe ser capaz de aplicar cargas de 50 kN. Debe estar provista de un dispositivo para la aplicación de carga por flexión dotado de un elemento superior para aplicación de carga y de dos de apoyo. Estos tres elementos pueden ser cilindros de acero, de 12 mm  $\pm$  0,5 mm de diámetro o perfiles de acero de 5 mm  $\pm$  1 mm de ancho. Uno de los apoyos debe ser horizontal fijo y el otro debe estar montado sobre una rótula de manera que no se induzca ninguna torsión por restricción en el movimiento del espécimen. El elemento superior del dispositivo debe tener una rótula que garantice que la carga se aplica axialmente sin inducir ningún esfuerzo de torsión en el espécimen. La longitud de los elementos de soporte y de aplicación de carga debe ser al menos igual al ancho del espécimen en el punto de contacto.

7.3.2.2 **Procedimiento.** Cada espécimen en su estado saturado superficialmente seco se debe colocar en la máquina de ensayo con la superficie de apoyo hacia abajo, de tal manera que el elemento superior (de aplicación de carga) coincida con la proyección del eje menor del rectángulo inscrito sobre la cara de desgaste, y los elementos inferiores (de apoyo) coincidan con una línea paralela, 10 mm hacia adentro de los lados menores del rectángulo inscrito, sobre la cara de apoyo. La carga se debe aplicar a una velocidad tal que produzca un aumento en el esfuerzo cercano a 0,5 MPa/s.

Continúa



NTON 12 009-10

9/13

### 7.3.3 Cálculo.

Se debe calcular para cada adoquín el módulo de rotura ( $M_r$ ) según la siguiente fórmula:

Fórmula: 1.

$$M_r = \frac{3 C_{\text{máx.}} * (l_i - 20)}{(a_r + a_i) e_r^2}$$

En donde:

$M_r$ : Módulo de rotura, N/mm<sup>2</sup>, en Mpa.

$C_{\text{máx.}}$ : Carga máxima de rotura, en N.

$l_i$ : Longitud del rectángulo inscrito, en mm.

$a_r$ : Ancho real del espécimen, en mm.

$a_i$ : Ancho del rectángulo inscrito, en mm.

$e_r$ : Espesor real del espécimen, en mm.

El valor calculado para el módulo de rotura  $M_r$ , en N/mm<sup>2</sup>, se debe expresar en la unidad equivalente, MPa, con una exactitud de 0,1 MPa. Se debe registrar el valor de módulo de rotura  $M_r$  de cada uno de los especímenes de la muestra y el módulo de rotura promedio para la muestra.

### 7.4 Prueba de Resistencia a la Compresión.

#### 7.4.1 Máquina para la prueba.

La máquina utilizada deberá tener la capacidad suficiente para efectuar la prueba sin necesidad de recurrir a cortar los adoquines. No se aceptará resultados de pruebas de Resistencia a la Compresión en donde se halla recurrido a cortar o extraer un núcleo de los adoquines.

#### 7.4.2 Cálculo del área de la superficie de desgaste.

Las muestras deberán someterse a prueba en condiciones húmedas, después de haber estado sumergidas por lo menos durante 24 horas en agua, a una temperatura ambiente. Antes de sumergirse los adoquines en el agua, será preciso determinar el área de los mismos.

Para determinar el área de cada adoquín se deberá dibujar el área de la superficie de desgaste sobre una cartulina, en la que posteriormente se calculará el área dividiéndola en figuras geométricas conocidas.

Para el caso de los adoquines rectangulares no habrá necesidad de dibujar el área de la superficie de desgaste, bastará con multiplicar la longitud del adoquín por su ancho.

Para el adoquín Tipo Santa Cruz se puede dividir el área del adoquín en dos trapecios y un rectángulo a como se muestra en la siguiente figura 2.

Continúa



NTON 12 009-10

10/13

Figura 2.



Formula 2.

$$\text{Área Tipo Santa Cruz} = 2 * (\text{Área del trapecio}) + \text{Área del rectángulo.}$$

#### 7.4.3 Procedimiento para la Prueba.

Las placas de la máquina se limpiarán con un paño, y se deberá quitar cualquier residuo de arenilla suelta u otro material, que se encuentre en las caras de contacto del adoquín. Por otra parte, se usará "triplay" de 4 mm de espesor como empaque, el cual se colocará entre las caras superior e inferior de la muestra y las placas de la máquina; estas tablillas deberán ser 5mm, por lo menos, más grandes que el adoquín. Es necesario emplear empaques nuevos para cada muestra que se someta a prueba.

El adoquín se deberá colocar en la máquina con la superficie de desgaste hacia arriba, de tal manera que los ejes longitudinal y transversal de aquél, queden alineados con los ejes de las placas de la máquina.

La carga no se deberá aplicar de golpe y, además, se aumentará continuamente a una velocidad aproximada de 15 N/mm<sup>2</sup> por minuto, hasta que no se pueda soportar una carga mayor.

La resistencia a la compresión de cada adoquín de muestra, deberá calcularse dividiendo la carga máxima entre el área calculada en el inciso 7.4.2 y multiplicando el resultado por el factor correspondiente tomado de la Tabla 4, dicha resistencia se expresará con una precisión de 1 N/mm<sup>2</sup>.

Continúa



NTON 12 009-10

11/13

Tabla 4. Factores de corrección para la resistencia a la compresión

Espesor del adoquín (mm)	Adoquín	
	Liso	Biselado
60 ó 65	1,00	1,06
80	1,04	1,11
100	1,08	1,16

Nota: Se aplica el factor de corrección de la Tabla 4 a fin de adaptar el efecto de la proporción espesor/ancho del adoquín y la influencia del bisel y/o radio.

## 8. CRITERIOS DE ACEPTACION O RECHAZO

El lote de adoquines se aceptará siempre y cuando cumpla con los requisitos de la sección 6 Requisitos Físicos y Mecánicos de los adoquines de concreto.

## 9. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE LOS ADOQUINES DE CONCRETO

Tanto la carga como descarga de los adoquines a los vehículos de transporte se realizarán de tal manera que se evite la despica de las aristas de los adoquines.

En el caso de movimiento y almacenamiento manual los adoquines deberán ser cargados y colocados en los lugares de almacenamiento evitando al máximo su deterioro por mala práctica de manipulación.

La altura máxima de las estibas de adoquines será de 1,60 m.

## 10. COLOCACIÓN DE LOS ADOQUINES DE CONCRETO

### 10.1 Colocación de los adoquines.

Las primeras filas de adoquines deberán ser colocadas con mucho cuidado para evitar el desalojo de los bloques que ya están colocados. Una vez que se han colocado las primeras filas, se asentarán las demás firmemente, debiendo estar todas las unidades en contacto con las que las rodean.

El adoquinador deberá trabajar a partir de la capa de adoquines previamente colocada y evitará la alteración de la arena enrasada y la última fila de adoquines colocados, comprobando frecuentemente que los adoquines están bien asentados y acomodados y, si es necesario, acomodándolos a golpes con un mazo de hule o madera. Si hay áreas en que hayan quedado ranuras muy abiertas se les removerá y volverá a colocar.

10.2 Recorte de los Adoquines. Aquellas formas irregulares que queden en los bordes serán rellenadas con cuñas o pedazos de adoquín cortados con un cortador de adoquines o aserrados. Se evitará colocar piezas muy pequeñas o delgadas, pues con frecuencia se hacen pedazos con la vibración. El recorte de los adoquines para ajustar el

Continúa



NTON 12 009-10

12/13

pavimento a los bordes, no se hará sino hasta haber colocado adoquines en un área considerable.

En las parrillas de tragantes, en pozos de visita y tapas de inspección se procederá de una manera similar hacia los bordes, teniendo cuidado de que los adoquines, al ser compactados, queden ligeramente más arriba del nivel de entrada al "dren".

10.3 Vibración. Una vez que los bordes del adoquinado hayan sido completados a lo largo de la calle o camino, se vibrará la superficie por medio de una plancha o rodillo vibratorio. El número de pases requerido dependerá de una variedad de factores y será determinado por medio de tanteos en el sitio, tratando de obtener una superficie que sea transitable con suavidad y que no sea posteriormente compactada por los vehículos.

Generalmente, bastan dos o tres pasadas. No se aplicará vibración a áreas que queden dentro de un metro de adoquines no confinados; no se deberán dejar áreas sin vibrar de un día para otro.

10.4 Rellenado con Arena. Finalmente, se rellenarán las ranuras o juntas entre adoquines con arena, la que será aplicada con escoba o cepillo y, luego, se pasará el vibrador dos o tres veces hasta completar la trabaja entre los bloques.

Tan pronto como se haya completado la vibración, se podrá abrir el camino o calle al tráfico. Las ranuras que queden entre los bordillos o cunetas laterales o entre los remates o travesaños de concreto y los adoquines serán rellenas con mortero de arena y cemento en proporción de 4:1.

## 11. OBSERVANCIA DE LA NORMA

La verificación y certificación de esta Norma estará a cargo del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). La producción de los adoquines de concreto estará sometida a inspecciones aleatorias de oficio por parte del MTI, el costo de los muestreos y pruebas de calidad deben ser asumidos por los fabricantes, lo cual no exime que los compradores por su propia cuenta y costas, requieran realizarlos según sus necesidades.

## 12. REFERENCIAS NORMATIVAS

- [1] ASTM C 33, "Standard Specification for Concrete Aggregates"
- [2] ASTM C131-06, "Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine"
- [3] ASTM C150, "Standard Specification for Portland Cement"
- [4] ASTM C 494, "Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete"
- [5] ASTM C 979, "Standard Specification for Pigments for Integrally Colored for Concrete"

Continúa



NTON 12 009-10

13/13

- [6] ASTM C 1157, "Standard Performance Specification for Hydraulic Cement"
- [7] ASTM C94/C94-07 "Standard specification for Ready-Mixed Concrete"
- [8] NIC 2000, "Especificaciones Generales para Caminos Calles y Puentes"
- [9] Norma Técnica Colombiana NTC 5147 "Método de ensayo para determinar la resistencia a la abrasión de materiales para pisos y pavimentos, mediante arena y disco metálico ancho."

-Ultima Línea-

CONSULTA PÚBLICA



## 18.4 NIC. 2000 / SECCIÓN 502.- PAVIMENTO DE ADOQUINES DE CONCRETO

### SECCIÓN 502.- PAVIMENTO DE ADOQUINES DE CONCRETO

#### Descripción

**502.01** Este trabajo consistirá en el suministro y colocación de adoquines de concreto sobre una superficie preparada de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad razonable con las líneas, rasantes y secciones transversales mostradas en los planos u ordenadas por el Ingeniero.

#### Materiales

**502.02** Los materiales a usar en el adoquinado deberán llenar los siguientes requisitos:

**a. Adoquines de Concreto.** - El adoquín a usarse, incluyendo las “cuchillas”, será el denominado TIPO TRAFICO, cuya resistencia característica a los 28 días no deberá ser menor que los siguientes valores:

Tipo 1 para Tráfico Pesado: 49.0 MPa

Tipo 2 para Tráfico Liviano: 34.3 MPa

El adoquín no deberá presentar en su superficie fisuras ni cascaduras ni cavidades, ni tener materiales extraños tales como piedras, trozos de madera o vidrio, embebidos en su masa. Las aristas deberán ser regulares y la superficie no deberá ser extremadamente rugosa. El tamaño de los adoquines deberá ser uniforme para evitar irregularidades o juntas muy anchas al ser colocados. El tamaño máximo del agregado a usar en el concreto es de 19 milímetros.

**b. Bordillos Laterales.** - Según lo muestran los planos, el adoquinado estará confinado en sus bordes laterales por bordillos o cunetas de concreto simple, cuyo objeto es el de proteger y respaldar debidamente al adoquinado. Los materiales y métodos de construcción de los bordillos o cunetas de concreto se ajustarán a lo estipulado en la [Sección-905](#) de estas especificaciones.

**c. Capa de Arena.** - La arena que servirá de colchón a los adoquines deberá ser arena lavada, dura, angular y uniforme y no deberá contener más del 3% (en peso) de limo, arcilla o de ambos.

Su graduación será tal que pase totalmente por el tamiz No. 4 y no más del 15% sea retenido en el tamiz No. 10. El espesor de esta capa no deberá ser menor de 3 cm ni mayor de 5 centímetros.

**d. Remate del Pavimento.** - Las áreas adoquinadas deberán quedar confinadas en todos sus bordes y a los intervalos mostrados en los planos. Al comienzo y al final del adoquinamiento deberán construirse remates de concreto simple, Clase A, de las dimensiones mostradas en los planos. Los materiales y métodos de construcción de estos remates se ajustarán a lo establecido en la [Sección-901](#) de estas especificaciones.



## Requisitos para la Construcción

**502.03 (a). Aceptación del Adoquín.** -Antes de iniciar el transporte de los adoquines al Proyecto, el Contratista someterá muestras representativas de los mismos al Ingeniero, a fin de que éste pueda autorizar su uso, si llenan los requisitos de calidad y resistencia. A este efecto, el Contratista suministrará certificado de un laboratorio de materiales independiente en que se haga constar que los lotes de adoquines destinados al Proyecto han sido debidamente muestreados (al azar) tomando no menos de 10 muestras por cada orden de menos de 20,000 bloques. El muestreo deberá ser hecho en la planta de fabricación de los adoquines y las pruebas se referirán a la exactitud dimensional, a la uniformidad, a la sanidad de los adoquines tanto como a la resistencia a la compresión.

El cálculo de la resistencia característica a la compresión se hará por medio de la desviación estándar de la muestra de los 10 especímenes tomados del lote, cuya fórmula es la siguiente:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (f_i - f_m)^2}{n - 1}}$$

donde:

- $s$  = Desviación estándar, en MPa.
- $f_i$  = Sucesivamente, la resistencia a la compresión de cada uno de los especímenes (MPa)
- $f_m$  = Media aritmética de las resistencias a la compresión de todos los especímenes (MPa)
- $n$  = Número de especímenes (10).

donde:

$s$  = Desviación estándar, en MPa.

$f_i$  = Sucesivamente, la resistencia a la compresión de cada uno de los especímenes (MPa)

$f_m$  = Media aritmética de las resistencias a la compresión de todos los especímenes (MPa)

$n$  = Número de especímenes (10).

273

Pavimento de Adoquines de Concreto Sección 502

La **resistencia característica**,  $f_k$ , se calcula con la fórmula:  $f_k' = f_k - 1.64 s$ .

La resistencia característica deberá ser reportada al MPa más cercano.

**(b) Capa de Apoyo.** - El adoquinado se apoyará en una capa de terracería mejorada, subbase o base del espesor indicado en los planos.



La construcción de la capa requerida en los planos, ya sea de Préstamo Seleccionado, subbase o base, será hecha de acuerdo con lo estipulado en:

Sección-203, Sección-208, Sección-302, Sección-303, Sección-304, Sección-305, Sección-306, Sección-307 ó Sección-308 de estas especificaciones, según corresponda. El perfil de la superficie de apoyo del adoquinado deberá ser igual al requerido para la superficie final del pavimento, con una tolerancia de 20 mm. del nivel de diseño.

**(c) Lecho de Arena.** - Sobre la superficie de apoyo se colocará una capa suelta de arena que servirá de lecho a los adoquines.

El espesor requerido de arena suelta que se colocará dependerá de su contenido de humedad, graduación y grado de compactación. Dado que la arena no es vibrada sino hasta que los adoquines han sido colocados, el espesor suelto correspondiente al espesor compacto requerido de 3 a 5 cm es determinado por tanteos al comenzar los trabajos. Se deberán hacer frecuentes comprobaciones del nivel de la superficie del adoquinado para asegurarse de que el espesor que se está colocando de arena sin compactar es el correcto.

Una vez que la arena se ha depositado y esparcido sobre la superficie de apoyo, se emparejará y alisará por medio de reglas de enrasamiento (codales).

En calles o caminos de 5 m o menos de ancho se podrán usar las cunetas o bordillos laterales como guías para el enrasamiento de la superficie de la capa de arena; en pavimentos más anchos será necesario colocar rieles "provisionales para apoyar los codales de enrasamiento.

Durante el esparcido y enrasamiento de la capa de arena, no será permitido que nadie se apoye, ponga de pie o camine sobre la arena, pues de hacerlo se producirá una precompactación dispereja lo que causará irregularidades en la superficie final del pavimento. Para minimizar los riesgos de alteración, se deberá evitar el enrasamiento de la arena en grandes distancias adelante de la brigada de colocación de adoquines. Asimismo, antes de iniciar el trabajo de enrasamiento, el Contratista deberá remover de la arena todos los pedruscos, raíces, pedazos de madera, ripios, lodo, etc. que contenga la arena.

**(d) Adoquinamiento.** - El adoquinado comprende cuatro etapas:

1) La colocación de los adoquines sobre la superficie preparada, 2) el recorte de los adoquines en los bordes de la vía, 3) la vibración de toda el área adoquinada y 4) relleno con arena.

**1) Colocación de los Adoquines.** - Las primeras filas de adoquines deberán ser colocadas con mucho cuidado para evitar el desalojo de los bloques que ya están colocados. Una vez que se han colocado las primeras filas, se asentarán las demás



firmente dejando ranuras de 3 a 5 mm, entre adoquines. A estas alturas no se deberá intentar el recorte de los adoquines para ajustarlos a los bordes.

El adoquinador deberá trabajar a partir de la capa de adoquines previamente colocada y evitará la alteración de la arena enrasada y la última fila de bloques colocados, comprobando frecuentemente que los bloques están bien asentados y acomodados y, si es necesario, acomodándolos a golpes de un mazo de hule o madera. Si hay áreas en que hayan quedado ranuras muy abiertas se les removerá y volverá a colocar.

**2) Recorte de los Adoquines.** - Aquellas formas irregulares que queden en los bordes serán rellenadas con cuñas o pedazos de adoquín cortados con un cortador de adoquines o aserrados. Se evitará colocar piezas muy pequeñas o delgadas, pues con frecuencia se hacen pedazos con la vibración. El recorte de los adoquines para ajustar el pavimento a los bordes, no se hará sino hasta haber colocado adoquines en un área considerable.

En las parrillas de tragantes, en pozos de visita y tapas de inspección se procederá de una manera similar hacia los bordes, teniendo cuidado de que los bloques, al ser compactados, queden ligeramente más arriba del nivel de entrada al dren.

**3) Vibración.** - Una vez que los bordes del adoquinado hayan sido completados a lo largo de la calle o camino, se vibrará la superficie por medio de una plancha o rodillo vibratorio. El número de pases requerido dependerá de una variedad de factores y será determinado por medio de tanteos en el sitio, tratando de obtener una superficie que sea transitable con suavidad y que no sea posteriormente compactada por los vehículos.

Generalmente, bastan dos o tres pasadas. No se aplicará vibración a áreas que queden dentro de un metro de adoquines no confinados; por otra parte, no se deberán dejar áreas sin vibrar de un día para otro.

**4) Rellenado con Arena.** - Finalmente, se rellenarán las ranuras o juntas entre adoquines con arena, la que será aplicada con escoba o cepillo y, luego, se pasará el vibrador dos o tres veces hasta completar la trabazón entre los bloques.

Tan pronto como se haya completado la vibración, se podrá abrir el camino o calle al tráfico.

Las ranuras que queden entre los bordillos o cunetas laterales o entre los remates o travesaños de concreto y los adoquines serán rellenadas con mortero de arena y cemento Portland en proporción de 4:1.274

Sección 502 Pavimento de Adoquines de Concreto

Antes de aceptar cada tramo de adoquinado el Ingeniero comprobará si está de acuerdo con la rasante longitudinal y con el bombeo indicado en los planos.



**502.04 Aceptación.** - El cemento y los adoquines serán evaluados visualmente y mediante certificados del Fabricante y un laboratorio independiente.

La arena será evaluada visualmente y mediante ensayos de calidad.

Los bordillos y cunetas serán evaluados bajo la [Sección-905](#).

La superficie preparada será evaluada bajo la [Sección-301](#).

La construcción del adoquinado será evaluada visualmente y mediante mediciones y ensayos.

### **Método de Medición**

**502.05** La cantidad de adoquinado a pagarse será medida en metros cuadrados de superficie debidamente colocada y aceptada, cantidad que incluirá, además, la arena usada en el lecho y en las juntas.

Los remates y travesaños de concreto serán medido en metro cúbicos.

### **Base para el Pago**

**502.06** Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida para los conceptos de pago listados más adelante que figuren en el Pliego de Licitación, precio y pago que serán compensación total por el trabajo prescrito en esta sección.

La arena para el lecho del adoquinado y la usada para rellenar las juntas no será pagada por separado, sino que será considerada como subsidiarias del concepto de pago.

Las vigas de concreto para remates y las transversales serán pagadas por metro cúbico bajo la [Sección- 901](#). La capa de apoyo será pagada, según lo indiquen los planos o el Pliego de Licitación, bajo el concepto de pago correspondiente a Préstamo Seleccionado, sub-base o base del tipo mostrado en los planos. Los bordillos y cunetas serán pagados por separado bajo los conceptos de la [Sección-905](#).

Ver [Artículo-106.03](#) y [Artículo-110.04](#).

El pago será efectuado bajo el siguiente concepto:

#### **Concepto de Pago**

#### **Unidad de Medida**

502(1) Pavimento de Adoquines de Concreto  
Metro Cuadrado

275

El pago será efectuado bajo el siguiente concepto:

Concepto de Pago	Unidad de Medida
502(1) Pavimento de Adoquines de Concreto	Metro Cuadrado



## 18.5 ANÁLISIS HIDROLÓGICO (MEMORIA DE CALCULO)

1)	<u>UNIDAD HIDROGRAFICA ES</u>	→	<b>0.118</b> Km <sup>2</sup>	
2)	<u>FORMA DE LA UNIDAD HIDROGRAFICA</u>			
2.1)	<u>INDICE DE GRAVELLIUS</u>			
	$K_c = 0.28 \times P/\sqrt{A_T}$	→	$K_c = 0.28 \times 1.670/\sqrt{0.118}$	
	INDICE DE GRAVELLIUS = $K_c$			$K_c = 1.359$
	PERIMETRO (Km) = P (Km) =		<b>1.670</b>	$K_c = 1.359$ Km
	COEFICIENTE = 0.28 =		<b>0.280</b>	
	AREA TOTAL (Km <sup>2</sup> ) = $A_T$ =		<b>0.118</b>	$1.251 > 1$
				<b>SIGNIFICA QUE LA HOYA NO ES REDONDA</b>
2.2)	<u>FACTOR DE FORMA (K<sub>F</sub>)</u>			
	$K_f = A / L^2$	→	$K_f = 0.118 \text{ Km}^2 / (0.729 \text{ Km})^2$	
	LONGITUD AXIAL DE LA HOYA = L (Km) =		<b>0.729</b>	$K_f = 0.223$
	AREA TOTAL = $A_T$ =		<b>0.118</b>	$K_f = 0.223$ Km
	ANCHO MEDIO = B			Factor de Forma Bajo esta sujeta a menos crecientes
	$B = A / L$	→	$B = 0.118 \text{ Km}^2 / 0.729 \text{ Km}$	
				$B = 0.162$
				$B = 0.162$ Km
2.3)	<u>RECTANGULO EQUIVALENTE</u>			
	SERA LO SIGUIENTE :			
	S = SUPERFICIE TOTAL DE LA HOYA (Km <sup>2</sup> )			
	P = PERIMETRO DE LA HOYA (Km)			
	$P^2 > 16 \times S$			
	EXPRESION PARA ENCONTRAR L <sub>M</sub> (LONGITUD MAYOR DEL RECTANGULO EQUIVALENTE)			
	$L_M = \frac{P + \sqrt{P^2 - 16 \times S}}{4}$		$L_M = \frac{1.670 + \sqrt{(1.670)^2 - 16 \times 0.118}}{4}$	
	$16 \times S = 1.894$			
	P = <b>1.670</b>		$P^2 - 16 \times S = 0.89$	
	$P^2 = 2.789$		$\sqrt{0.895} = 0.95$	
	S = <b>0.118</b>		$P^2 > 16 \times S$	$2.789 > 1.894$
	$L_M = 0.654$	→	$L_M = 0.654$ Km	
	EXPRESION PARA ENCONTRAR L <sub>m</sub> (LONGITUD MENOR DEL RECTANGULO EQUIVALENTE)			
	$L_m = \frac{P - \sqrt{P^2 - 16 \times S}}{4}$		$L_m = \frac{1.670 - \sqrt{(1.670)^2 - 16 \times 0.118}}{4}$	
	$L_m = 0.181$	→	$L_m = 0.181$ Km	



2.4) INDICE DE PENDIENTE					
CURVA DE NIVEL	AREA DE LA CURVA METROS (m <sup>2</sup> )	EN	ELEVACION EN METROS (ΔH)	ECUACION UTILIZADA = $\frac{A_c}{A_T} * 100$	% DATOS ENCONTRADOS
246 - 247	8589.6000		1	8589.6/118,382.27*100	7.26
247 - 248	18637.8100		1	18637.81/118,382.27*100	15.74
248 - 249	26620.0000		1	26620/118,382.27*100	22.49
249 - 250	30657.2200		1	30657.22/118,382.27*100	25.90
250 - 251	25265.2900		1	25265.29/118,382.27*100	21.34
251 - 251.63	8612.3500		0.63	8612.35/118,382.27*100	7.28
<b>Σ DE AREA =</b>	<b>118382.2700</b>			<b>Σ DE DATOS (%)</b>	<b>100.00</b>
$I_p = 1 \div \sqrt{L_M} * (\sum_{i=1}^n \sqrt{\Delta H} * B / 1000)$					
AREA Y PERIMETRO					
CURVAS DE NIVEL		AREA EN METROS (m <sup>2</sup> )	AREA EN KILOMETROS (Km <sup>2</sup> )	PERIMETRO EN METROS (m)	PERIMETRO EN KILOMETROS (Km)
DE	HASTA				
251.63	251	8612.3500	0.0086	564.36	0.5644
251	250	25265.2900	0.0253	915.76	0.9158
250	249	30657.2200	0.0307	1067.66	1.0677
249	248	26620.0000	0.0266	984.21	0.9842
248	247	18637.8100	0.0186	772.44	0.7724
247	246	8589.6000	0.0086	483.97	0.4840
	<b>Σ A<sub>T</sub> =</b>	<b>118382.2700</b>	<b>0.1184</b>		
CURVA DE NIVEL	AREA DE LA CURVA EN KILOMETROS (Km <sup>2</sup> )	AREA ACUM (Km <sup>2</sup> )	ECUACION UTILIZADA B = $\frac{\text{AREA MAYOR} - \text{AREA MENOR}}{\text{AREA TOTAL}}$	DATOS ENCONTRADOS (B)	
	0	0			
251.63	0.0086	0.0086	0.0086-0/0.1184	0.072750337	
251	0.0253	0.0339	0.0339-0.0086/0.1184	0.213421233	
250	0.0307	0.0645	0.0645-0.0339/0.1184	0.258968003	
249	0.0266	0.0912	0.0912-0.0645/0.1184	0.224864754	
248	0.0186	0.1098	0.1098-0.0912/0.1184	0.157437512	
247	0.0086	0.1184	0.1184-0.1098/0.1184	0.072558163	
246					



CALCULANDO INDICE DE PENDIENTE CON LA EXPRESION DADA :				
$I_p = 1 \div \sqrt{L_M} * (\sum_{i=1}^n \sqrt{\Delta H * B} / 1000)$				
CURVAS DE NIVELES	$\Delta H$	B	$\Delta H * B / 1000$	$\sqrt{\Delta H * B} / 1000$
251.63	0.63	0.0728	4.58327E-05	0.006769986
251	1	0.2134	0.000213421	0.014608944
250	1	0.2590	0.000258968	0.016092483
249	1	0.2249	0.000224865	0.014995491
248	1	0.1574	0.000157438	0.012547411
247	1	0.0726	7.25582E-05	0.008518108
246				
LM =	0.654		$\sum_{i=1}^n$	0.9272
$\sqrt{L_M} =$	0.808691854			
$I_p = 1.1466$		INDICE DE PENDIENTE		
INDICE DE PENDIENTE RELATIVA				
HM =	251.63		$I_p = \sqrt{(H_M - H_m / 1000 * L_M)}$	
Hm =	246			
LM =	0.654			
HM - Hm =	5.63		$I_p = 0.0928$	INDICE DE PENDIENTE RELATIVA
1000*LM =	653.983			
HM - Hm / 1000 * LM =	0.008608793			
2.5) ALTITUD MEDIA				
$A_m = (\sum_{i=1}^n H_i * A_i) / A_T$				
CURVAS		$H_i$	$A_i$ (Km <sup>2</sup> )	$H_i * A_i$
MAYOR	MENOR			
251.63	251	251.315	0.0086	2.1644
251	250	250.5	0.0253	6.3290
250	249	249.5	0.0307	7.6490
249	248	248.5	0.0266	6.6151
248	247	247.5	0.0186	4.6129
247	246	246.5	0.0086	2.1173



$\sum_{i=1}^n H_i * A_i = 29.4876$		$A_m = 249.09 \text{ m}$			
		<b>ALTITUD MEDIA</b>			
<b>2.6) PENDIENTE MEDIA DE LA HOYA (I rio)</b>					
			<b>DATOS DE LA CUENCA :</b>		
<i>L t = LONGITUD TOTAL DE LA CALLE (Km)</i>		<i>L t (Km) = 0.729</i>			
<i>H M = ALTURA MAXIMA DE LA HOYA (m)</i>		<i>H M (m) = 251.63</i>			
<i>H m = ALTURA MINIMA DE LA HOYA (m)</i>		<i>H m (m) = 246</i>			
$I_{rio} = (H_M - H_m) / 1000 * L_T$					
<b>ORDEN DE MAGNITUD, SE PUEDE ADMITIR LO SIGUIENTE:</b>					
$I_{rio} = \frac{251.63 - 246}{1000 * 0.729}$					
		<b>Irio = 0.77</b>			
<b>Irio = 0.77 %</b>					
<b>OBSERVANDO EL RESULTADO ENCONTRADO NOS INDICA QUE SU TERRENO ES PLANO</b>					
<b>A CONTINUACION EL CUADRO DE PENDIENTE CLASIFICADAS</b>					
<b>PENDIENTE MEDIA ( % )</b>		<b>TERRENO</b>			
2		PLANO			
5		SUAVE			
10		ACCIDENTADO MEDIO			
15		ACCIDENTADO			
25		FUERTEMENTE ACCIDENTADO			
50		ESCARPADO			
50 A MAS		MUY ESCARPADO			
<b>CUADRO DE UNIDADES HIDROGRAFICAS</b>					
UH	AREA (KM <sup>2</sup> )	LONGITUD (KM)	ALTURA MAX.	ALTURA MIN.	<b>Σ de Longitud total de los cursos de agua de la hoya 0.7289 Km</b>
1	0.0086	0.0390	251.63	251.00	
2	0.0253	0.2109	251.00	250.00	
3	0.0307	0.1596	250.00	249.00	
4	0.0266	0.1435	249.00	248.00	
5	0.0186	0.0874	248.00	247.00	
6	0.0086	0.0209	247.00	246.00	
	0.1184	0.6612	251.63	246.00	



<b>SISTEMA DE DRENAJE</b>			
3.1)	<b>ORDEN DE CORRIENTE DE LA HOYA (VER PLANO N° 00)</b>		
3.2)	<b>DENSIDAD DE DRENAJE (KM/KM<sup>2</sup>)</b>		
	<b>Dd = L / A</b>		<i>L= Longitud total de la corriente de agua(km)</i>
	L = 0.7289 Km		<i>A= Area total de la Hoya (Km<sup>2</sup>)</i>
	A = 0.1184		<i>Dd = Densidad de Drenaje (Km/Km<sup>2</sup>)</i>
	Dd = 6.1572	<b>Dd = 0.50 Km/Km<sup>2</sup></b>	
			<b>POBREMENTE DRENADA</b>
	Dd = 0.5 Km/Km <sup>2</sup> pobremente drenadas		
	Dd = 3.5 Km/Km <sup>2</sup> excepcionalmente bien drenadas		
3.3)	<b>EXTENSION MEDIA DE LA ESCORRENTIA SUPERFICIAL</b>		
	<b>L = A / 4*L</b>		<i>L= Longitud total de la corriente de agua(km)</i>
	L = 0.7289		<i>A= Area total de la Hoya (Km<sup>2</sup>)</i>
	A = 0.1184		
	L = 0.0406	<b>L = 0.041 Km</b>	
3.3)	<b>EXTENSION MEDIA DE LA ESCORRENTIA SUPERFICIAL</b>		
	<b>S = L / Lt</b>		<i>L= Longitud total del rio principal (km)</i>
	L = 0.7289		<i>Lt= Longitud total del valle del rio principal en linea recta o cura (Km)</i>
	Lt = 0.7289		
	S = 1.0000	<b>S = 1.0000</b>	<b>BAJA SINUOCIDAD</b>
<b>SI "S" ES MENOR O IGUAL A 1.25 (S ≤ 1.25) INDICA UNA BAJA SINUOCIDAD</b>			



3.4) <b>COEFICIENTE DE ESCORRENTIA</b>					
FACTORES PARA EL COEFICIENTE DE ESCORRENTIA					
<b>Uso de suelo</b>				<b>Us</b>	
Vegetación densa, bosques, cafetal con sombra, pasto				0.04	
Malezas, arbustos, solar baldío, cultivos, perennes, parques, cementerios, campos deportivos				0.05	
Sin vegetación o con cultivos anuales				0.10	
Zona suburbanas (viviendas, negocios)				0.20	
Casco urbano y zonas industriales				0.30 - 0.50	
<b>Tipo de suelo</b>				<b>Ts</b>	
Permisible (terreno arenoso ceniza volcánica, pomez)				1.00	
Semipermeable (terreno arcilloso arenoso)				1.25	
Impermeable (terreno arenoso, limoso, marga)				1.50	
<b>Pendiente del terreno %</b>				<b>Pt</b>	
0.00 - 3.00				1.00	
3.10 - 5.00				1.50	
5.10 - 10.00				2.00	
10.10 - 20.00				2.50	
20.10 - y más				3.00	
<b>PRECIPITACION PROMEDIO</b>					
<b>ESTACIONES</b>			<b>METODO ARITMETICO</b>		
ID	NOMBRE	ECUACION (P =)	PRECIPITACION PROMEDIO POR ESTACION Pi	PRECIPITACION PROMEDIO POR DE LA HOYA (mm)	
1	MASAYA	$\sum_{i=1}^n P_i$	1410.00	1271.60	
2	AEROPUERTO	n	1133.20		
			$\Sigma$	2543.20	
<b>PRECIPITACION PROMEDIO</b>					
<b>METODO THIESSSEN</b>					
ID	ECUACION (P =)	Ai (Km <sup>2</sup> )	Pi × Ai	PRECIPITACION PROMEDIO POR LA HOYA (mm)	
1	$\sum_{i=1}^n P_i \times A_i$	0.1184	166.92	1410.00	
2	$\Sigma A_i$	0	0.00		
		$\Sigma$	0.11838227	166.92	
<b>VELOCIDAD DE TRANSITO</b>					
UH	LONGITUD (KM)	Tc	ECUACION	Velocidad Km/h	Velocidad m/min
1	0.1184	9.5200	$V = L / T_c$	0.012436975	12.437
<p><i>L = Longitud del cauce de la sub-cuenca</i></p> <p><i>Tc = Tiempo de concentración de la sub-cuenca</i></p> <p><i>x = Representa la cantidad de datos a sumar</i></p>					



INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES						
INETER						
INTENSIDADES MAXIMAS ANUALES DE PRECIPITACION (mm).						
ESTACION : AEROPUERTO DE MANAGUA				Latitud : 12° 08' 36"		
CODIGO : 069027				Longitud : 86° 09' 49"		
Periodo : 1971 - 2015				Elevación : 56 Msnm		
				Tipo : HMP		
AÑOS	5	10	15	30	60	120
1971	199.2	112.8	106.4	69.4	41.7	30.2
1972	212.4	123.6	86.8	58.8	29.5	18.1
1973	200.4	137.4	121.2	89.2	77.7	44.7
1974	198.0	115.2	84.0	59.0	44.4	30.9
1975	126.0	125.4	118.4	100.0	90.0	65.6
1976	123.6	118.2	113.6	72.4	41.6	22.8
1977	187.2	142.2	118.4	79.2	52.1	29.2
1978	126.0	125.6	90.8	77.0	49.0	30.2
1979	121.2	111.6	92.8	57.8	42.4	26.8
1980	180.0	178.2	158.4	99.0	63.8	37.3
1981	153.6	109.2	104.8	59.6	36.7	23.0
1982	155.6	122.4	95.6	68.0	57.7	33.6
1983	133.2	102.0	80.8	55.8	35.4	18.1
1984	151.2	150.0	123.2	112.8	63.2	32.7
1985	150.0	134.4	109.6	106.4	77.3	67.9
1986	158.4	103.8	88.0	54.4	28.5	8.9
1987	200.4	151.8	119.2	84.4	47.1	17.4
1988	212.4	168.8	134.4	93.2	64.2	21.2
1989	150.1	120.7	98.0	36.4	25.2	14.8
1990	106.2	86.4	72.4	62.5	36.9	14.8
1991	238.8	204.0	159.6	82.2	33.8	23.0
1992	123.6	111.0	98.0	69.0	39.3	21.5
1993	150.0	111.0	87.2	66.0	49.3	29.1
1994	122.4	108.6	90.0	60.6	54.3	32.8
1995	115.2	114.0	113.0	76.0	76.0	45.8
1996	124.8	121.8	120.0	69.6	43.5	23.3
1997	120.0	120.0	80.0	64.0	33.4	14.9
1998	230.4	141.6	110.4	76.6	43.1	24.5
1999	126.0	109.8	84.0	62.4	32.6	22.7
2000	124.8	116.4	125.2	89.2	51.2	19.8
2001	230.4	164.0	119.2	76.8	46.0	30.6
2002	126.0	120.0	114.0	90.0	66.5	62.7
2003	165.6	130.8	120.8	110.0	95.1	58.9
2004	132.0	104.4	82.0	64.0	36.4	17.3
2005	132.0	120.0	108.0	88.0	77.0	42.7
2006	110.4	108.0	74.8	53.4	41.8	11.0
2007	142.8	118.8	94.4	62.8	47.0	27.1
2008	177.6	172.8	153.6	101.6	69.8	39.5
2009	178.8	154.2	114.0	84.8	22.9	12.3
2010	151.2	124.8	120.8	85.4	55.8	29.3
2011	123.6	118.8	82.0	58.8	44.7	34.3
2012	240.0	180.0	160.0	140.8	93.5	48.1
2013	123.6	104.4	88.0	64.8	40.8	27.2
2014	115.2	101.4	82.4	54.4	35.6	18.5
2015	163.2	120.6	108.4	92.4	67.0	66.0



**TABLA DE COORDENADAS UTM PROPORCIONADAS POR INETER EN MAPA DE ARCHIVO DE EXTENSION JPG**

Nº PTO	X	Y	COTA	DESC.	Nº PTO	X	Y	COTA	DESC.
1	588393.838	1344288.86	47	NT	43	587378.6338	1332166.75	218	BM
2	590972.735	1344042.27	47	NT	44	588187.3318	1333630.61	175	NT
3	592655.114	1344643.37	44	NT	45	589163.245	1334701.78	157	NT
4	591709.275	1343173.37	52	NT	46	591320.2485	1335331.08	116	NT
5	593506.468	1344010.94	49	BM	47	590054.0623	1332890.56	159	NT
6	589209.068	1342869.28	57	NT	48	588455.6287	1330930.71	241	NT
7	588386.562	1341898.97	68	NT	49	590914.8093	1331849.82	191	NT
8	591271.459	1342098.98	60	NT	50	591709.9204	1330588.1	229	NT
9	592565.58	1342080.26	57	NT	51	592783.4665	1331322.76	219	NT
10	591793.123	1341224.29	63	NT	52	593789.9817	1333110.63	143	NT
11	595203.97	1342253.26	57	NT	53	591964.7601	1334052.92	126	NT
12	598736.328	1343462.95	78	NT	54	593437.7044	1334810.61	108	NT
13	599811.9	1344275.48	62	NT	55	595726.6359	1333903	193	NT
14	601186.21	1341899.21	66	NT	56	595902.3449	1331770.11	180	NT
15	600049.03	1341269.97	99	NT	57	597876.0664	1331526.66	215	NT
16	598656.161	1339911.58	109	NT	58	597672.2507	1333236.43	203	NT
17	596972.688	1340044.53	110	NT	59	599034.3711	1334402.38	180	NT
18	595322.552	1339114.87	77	NT	60	600460.6196	1333944.62	169	NT
19	593754.639	1340559.26	69	NT	61	600886.9859	1332265.16	186	NT
20	592857.129	1339372.36	82	NT	62	601678.8363	1331390.92	191	NT
21	591337.032	1338883.98	88	NT	63	602982.2961	1331383.62	168	NT
22	589951.461	1338645.51	87	NT	64	601037.1493	1330387.08	212	NT
23	589979.249	1340507.73	71	NT	65	599316.4116	1331179.59	210	NT
24	588356.063	1340317.65	92	NT	66	601676.263	1327036.51	228	NT
25	588479.595	1337340.74	156	NT	67	599706.6466	1327963.53	249	NT
26	590869.343	1337526.67	106	NT	68	599282.4174	1328970.82	236	NT
27	592552.991	1337417	98	NT	69	598113.6303	1328307.82	211	NT
28	594600.265	1337793.48	93	NT	70	597798.9739	1329893.89	195	NT
29	596568.135	1336548.53	166	NT	71	596120.4405	1330002.55	195	NT
30	598327.413	1336871.49	151	NT	72	596328.7365	1328172.93	205	NT
31	600628.693	1337341.65	126	NT	73	595077.1282	1329017	202	NT
32	600815.237	1338814.43	106	NT	74	593870.6096	1329818.88	199	NT
33	600363.387	1335241.66	157	NT	75	593155.5066	1328472.3	286	NT
34	598891.301	1335815.68	164	NT	76	592665.361	1327065.49	315	NT
35	595783.625	1335031.63	187	NT	77	590454.3462	1328468.11	282	NT
36	593641.185	1336400.12	97	NT	78	589425.6637	1328045.36	277	NT
37	590785.353	1336403.54	116	NT	79	587430.3661	1329083.58	306	NT
38	587967.998	1335886.13	182	NT	80	586406.0447	1329345.61	289	NT
39	587008.74	1334238.68	188	NT	81	586477.0434	1330559.6	253	NT
40	583737.132	1331999.4	465	NT	82	584995.6762	1330296.41	276	NT
41	585413.739	1332295.07	228	NT	83	590977.2522	1329408.39	296	BM
42	586707.639	1332901.19	204	NT					



**CALCULOS DE PROBABILIDADES EMPIRICAS**

AÑOS	5	10	15	30	60	120	TR	P(X> Xm)	P(X< Xm)
1	240.0	204.0	160.0	140.8	95.1	67.9	46	0.0217391	0.9782609
2	238.8	180.0	159.6	112.8	93.5	66.0	23	0.0434783	0.9565217
3	230.4	178.2	158.4	110.0	90.0	65.6	15.3333333	0.0652174	0.9347826
4	230.4	172.8	153.6	106.4	77.7	62.7	11.5	0.0869565	0.9130435
5	212.4	168.8	134.4	101.6	77.3	58.9	9.2	0.1086957	0.8913043
6	212.4	164.0	125.2	100.0	77.0	48.1	7.6666667	0.1304348	0.8695652
7	200.4	154.2	123.2	99.0	76.0	45.8	6.5714286	0.1521739	0.8478261
8	200.4	151.8	121.2	93.2	69.8	44.7	5.75	0.173913	0.826087
9	199.2	150.0	120.8	92.4	67.0	42.7	5.1111111	0.1956522	0.8043478
10	198.0	142.2	120.8	90.0	66.5	39.5	4.6	0.2173913	0.7826087
11	187.2	141.6	120.0	89.2	64.2	37.3	4.1818182	0.2391304	0.7608696
12	180.0	137.4	119.2	89.2	63.8	34.3	3.8333333	0.2608696	0.7391304
13	178.8	134.4	119.2	88.0	63.2	33.6	3.5384615	0.2826087	0.7173913
14	177.6	130.8	118.4	85.4	57.7	32.8	3.2857143	0.3043478	0.6956522
15	165.6	125.6	118.4	84.8	55.8	32.7	3.0666667	0.326087	0.673913
16	163.2	125.4	114.0	84.4	54.3	30.9	2.875	0.3478261	0.6521739
17	158.4	124.8	114.0	82.2	52.1	30.6	2.7058824	0.3695652	0.6304348
18	155.6	123.6	113.6	79.2	51.2	30.2	2.5555556	0.3913043	0.6086957
19	153.6	122.4	113.0	77.0	49.3	30.2	2.4210526	0.4130435	0.5869565
20	151.2	121.8	110.4	76.8	49.0	29.3	2.3	0.4347826	0.5652174
21	151.2	120.7	109.6	76.6	47.1	29.2	2.1904762	0.4565217	0.5434783
22	150.1	120.6	108.4	76.0	47.0	29.1	2.0909091	0.4782609	0.5217391
23	150.0	120.0	108.0	72.4	46.0	27.2	2	0.5	0.5
24	150.0	120.0	106.4	69.6	44.7	27.1	1.9166667	0.5217391	0.4782609
25	142.8	120.0	104.8	69.4	44.4	26.8	1.84	0.5434783	0.4565217
26	133.2	118.8	98.0	69.0	43.5	24.5	1.7692308	0.5652174	0.4347826
27	132.0	118.8	98.0	68.0	43.1	23.3	1.7037037	0.5869565	0.4130435
28	132.0	118.2	95.6	66.0	42.4	23.0	1.6428571	0.6086957	0.3913043
29	126.0	116.4	94.4	64.8	41.8	23.0	1.5862069	0.6304348	0.3695652
30	126.0	115.2	92.8	64.0	41.7	22.8	1.5333333	0.6521739	0.3478261
31	126.0	114.0	90.8	64.0	41.6	22.7	1.483871	0.673913	0.326087
32	126.0	112.8	90.0	62.8	40.8	21.5	1.4375	0.6956522	0.3043478
33	124.8	111.6	88.0	62.5	39.3	21.2	1.3939394	0.7173913	0.2826087
34	124.8	111.0	88.0	62.4	36.9	19.8	1.3529412	0.7391304	0.2608696
35	123.6	111.0	87.2	60.6	36.7	18.5	1.3142857	0.7608696	0.2391304
36	123.6	109.8	86.8	59.6	36.4	18.1	1.2777778	0.7826087	0.2173913
37	123.6	109.2	84.0	59.0	35.6	18.1	1.2432432	0.8043478	0.1956522
38	123.6	108.6	84.0	58.8	35.4	17.4	1.2105263	0.826087	0.173913
39	122.4	108.0	82.4	58.8	33.8	17.3	1.1794872	0.8478261	0.1521739
40	121.2	104.4	82.0	57.8	33.4	14.9	1.15	0.8695652	0.1304348
41	120.0	104.4	82.0	55.8	32.6	14.8	1.1219512	0.8913043	0.1086957
42	115.2	103.8	80.8	54.4	29.5	14.8	1.0952381	0.9130435	0.0869565
43	115.2	102.0	80.0	54.4	28.5	12.3	1.0697674	0.9347826	0.0652174
44	110.4	101.4	74.8	53.4	25.2	11.0	1.0454545	0.9565217	0.0434783
45	106.2	86.4	72.4	36.4	22.9	8.9	1.0222222	0.9782609	0.0217391
media	156.3	127.6	106.8	76.4	51.1	30.5			
desv estd	44.03749	29.914007	26.15349	20.78335	18.119871	19.993043			

**Coefficientes paramétricos de la Función Generadora de Distribución de Gumbell**

$\alpha$	0.0290889	0.0428227	0.0489801	0.0616359	0.0706959	0.0640723
$\beta$	136.45671	114.0963	95.028571	67.055022	42.964075	21.460024



<b>ESTIMACION TEORICA DE LAS INTENCIDADES</b>						
<b>GENERADAS POR LA FUNCION DE DISTRIBUCION DE GUMBELL</b>						
<b>N</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>120</b>
1	0.9520	0.9789	0.9594	0.9894	0.9752	0.9503
2	0.9503	0.9423	0.9586	0.9421	0.9723	0.9440
3	0.9370	0.9378	0.9561	0.9316	0.9647	0.9426
4	0.9370	0.9222	0.9448	0.9153	0.9178	0.9313
5	0.8960	0.9084	0.8647	0.8879	0.9155	0.9132
6	0.8960	0.8887	0.7960	0.8770	0.9138	0.8341
7	0.8558	0.8357	0.7775	0.8697	0.9078	0.8104
8	0.8558	0.8196	0.7577	0.8191	0.8607	0.7980
9	0.8511	0.8066	0.7535	0.8108	0.8329	0.7738
10	0.8463	0.7407	0.7535	0.7842	0.8275	0.7299
11	0.7957	0.7349	0.7450	0.7746	0.8002	0.6960
12	0.7544	0.6917	0.7363	0.7746	0.7951	0.6445
13	0.7469	0.6576	0.7363	0.7596	0.7873	0.6317
14	0.7392	0.6132	0.7274	0.7241	0.7027	0.6166
15	0.6516	0.5428	0.7274	0.7154	0.6679	0.6147
16	0.6317	0.5399	0.6738	0.7094	0.6385	0.5792
17	0.5897	0.5314	0.6738	0.6749	0.5920	0.5731
18	0.5638	0.5139	0.6685	0.6231	0.5720	0.5648
19	0.5448	0.4962	0.6605	0.5817	0.5278	0.5648
20	0.5214	0.4872	0.6244	0.5778	0.5207	0.5460
21	0.5214	0.4706	0.6127	0.5739	0.4740	0.5439
22	0.5105	0.4691	0.5948	0.5620	0.4715	0.5418
23	0.5095	0.4600	0.5887	0.4871	0.4463	0.5004
24	0.5095	0.4600	0.5639	0.4254	0.4129	0.4982
25	0.4354	0.4600	0.5381	0.4209	0.4052	0.4915
26	0.3331	0.4415	0.4212	0.4119	0.3818	0.4391
27	0.3203	0.4415	0.4212	0.3893	0.3714	0.4112
28	0.3203	0.4322	0.3782	0.3440	0.3532	0.4041
29	0.2578	0.4041	0.3566	0.3169	0.3376	0.4041
30	0.2578	0.3853	0.3278	0.2990	0.3350	0.3994
31	0.2578	0.3664	0.2923	0.2990	0.3325	0.3971
32	0.2578	0.3475	0.2782	0.2726	0.3118	0.3688
33	0.2457	0.3286	0.2439	0.2660	0.2737	0.3618
34	0.2457	0.3192	0.2439	0.2639	0.2154	0.3288
35	0.2337	0.3192	0.2305	0.2257	0.2107	0.2985
36	0.2337	0.3006	0.2239	0.2053	0.2038	0.2893
37	0.2337	0.2913	0.1797	0.1934	0.1858	0.2893
38	0.2337	0.2821	0.1797	0.1895	0.1814	0.2733
39	0.2220	0.2730	0.1563	0.1895	0.1479	0.2711
40	0.2104	0.2199	0.1506	0.1705	0.1400	0.2182
41	0.1991	0.2199	0.1506	0.1352	0.1248	0.2161
42	0.1563	0.2114	0.1343	0.1129	0.0750	0.2161
43	0.1563	0.1866	0.1240	0.1129	0.0620	0.1656
44	0.1184	0.1786	0.0677	0.0983	0.0299	0.1416
45	0.0897	0.0379	0.0483	0.0013	0.0161	0.1069



<b>DESVIACIONES MAXIMAS ENTRE LAS PROBABILIDADES EMPIRICAS Y TEORICAS</b>						
<b>N</b>	<b>Δ (5)</b>	<b>Δ (10)</b>	<b>Δ (15)</b>	<b>Δ (30)</b>	<b>Δ (60)</b>	<b>Δ (120)</b>
1	-0.0263	0.0007	-0.0189	0.0112	-0.0030	-0.0280
2	-0.0062	-0.0143	0.0021	-0.0144	0.0158	-0.0125
3	0.0022	0.0030	0.0213	-0.0032	0.0299	0.0078
4	0.0240	0.0092	0.0318	0.0023	0.0047	0.0182
5	0.0047	0.0171	-0.0266	-0.0034	0.0242	0.0219
6	0.0264	0.0191	-0.0736	0.0074	0.0442	-0.0355
7	0.0080	-0.0122	-0.0703	0.0219	0.0599	-0.0374
8	0.0298	-0.0065	-0.0684	-0.0070	0.0346	-0.0280
9	0.0468	0.0023	-0.0508	0.0065	0.0286	-0.0305
10	0.0637	-0.0419	-0.0291	0.0016	0.0448	-0.0527
11	0.0348	-0.0259	-0.0158	0.0137	0.0394	-0.0649
12	0.0153	-0.0475	-0.0028	0.0355	0.0560	-0.0946
13	0.0295	-0.0598	0.0189	0.0422	0.0699	-0.0857
14	0.0436	-0.0824	0.0317	0.0285	0.0070	-0.0791
15	-0.0223	-0.1311	0.0535	0.0414	-0.0060	-0.0592
16	-0.0205	-0.1122	0.0216	0.0572	-0.0137	-0.0730
17	-0.0408	-0.0991	0.0433	0.0445	-0.0384	-0.0574
18	-0.0449	-0.0948	0.0598	0.0144	-0.0367	-0.0439
19	-0.0422	-0.0907	0.0736	-0.0052	-0.0591	-0.0221
20	-0.0438	-0.0780	0.0592	0.0126	-0.0446	-0.0192
21	-0.0221	-0.0728	0.0693	0.0304	-0.0694	0.0004
22	-0.0113	-0.0526	0.0731	0.0403	-0.0502	0.0200
23	0.0095	-0.0400	0.0887	-0.0129	-0.0537	0.0004
24	0.0312	-0.0183	0.0856	-0.0529	-0.0653	0.0200
25	-0.0211	0.0034	0.0816	-0.0356	-0.0514	0.0350
26	-0.1017	0.0067	-0.0135	-0.0229	-0.0530	0.0043
27	-0.0927	0.0285	0.0082	-0.0237	-0.0416	-0.0019
28	-0.0710	0.0409	-0.0131	-0.0473	-0.0381	0.0128
29	-0.1117	0.0345	-0.0130	-0.0526	-0.0319	0.0346
30	-0.0900	0.0374	-0.0200	-0.0488	-0.0128	0.0516
31	-0.0683	0.0403	-0.0338	-0.0271	0.0064	0.0710
32	-0.0465	0.0431	-0.0261	-0.0318	0.0075	0.0645
33	-0.0369	0.0460	-0.0387	-0.0166	-0.0089	0.0791
34	-0.0152	0.0584	-0.0170	0.0030	-0.0455	0.0680
35	-0.0054	0.0801	-0.0086	-0.0135	-0.0284	0.0594
36	0.0164	0.0832	0.0066	-0.0121	-0.0136	0.0719
37	0.0381	0.0957	-0.0159	-0.0022	-0.0098	0.0937
38	0.0598	0.1082	0.0058	0.0156	0.0075	0.0994
39	0.0698	0.1208	0.0041	0.0373	-0.0043	0.1189
40	0.0800	0.0894	0.0202	0.0401	0.0095	0.0877
41	0.0904	0.1112	0.0419	0.0265	0.0161	0.1074
42	0.0694	0.1244	0.0474	0.0259	-0.0120	0.1291
43	0.0911	0.1214	0.0587	0.0477	-0.0032	0.1003
44	0.0749	0.1352	0.0242	0.0548	-0.0136	0.0981
45	0.0680	0.0161	0.0266	-0.0204	-0.0057	0.0851
<b>MAX Δ</b>	<b>0.0911</b>	<b>0.1352</b>	<b>0.0887</b>	<b>0.0572</b>	<b>0.0699</b>	<b>0.1291</b>



Prueba de Smirnov-Kolmogorov. Valores críticos $D_{\max}(\alpha, n)$					
Tamaño de la muestra	Nivel de significancia $\alpha$				
	.20	.15	0.10	0.05	0.01
1	.900	.925	.950	.875	.995
2	.684	.726	.776	.842	.929
3	.565	.597	.642	.708	.828
4	.494	.525	.564	.624	.733
5	.446	.474	.510	.565	.669
6	.410	.436	.470	.521	.618
7	.381	.405	.438	.486	.577
8	.358	.381	.411	.457	.543
9	.339	.360	.388	.432	.514
10	.322	.342	.368	.410	.490
11	.307	.326	.352	.391	.468
12	.295	.313	.338	.375	.450
13	.284	.302	.325	.361	.433
14	.274	.292	.314	.349	.418
15	.266	.283	.304	.338	.404
16	.258	.274	.295	.328	.392
17	.250	.266	.286	.318	.381
18	.244	.259	.278	.309	.371
19	.237	.252	.272	.301	.363
20	.231	.246	.264	.294	.356
25	.210	.220	.240	.270	.320
30	.190	.200	.220	.240	.290
35	.18	.190	.201	.230	.270
$\geq 35$	$1.07/\sqrt{N}$	$1.14/\sqrt{N}$	$1.22/\sqrt{N}$	$1.36/\sqrt{N}$	$1.63/\sqrt{N}$

La muestra es de 45, entonces el estadístico de prueba o ( $\Delta c$ ) al 5% de significancia es :

$$\Delta c = \frac{1.36}{\sqrt{45}} = 0.2027$$



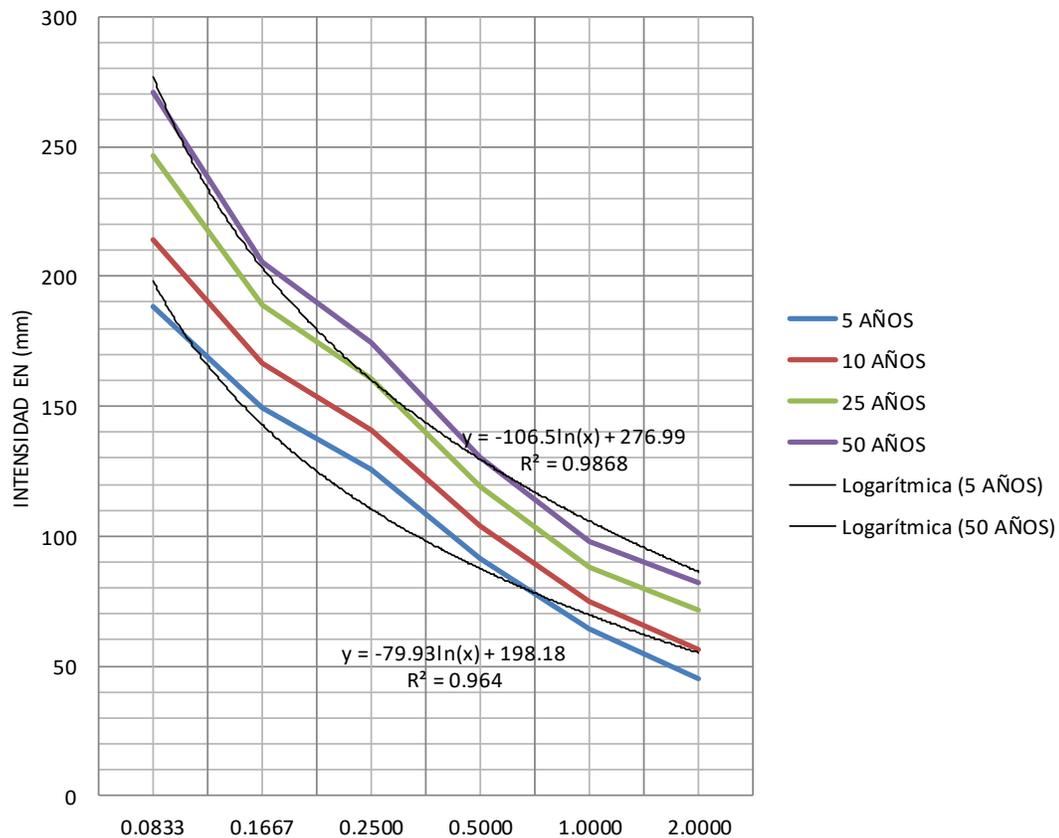
**COMPARACION DE Δ(MAX) VS Δ(CRIT)**

d	Δ(MAX)	Δ(CRIT)	CRIT) - Δ(MA	COMENTARIO
5	0.0911	0.2027	0.11160	SE ACEPTAN AL AJUSTE
10	0.1352	0.2027	0.06750	SE ACEPTAN AL AJUSTE
15	0.0887	0.2027	0.11400	SE ACEPTAN AL AJUSTE
30	0.0572	0.2027	0.14550	SE ACEPTAN AL AJUSTE
60	0.0699	0.2027	0.13280	SE ACEPTAN AL AJUSTE
120	0.1291	0.2027	0.07360	SE ACEPTAN AL AJUSTE

**INTENCIDADES DE GUMBELL**

	α	0.02908885	0.04282275	0.04898008	0.06163588	0.07069587	0.06407229
	β	136.456707	114.096304	95.0285709	67.0550223	42.9640748	21.4600238
TR	P	0.0833	0.1667	0.25	0.5	1	2
5	0.2	188.020792	149.123014	125.652041	91.3905246	64.1808739	44.8701443
10	0.1	213.818556	166.647049	140.973113	103.565696	74.7957427	56.5823426
25	0.04	246.414101	188.788714	160.331329	118.949057	88.2076575	71.3807362
50	0.02	270.595337	205.214666	174.692359	130.361313	98.1573821	82.3590299

**TIEMPO DE RETORNO**





INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES													
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA													
RESUMEN METEOROLÓGICO ANUAL													
Estación: AEROPUERTO INTERNACIONAL MANAGUA Código:													
Departamento: MANAGUA				Municipio: MANAGUA				COORDENADAS UTM					
Latitud: 12°08'36"				Longitud: 86°09'49"				X =		591003.3			
Años: 1958-2015				Elevación: 57 msnm				Y =		1342543.0			
Parámetro: Precipitación (mm)							Tipo: HMP						
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Suma
1985	0.0	0.9	0.4	14.7	307.2	127.6	101.2	163.6	114.4	379.4	37.6	4.9	1251.9
1986	0.5	9.0	0.0	0.0	213.3	85.5	107.0	148.4	122.7	58.6	32.9	2.3	780.2
1987	6.0	0.0	0.9	0.0	70.7	153.3	311.4	167.7	228.4	128.7	5.3	30.4	1102.8
1988	2.0	3.2	0.0	3.8	104.5	346.4	220.8	302.7	276.8	392.7	12.9	13.8	1679.6
1989	0.4	0.0	0.0	0.0	5.4	130.0	118.3	82.8	315.7	54.7	50.6	27.3	785.2
1990	1.2	1.2	0.0	3.7	89.7	114.1	103.9	114.9	85.3	100.9	132.3	8.6	755.8
1991	1.8	2.4	0.0	0.5	203.2	152.4	76.0	106.6	188.0	221.1	25.9	2.6	980.5
1992	0.3	0.0	0.0	0.0	86.7	159.0	119.4	61.7	143.2	114.4	4.1	16.0	704.8
1993	1.3	0.0	0.0	29.2	347.1	101.1	104.7	287.2	345.3	117.5	85.2	1.4	1420.0
1994	2.9	0.6	2.7	129.1	83.2	49.3	97.4	109.4	167.7	223.1	143.3	10.2	1018.9
1995	0.0	0.0	16.0	115.6	20.6	212.3	112.3	326.1	297.4	202.6	43.9	13.4	1360.2
1996	21.3	0.0	5.3	0.0	240.8	221.6	282.3	116.6	275.9	315.6	127.1	2.1	1608.6
1997	5.8	0.5	0.4	1.3	14.1	291.7	57.5	82.3	99.3	246.2	63.3	0.0	862.4
1998	0.0	0.0	0.0	0.0	50.6	117.2	100.5	119.2	229.8	836.4	91.6	19.7	1565.0
1999	4.1	56.5	6.9	37.2	45.2	141.5	195.9	168.6	348.9	192.1	56.7	0.3	1253.9
2000	2.7	0.2	0.1	4.3	72.8	118.1	103.0	63.5	452.7	121.8	12.7	5.2	957.1
2001	0.6	1.7	0.0	0.0	122.7	79.4	103.5	173.4	256.4	102.8	21.2	0.3	862.0
2002	2.3	1.4	0.0	0.5	473.7	98.4	106.3	154.9	237.0	130.8	18.5	0.8	1224.6
2003	1.1	0.0	9.1	113.7	211.4	260.7	100.0	100.6	151.6	176.6	99.0	5.8	1229.6
2004	6.9	0.2	1.2	0.0	162.7	140.3	112.2	77.1	62.1	231.7	24.6	0.2	819.2
2005	0.1	0.0	0.0	31.1	289.2	220.1	105.3	196.2	238.7	243.2	70.8	0.4	1395.1
2006	8.1	0.2	2.7	0.1	40.2	138.2	136.4	74.6	130.9	105.0	44.2	2.7	683.3
2007	0.0	0.0	0.8	25.8	251.9	108.7	140.3	292.0	219.6	300.0	61.3	11.5	1411.9
2008	2.0	0.7	2.4	3.4	226.1	126.3	276.8	125.7	213.0	455.6	7.2	0.3	1439.5
2009	0.0	0.0	0.0	0.0	91.3	171.1	106.6	75.3	107.4	163.2	63.4	17.8	796.1
2010	0.0	0.0	0.0	103.7	293.2	229.7	253.4	331.7	379.2	103.9	80.9	0.2	1775.9
2011	3.6	0.0	0.2	0.0	200.9	177.5	341.0	70.9	372.9	340.1	43.2	19.4	1569.7
2012	3.0	1.9	0.0	35.4	349.2	133.5	108.9	169.2	125.7	193.2	2.5	3.5	1126.0
2013	1.1	0.9	0.0	0.0	60.0	285.3	156.1	85.9	330.2	93.8	49.2	7.9	1070.4
2014	3.1	0.7	0.0	0.0	31.1	73.2	57.0	196.0	216.5	193.8	54.0	0.2	825.6
2015	0.3	0.1	0.6	53.4	59.4	335.3	35.3	46.2	128.9	105.8	48.5	0.0	813.8
<b>Suma</b>	<b>82.5</b>	<b>82.3</b>	<b>49.7</b>	<b>706.5</b>	<b>4818.1</b>	<b>5098.8</b>	<b>4350.7</b>	<b>4591.0</b>	<b>6861.6</b>	<b>6645.3</b>	<b>1613.9</b>	<b>229.2</b>	<b>35129.6</b>
<b>Media</b>	<b>2.7</b>	<b>2.7</b>	<b>1.6</b>	<b>22.8</b>	<b>155.4</b>	<b>164.5</b>	<b>140.3</b>	<b>148.1</b>	<b>221.3</b>	<b>214.4</b>	<b>52.1</b>	<b>7.4</b>	<b>1133.2</b>
<b>Max</b>	<b>21.3</b>	<b>56.5</b>	<b>16.0</b>	<b>129.1</b>	<b>473.7</b>	<b>346.4</b>	<b>341.0</b>	<b>331.7</b>	<b>452.7</b>	<b>836.4</b>	<b>143.3</b>	<b>30.4</b>	<b>1775.9</b>
<b>Min</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>5.4</b>	<b>49.3</b>	<b>35.3</b>	<b>46.2</b>	<b>62.1</b>	<b>54.7</b>	<b>2.5</b>	<b>0.0</b>	<b>683.3</b>
<b>ESTACION CON DATOS CALCULADOS</b>													



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES													
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA													
RESUMEN METEOROLÓGICO ANUAL													
Estación CASA COLORADA							Código: 69027						
Departamento: MANAGUA				Municipio: MANAGUA				COORDENADAS UTM					
Latitud: 11°58'54"				Longitud: 86°18'36"				X =		575120.5			
Años: 1985-2015				Elevación: 910 msnm				Y =		1324620.0			
Parámetro Precipitación (mm)							Tipo: HMP						
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Suma
1985	5.4	9.9	1.6	10.8	102.8	128.4	141.6	89.9	119.0	519.0	326.5	68.1	1523.0
1986	0.2	21.8	0.0	0.0	546.4	718.9	150.3	134.0	173.5	158.9	64.0	24.7	1992.7
1987	2.7	0.0	100.9	0.0	76.6	93.3	309.7	213.9	273.0	362.5	12.8	16.1	1461.5
1988	22.2	3.2	0.0	40.1	309.7	393.2	176.9	670.0	261.6	368.2	121.1	70.9	2437.1
1989	12.9	4.9	0.9	0.0	60.1	151.4	246.4	203.5	528.0	103.6	140.5	76.6	1528.8
1990	2.7	17.2	0.3	6.7	453.8	60.9	142.8	148.6	104.3	148.7	294.0	31.8	1411.8
1991	7.5	5.7	0.0	0.0	487.8	243.3	92.1	115.4	168.1	188.8	36.8	13.9	1359.4
1992	0.0	1.4	0.0	34.7	64.1	188.3	132.7	79.3	165.9	194.8	10.8	22.7	894.7
1993	72.9	0.0	0.0	50.6	612.9	201.2	166.8	303.3	721.6	114.2	41.6	7.0	2292.1
1994	7.8	10.6	2.8	8.2	220.4	87.8	32.9	29.6	244.3	199.3	87.2	15.6	946.5
1995	6.2	1.2	11.5	36.3	55.3	458.5	180.9	495.1	322.5	504.8	57.7	36.4	2166.4
1996	39.5	0.0	0.2	0.0	233.7	113.6	383.3	197.6	129.0	525.5	211.5	0.6	1834.5
1997	25.8	3.2	21.4	9.6	0.0	420.3	53.7	81.6	83.3	197.7	110.9	0.6	1008.1
1998	1.0	0.0	0.7	6.3	69.8	121.1	93.0	153.1	518.0	995.7	430.8	18.1	2407.6
1999	57.8	4.5	8.2										70.5
2000													0.0
2001													0.0
2002													0.0
2003													0.0
2004													0.0
2005													0.0
2006													0.0
2007													0.0
2008													0.0
2009													0.0
2010													0.0
2011													0.0
2012													0.0
2013													0.0
2014													0.0
2015													0.0
<b>Suma</b>	<b>264.6</b>	<b>83.6</b>	<b>148.5</b>	<b>203.3</b>	<b>3293.4</b>	<b>3380.2</b>	<b>2303.1</b>	<b>2914.9</b>	<b>3812.1</b>	<b>4581.7</b>	<b>1946.2</b>	<b>403.1</b>	<b>23334.7</b>
<b>Media</b>	<b>17.6</b>	<b>5.6</b>	<b>9.9</b>	<b>14.5</b>	<b>235.2</b>	<b>241.4</b>	<b>164.5</b>	<b>208.2</b>	<b>272.3</b>	<b>327.3</b>	<b>139.0</b>	<b>28.8</b>	<b>752.7</b>
<b>Max</b>	<b>72.9</b>	<b>21.8</b>	<b>100.9</b>	<b>50.6</b>	<b>612.9</b>	<b>718.9</b>	<b>383.3</b>	<b>670.0</b>	<b>721.6</b>	<b>995.7</b>	<b>430.8</b>	<b>76.6</b>	<b>2437.1</b>
<b>Min</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>60.9</b>	<b>32.9</b>	<b>29.6</b>	<b>83.3</b>	<b>103.6</b>	<b>10.8</b>	<b>0.6</b>	<b>0.0</b>
<b>ESTACION CON DATOS FALTANTES</b>													



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES													
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA													
RESUMEN METEOROLÓGICO ANUAL													
Estación: CASA COLORADA							Código:						
Departamento: MANAGUA				Municipio: MANAGUA				COORDENADAS UTM					
Latitud: 11°58'54"				Longitud: 86°18'36"				X = 575120.5					
Años: 1985-2015				Elevación: 910 msnm				Y = 1324620.0					
Parámetro: Precipitación (mm)							Tipo: HMP						
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Suma
1985	5.4	9.9	1.6	10.8	102.8	128.4	141.6	89.9	119.0	519.0	326.5	68.1	1523.0
1986	0.2	21.8	0.0	0.0	546.4	718.9	150.3	134.0	173.5	158.9	64.0	24.7	1992.7
1987	2.7	0.0	100.9	0.0	76.6	93.3	309.7	213.9	273.0	362.5	12.8	16.1	1461.5
1988	22.2	3.2	0.0	40.1	309.7	393.2	176.9	670.0	261.6	368.2	121.1	70.9	2437.1
1989	12.9	4.9	0.9	0.0	60.1	151.4	246.4	203.5	528.0	103.6	140.5	76.6	1528.8
1990	2.7	17.2	0.3	6.7	453.8	60.9	142.8	148.6	104.3	148.7	294.0	31.8	1411.8
1991	7.5	5.7	0.0	0.0	487.8	243.3	92.1	115.4	168.1	188.8	36.8	13.9	1359.4
1992	0.0	1.4	0.0	34.7	64.1	188.3	132.7	79.3	165.9	194.8	10.8	22.7	894.7
1993	72.9	0.0	0.0	50.6	612.9	201.2	166.8	303.3	721.6	114.2	41.6	7.0	2292.1
1994	7.8	10.6	2.8	8.2	220.4	87.8	32.9	29.6	244.3	199.3	87.2	15.6	946.5
1995	6.2	1.2	11.5	36.3	55.3	458.5	180.9	495.1	322.5	504.8	57.7	36.4	2166.4
1996	39.5	0.0	0.2	0.0	233.7	113.6	383.3	197.6	129.0	525.5	211.5	0.6	1834.5
1997	25.8	3.2	21.4	9.6	0.0	420.3	53.7	81.6	83.3	197.7	110.9	0.6	1008.1
1998	1.0	0.0	0.7	6.3	69.8	121.1	93.0	153.1	518.0	995.7	430.8	18.1	2407.6
1999	57.8	4.5	8.2	28.0	200.2	270.5	151.8	183.3	302.6	297.4	129.2	36.0	1669.5
2000	19.9	7.9	8.6	22.6	223.3	270.5	151.8	183.3	302.6	297.4	129.2	36.0	1653.0
2001	19.9	7.9	8.6	22.6	223.3	270.5	151.8	183.3	302.6	297.4	129.2	36.0	1653.0
2002	19.9	7.9	8.6	22.6	223.3	270.5	151.8	183.3	302.6	297.4	129.2	36.0	1653.0
2003	19.9	7.9	8.6	22.6	223.3	270.5	151.8	183.3	302.6	297.4	129.2	36.0	1653.0
2004	19.9	7.9	8.6	22.6	223.3	270.5	151.8	183.3	302.6	297.4	129.2	36.0	1653.0
2005	19.9	7.9	8.6	22.6	223.3	270.5	151.8	183.3	302.6	297.4	129.2	36.0	1653.0
2006	19.9	7.9	8.6	22.6	223.3	270.5	151.8	183.3	302.6	297.4	129.2	36.0	1653.0
2007	19.9	7.9	8.6	22.6	223.3	270.5	151.8	183.3	302.6	297.4	129.2	36.0	1653.0
2008	19.9	7.9	8.6	22.6	223.3	270.5	151.8	183.3	302.6	297.4	129.2	36.0	1653.0
2009	19.9	7.9	8.6	22.6	223.3	270.5	151.8	183.3	302.6	297.4	129.2	36.0	1653.0
2010	19.9	7.9	8.6	22.6	223.3	270.5	151.8	183.3	302.6	297.4	129.2	36.0	1653.0
2011	19.9	7.9	8.6	22.6	223.3	270.5	151.8	183.3	302.6	297.4	129.2	36.0	1653.0
2012	19.9	7.9	8.6	22.6	223.3	270.5	151.8	183.3	302.6	297.4	129.2	36.0	1653.0
2013	19.9	7.9	8.6	22.6	223.3	270.5	151.8	183.3	302.6	297.4	129.2	36.0	1653.0
2014	19.9	7.9	8.6	22.6	223.3	270.5	151.8	183.3	302.6	297.4	129.2	36.0	1653.0
2015	19.9	7.9	8.6	22.6	223.3	270.5	151.8	183.3	302.6	297.4	129.2	36.0	1653.0
<b>Suma</b>	<b>582.5</b>	<b>209.4</b>	<b>286.1</b>	<b>592.6</b>	<b>7065.7</b>	<b>7977.9</b>	<b>4884.0</b>	<b>6031.2</b>	<b>8956.4</b>	<b>9636.9</b>	<b>4143.1</b>	<b>1015.9</b>	<b>51381.6</b>
<b>Media</b>	<b>18.8</b>	<b>6.8</b>	<b>9.2</b>	<b>19.1</b>	<b>227.9</b>	<b>257.4</b>	<b>157.5</b>	<b>194.6</b>	<b>288.9</b>	<b>310.9</b>	<b>133.6</b>	<b>32.8</b>	<b>1657.5</b>
<b>Max</b>	<b>72.9</b>	<b>21.8</b>	<b>100.9</b>	<b>50.6</b>	<b>612.9</b>	<b>718.9</b>	<b>383.3</b>	<b>670.0</b>	<b>721.6</b>	<b>995.7</b>	<b>430.8</b>	<b>76.6</b>	<b>2437.1</b>
<b>Min</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>60.9</b>	<b>32.9</b>	<b>29.6</b>	<b>83.3</b>	<b>103.6</b>	<b>10.8</b>	<b>0.6</b>	<b>894.7</b>
<b>ESTACION CON DATOS CALCULADOS</b>													



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES													
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA													
RESUMEN METEOROLÓGICO ANUAL													
Estación: ESTACION MASAYA				Código:									
Departamento: MASAYA				Municipio: MASAYA				COORDENADAS UTM					
Latitud:				Longitud:				X =		598159.0			
Años: 1985-2015				Elevación: 910 msnm				Y =		1324847.5			
Parámetro: Precipitación (mm)				Tipo: HMP									
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Suma
1985	5.9	3.7	0.2	7.9	151.8	112.1	130.8	156.0	100.6	380.9	76.1	16.3	1142.3
1986	1.0	10.5	0.0	0.0	164.2	170.8	92.2	129.1	106.9	165.5	59.4	12.9	912.5
1987	1.6	0.0	1.5	0.0	132.6	188.3	359.5	223.5	229.4	265.1	24.3	31.3	1457.1
1988	7.9	4.2	0.0	0.6	131.3	411.7	165.2	416.0	316.1	433.7	50.6	25.5	1962.8
1989	10.8	10.7	1.6	0.0	138.8	126.4	188.0	171.6	316.9	123.5	112.9	58.9	1260.1
1990	6.0	3.9	1.5	10.9	266.4	136.5	180.1	115.6	176.0	175.6	92.4	33.2	1198.1
1991	1.2	0.0	0.0	0.0	223.4	379.2	64.6	134.1	214.4	119.3	71.9	21.7	1006.4
1992	1.4	0.0	0.8	0.1	84.6	251.6	155.6	49.7	202.7	134.3	8.0	15.2	904.0
1993	49.8	0.0	0.0	26.0	364.1	184.2	68.3	260.0	306.7	103.0	52.8	2.5	1417.4
1994	1.4	7.2	5.8	75.7	94.8	99.5	54.3	100.5	126.4	376.8	187.7	2.3	1132.4
1995	1.4	0.0	29.3	125.5	58.3	347.8	106.8	330.4	255.3	314.2	44.7	22.8	1636.5
1996	35.0	0.0	24.2	0.7	230.4	212.8	245.9	155.4	344.1	303.7	201.0	3.0	1756.2
1997	19.3	1.2	10.3	55.1	71.4	267.8	52.4	88.2	171.8	297.9	77.5	4.9	1117.8
1998	0.0	0.1	0.0	0.0	67.0	91.9	149.0	180.5	372.8	611.4	101.3	10.0	1584.0
1999	15.7	14.5	2.5	11.9	131.5	193.3	219.6	167.7	374.8	200.3	66.2	10.4	1408.4
2000	27.5	2.3	1.8	15.8	80.7	228.8	82.3	118.4	487.4	97.1			1142.1
2001	2.3	5.9	0.0	0.3	174.2	142.2	139.0	242.9	328.5	216.3	63.7	4.2	1319.5
2002	5.3	1.3	1.6	6.7	375.8	213.5	130.8	59.8	178.0	128.3	51.7	0.9	1153.7
2003	0.2	0.9	38.3	3.2	319.1	501.0	168.6	118.8	143.9	270.7	82.6	10.6	1657.9
2004	9.7	1.8	6.5	6.8	235.2	125.3	194.4	109.1	215.1	218.4	44.4	4.1	1170.8
2005	0.0	0.4	28.7	53.4	318.1	394.6	206.5	187.0	315.7	260.8	39.5	7.1	1811.8
2006	19.7	3.0	4.6	13.2	241.4	129.0	124.7	67.4	137.7	171.4	80.4	4.2	996.7
2007	0.5	1.7	0.0	4.3	200.1	113.6	85.7	393.0	218.6	314.4	113.9	29.2	1475.0
2008	6.4	0.3	0.5	6.2	363.9	118.5	290.9	388.6	332.8	406.6	34.4	11.1	1960.2
2009	1.1	0.4	0.0	1.9	265.8	266.1	136.5	161.0	144.9	287.2	23.8	14.3	1303.0
2010	1.5	0.1	0.0	35.2	231.3	324.0	321.1	539.5	398.3	110.6	49.8	3.6	2015.0
2011	2.6	0.0	0.0	2.0	83.3	216.4	391.3	150.9	467.8	317.7	60.7	30.8	1723.5
2012	8.6	3.9	0.7	9.5	319.5	142.4	85.6	338.8					909.0
2013													0.0
2014													0.0
2015													0.0
<b>Suma</b>	<b>243.8</b>	<b>78.0</b>	<b>160.4</b>	<b>472.9</b>	<b>5295.6</b>	<b>6089.3</b>	<b>4589.7</b>	<b>5553.5</b>	<b>6983.6</b>	<b>6804.7</b>	<b>1871.7</b>	<b>391.0</b>	<b>38534.2</b>
<b>Media</b>	<b>8.7</b>	<b>2.8</b>	<b>5.7</b>	<b>16.9</b>	<b>196.1</b>	<b>217.5</b>	<b>163.9</b>	<b>198.3</b>	<b>258.7</b>	<b>252.0</b>	<b>72.0</b>	<b>15.0</b>	<b>1243.0</b>
<b>Max</b>	<b>49.8</b>	<b>14.5</b>	<b>38.3</b>	<b>125.5</b>	<b>375.8</b>	<b>501.0</b>	<b>391.3</b>	<b>539.5</b>	<b>487.4</b>	<b>611.4</b>	<b>201.0</b>	<b>58.9</b>	<b>2015.0</b>
<b>Min</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>58.3</b>	<b>91.9</b>	<b>52.4</b>	<b>49.7</b>	<b>100.6</b>	<b>97.1</b>	<b>8.0</b>	<b>0.9</b>	<b>0.0</b>
<b>ESTACION CON DATOS FALTANTES</b>													



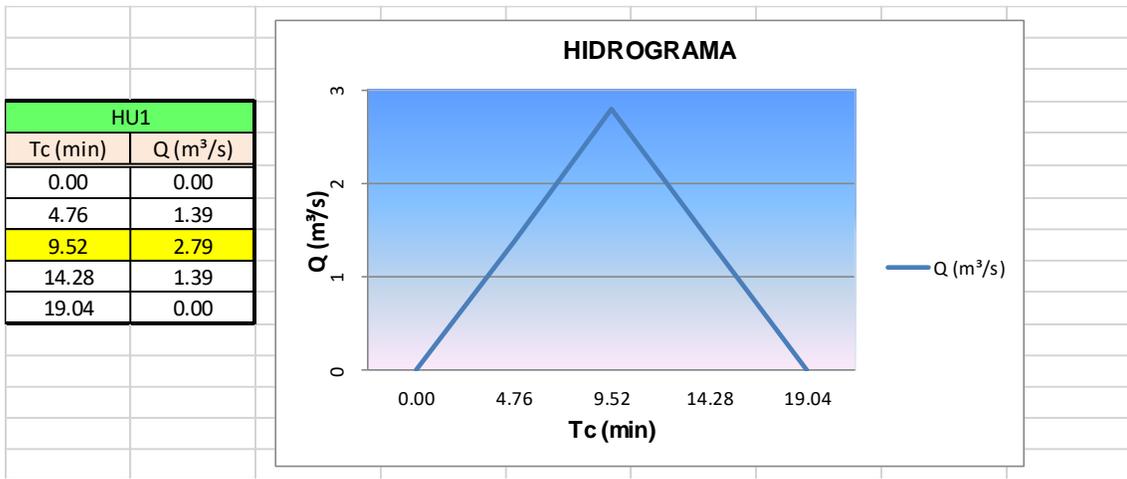
INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES													
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA													
RESUMEN METEOROLÓGICO ANUAL													
Estación:	ESTACION MASAYA						Código:						
Departamento:	MASAYA						Municipio:	MASAYA		COORDENADAS UTM			
Latitud:	11°58'54"			Longitud:			86°18'36"			X =	598159.0		
Años:	1985-2015						Elevación:	910 msnm		Y =	1324847.5		
Parámetro:	Precipitación (mm)						Tipo:	HMP					
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Suma
1985	5.9	3.7	0.2	7.9	151.8	112.1	130.8	156.0	100.6	380.9	76.1	16.3	1142.3
1986	1.0	10.5	0.0	0.0	164.2	170.8	92.2	129.1	106.9	165.5	59.4	12.9	912.5
1987	1.6	0.0	1.5	0.0	132.6	188.3	359.5	223.5	229.4	265.1	24.3	31.3	1457.1
1988	7.9	4.2	0.0	0.6	131.3	411.7	165.2	416.0	316.1	433.7	50.6	25.5	1962.8
1989	10.8	10.7	1.6	0.0	138.8	126.4	188.0	171.6	316.9	123.5	112.9	58.9	1260.1
1990	6.0	3.9	1.5	10.9	266.4	136.5	180.1	115.6	176.0	175.6	92.4	33.2	1198.1
1991	1.2	0.0	0.0	0.0	223.4	379.2	64.6	134.1	214.4	119.3	71.9	21.7	1006.4
1992	1.4	0.0	0.8	0.1	84.6	251.6	155.6	49.7	202.7	134.3	8.0	15.2	904.0
1993	49.8	0.0	0.0	26.0	364.1	184.2	68.3	260.0	306.7	103.0	52.8	2.5	1417.4
1994	1.4	7.2	5.8	75.7	94.8	99.5	54.3	100.5	126.4	376.8	187.7	2.3	1132.4
1995	1.4	0.0	29.3	125.5	58.3	347.8	106.8	330.4	255.3	314.2	44.7	22.8	1636.5
1996	35.0	0.0	24.2	0.7	230.4	212.8	245.9	155.4	344.1	303.7	201.0	3.0	1756.2
1997	19.3	1.2	10.3	55.1	71.4	267.8	52.4	88.2	171.8	297.9	77.5	4.9	1117.8
1998	0.0	0.1	0.0	0.0	67.0	91.9	149.0	180.5	372.8	611.4	101.3	10.0	1584.0
1999	15.7	14.5	2.5	11.9	131.5	193.3	219.6	167.7	374.8	200.3	66.2	10.4	1408.4
2000	27.5	2.3	1.8	15.8	80.7	228.8	82.3	118.4	487.4	97.1	72.0	15.0	1229.1
2001	2.3	5.9	0.0	0.3	174.2	142.2	139.0	242.9	328.5	216.3	63.7	4.2	1319.5
2002	5.3	1.3	1.6	6.7	375.8	213.5	130.8	59.8	178.0	128.3	51.7	0.9	1153.7
2003	0.2	0.9	38.3	3.2	319.1	501.0	168.6	118.8	143.9	270.7	82.6	10.6	1657.9
2004	9.7	1.8	6.5	6.8	235.2	125.3	194.4	109.1	215.1	218.4	44.4	4.1	1170.8
2005	0.0	0.4	28.7	53.4	318.1	394.6	206.5	187.0	315.7	260.8	39.5	7.1	1811.8
2006	19.7	3.0	4.6	13.2	241.4	129.0	124.7	67.4	137.7	171.4	80.4	4.2	996.7
2007	0.5	1.7	0.0	4.3	200.1	113.6	85.7	393.0	218.6	314.4	113.9	29.2	1475.0
2008	6.4	0.3	0.5	6.2	363.9	118.5	290.9	388.6	332.8	406.6	34.4	11.1	1960.2
2009	1.1	0.4	0.0	1.9	265.8	266.1	136.5	161.0	144.9	287.2	23.8	14.3	1303.0
2010	1.5	0.1	0.0	35.2	231.3	324.0	321.1	539.5	398.3	110.6	49.8	3.6	2015.0
2011	2.6	0.0	0.0	2.0	83.3	216.4	391.3	150.9	467.8	317.7	60.7	30.8	1723.5
2012	8.6	3.9	0.7	9.5	319.5	142.4	85.6	338.8	258.7	252.0	72.0	15.0	1506.7
2013	8.7	2.8	5.7	16.9	196.1	217.5	163.9	198.3	258.7	252.0	72.0	15.0	1407.7
2014	8.7	2.8	5.7	16.9	196.1	217.5	163.9	198.3	258.7	252.0	72.0	15.0	1407.7
2015	8.7	2.8	5.7	16.9	196.1	217.5	163.9	198.3	258.7	252.0	72.0	15.0	1407.7
<b>Suma</b>	<b>269.9</b>	<b>86.4</b>	<b>177.6</b>	<b>523.6</b>	<b>5884.0</b>	<b>6741.7</b>	<b>5081.5</b>	<b>6148.5</b>	<b>8018.2</b>	<b>7812.8</b>	<b>2231.6</b>	<b>466.2</b>	<b>43442.0</b>
<b>Media</b>	<b>8.7</b>	<b>2.8</b>	<b>5.7</b>	<b>16.9</b>	<b>196.1</b>	<b>217.5</b>	<b>163.9</b>	<b>198.3</b>	<b>258.7</b>	<b>252.0</b>	<b>72.0</b>	<b>15.0</b>	<b>1401.4</b>
<b>Max</b>	<b>49.8</b>	<b>14.5</b>	<b>38.3</b>	<b>125.5</b>	<b>375.8</b>	<b>501.0</b>	<b>391.3</b>	<b>539.5</b>	<b>487.4</b>	<b>611.4</b>	<b>201.0</b>	<b>58.9</b>	<b>2015.0</b>
<b>Min</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>58.3</b>	<b>91.9</b>	<b>52.4</b>	<b>49.7</b>	<b>100.6</b>	<b>97.1</b>	<b>8.0</b>	<b>0.9</b>	<b>904.0</b>
<b>ESTACION CON DATOS CALCULADOS</b>													



**CALCULO DEL CAUDALES POR EL MÉTODO RACIONAL**

MICRO CUENCA	Area (Km <sup>2</sup> )	Longitud (Km)	H.MAX (m)	H.MIN (m)	SC		Tc (min)	I (mm/h)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA			Caudal (Q)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	Us	Ts	Pt	Ce	Q (m <sup>3</sup> /s)
A-1	0.1184	0.6612	251.63	246	0.8515	85.15	9.52	169	0.4	1.25	1	0.5	2.7889

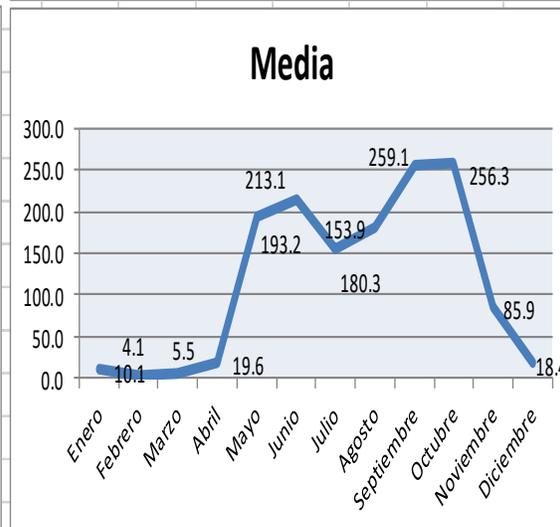
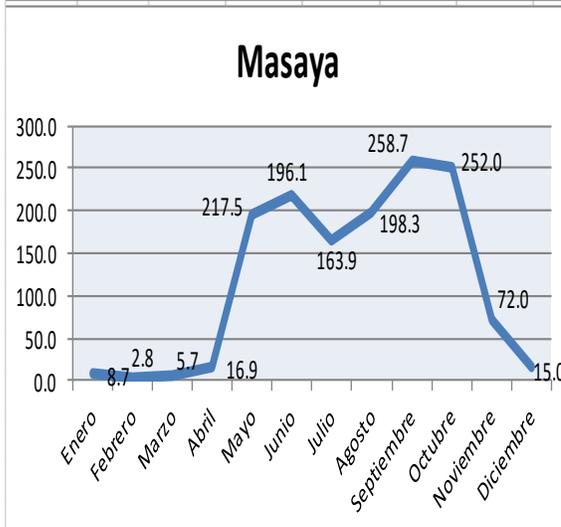
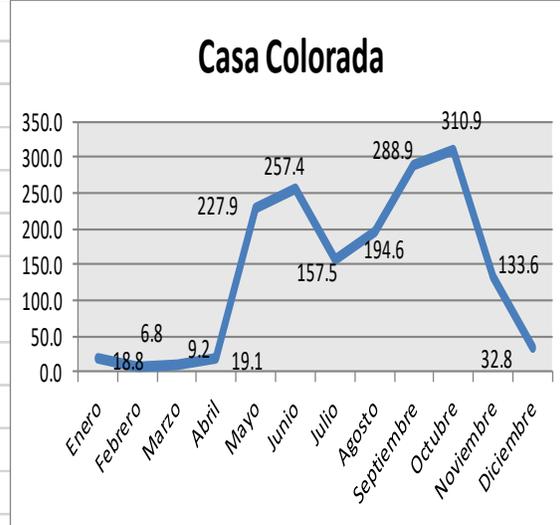
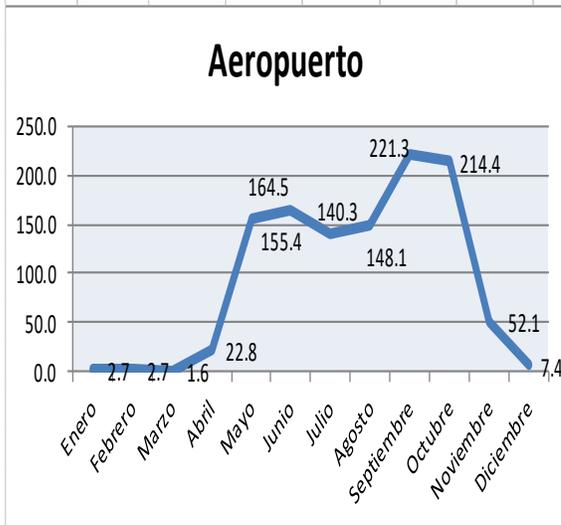
HU1	
Tc (min)	Q (m <sup>3</sup> /s)
0.00	0.00
4.76	1.39
9.52	2.79
14.28	1.39
19.04	0.00

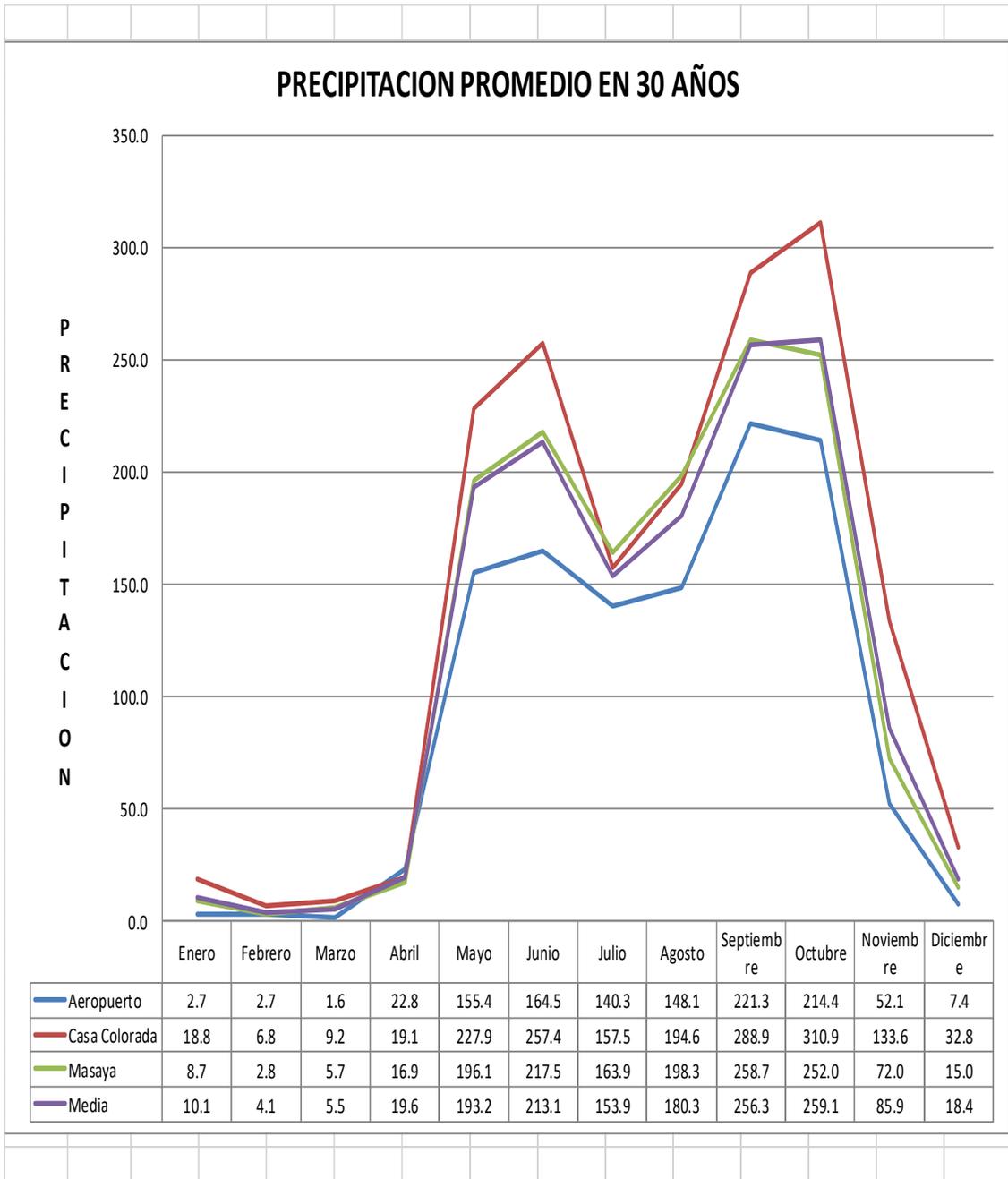




**Valores promedio por mes en cada una de las Estaciones (Periodo de 30 años)**

ESTACIONES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Suma
Aeropuerto	2.7	2.7	1.6	22.8	155.4	164.5	140.3	148.1	221.3	214.4	52.1	7.4	1133.2
Casa Colorada	18.8	6.8	9.2	19.1	227.9	257.4	157.5	194.6	288.9	310.9	133.6	32.8	1657.5
Masaya	8.7	2.8	5.7	16.9	196.1	217.5	163.9	198.3	258.7	252.0	72.0	15.0	1401.4
Media	10.1	4.1	5.5	19.6	193.2	213.1	153.9	180.3	256.3	259.1	85.9	18.4	1397.3





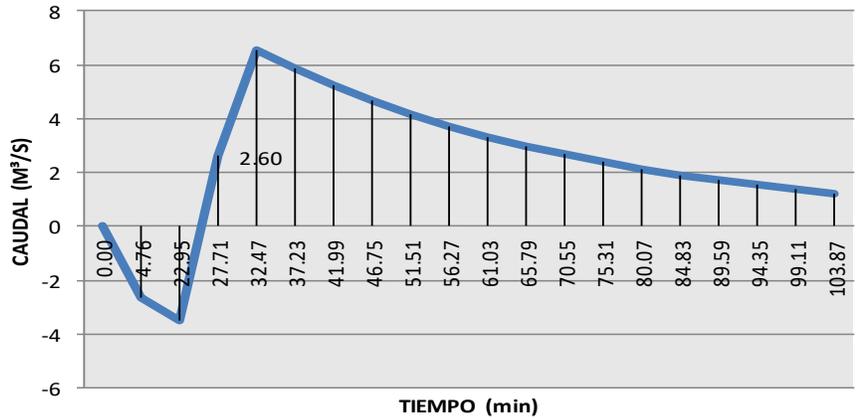


### CALCULO DE LOS PARAMETROS DEL TRANSITO

SUB CUENCA	Vcuenca	Vtransito	Ltransito	K	tp	t	X	C0	C1	C2	SUMA
	m/min	m/min	m	min	min	min					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Parametro de transito del punto de control 1											
A-1	12.44	12.44	661.20	53.16	9.52	4.76	0.20	-0.1838	0.2897	0.8940	1.0000
Parametro de transito del punto de control 1 al punto de control 2											

### Hidrograma A-1 en el punto 1 transitado al 2

K=	53.16			t=	4.76		
C0=	-0.1838	C1=	0.2897	C2=	0.8940		
t			antes del trans			momento del trans	
min	C0*12	C1*11	C2*O1	I1	O1	I2	O2
1	2	3	4	5	6	7	8
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.76	-2.67	0.00	0.00	0.00	0.00	14.51	-2.67
22.95	-5.33	4.20	-2.38	14.51	-2.67	29.01	-3.51
27.71	-2.67	8.41	-3.14	29.01	-3.51	14.51	2.60
32.47	0.00	4.20	2.33	14.51	2.60	0.00	6.53
37.23	0.00	0.00	5.84	0.00	6.53	0.00	5.84
41.99	0.00	0.00	5.22	0.00	5.84	0.00	5.22
46.75	0.00	0.00	4.66	0.00	5.22	0.00	4.66
51.51	0.00	0.00	4.17	0.00	4.66	0.00	4.17
56.27	0.00	0.00	3.73	0.00	4.17	0.00	3.73
61.03	0.00	0.00	3.33	0.00	3.73	0.00	3.33
65.79	0.00	0.00	2.98	0.00	3.33	0.00	2.98
70.55	0.00	0.00	2.66	0.00	2.98	0.00	2.66
75.31	0.00	0.00	2.38	0.00	2.66	0.00	2.38
80.07	0.00	0.00	2.13	0.00	2.38	0.00	2.13
84.83	0.00	0.00	1.90	0.00	2.13	0.00	1.90
89.59	0.00	0.00	1.70	0.00	1.90	0.00	1.70
94.35	0.00	0.00	1.52	0.00	1.70	0.00	1.52
99.11	0.00	0.00	1.36	0.00	1.52	0.00	1.36
103.87	0.00	0.00	1.22	0.00	1.36	0.00	1.22
	0.00	0.00	1.09	0.00	1.22	0.00	1.09
	0.00	0.00	0.97	0.00	1.09	0.00	0.97
	0.00	0.00	0.87	0.00	0.97	0.00	0.87
	0.00	0.00	0.78	0.00	0.87	0.00	0.78





## 18.6 MEMORIAS DE CÁLCULO DE LA PROPUESTA DE DISEÑO DE ADOQUINADO Y CANAL PLUVIAL

### 18.6.1 Memorias de cálculo de la propuesta de Diseño de Adoquinado

Para esta memoria de cálculo se utilizó el software Civil CAD, herramienta de diseño que facilita grandemente la elaboración de diseños propios de la Ingeniería Civil.

#### SECCIONAMIENTO EN CALLE PRINCIPAL

#### REPORTE DE SECCIONAMIENTO

PROYECTO: ADOQUINADO ZONA FRANCA SIGLO XXI  
 CARRETERA: \_\_\_\_\_  
 ORIGEN: \_\_\_\_\_

DE KM: 0+000 A KM: 0+110  
 ESTACION: \_\_\_\_\_  
 HOJA : 1 DE 5

LADO IZQUIERDO								CADENAMIENTO	LADO DERECHO								
								ELEVACION									
DIST.							-5.60	-3.35	0+000	3.79	3.80	3.82	5.60				
DESN							0.58	-0.02	99.18	-0.01	-0.01	-0.01	0.20				
DIST.				-5.60	-4.62	-3.36	-0.21		0+010	0.18	0.62	3.65	5.60				
DESN				0.49	0.18	-0.20	0.00		99.07	0.00	0.00	0.08	0.36				
DIST.				-5.60	-5.55	-3.43	-1.86		0+020	0.26	1.39	2.63	3.59	5.60			
DESN				0.49	0.48	-0.18	-0.11		98.85	0.02	0.01	-0.06	0.00	0.29			
DIST.				-5.60	-3.99	-3.51	-0.13		0+030	0.32	0.56	3.34	3.54	4.00	5.60		
DESN				0.56	0.00	-0.14	-0.01		98.63	0.02	0.02	-0.13	-0.11	-0.05	-0.02		
DIST.					-5.60	-3.59	-2.31		0+040	0.24	2.31	3.51	5.60				
DESN					0.62	-0.13	-0.09		98.30	0.01	-0.10	-0.10	-0.07				
DIST.				-5.60	-5.02	-3.66	-0.58		0+050	0.12	0.68	3.49	4.19	5.60			
DESN				0.72	0.39	-0.12	-0.02		97.93	0.00	-0.02	-0.04	-0.03	0.07			
DIST.					-5.60	-3.53	-2.38		0+060	0.29	2.69	3.41	5.60				
DESN					0.97	-0.12	-0.07		97.52	0.01	0.00	-0.05	0.10				
DIST.				-5.60	-4.16	-3.28	-0.22		0+070	0.64	1.41	3.27	4.19	5.60			
DESN				1.27	0.32	-0.15	-0.01		97.10	0.02	0.02	-0.12	-0.05	0.00			
DIST.				-5.60	-3.20	-2.31	-2.29		0+080	0.77	2.63	3.25	3.32	5.60			
DESN				1.64	-0.10	-0.10	-0.10		96.70	0.04	-0.10	-0.07	-0.07	0.01			
DIST.				-5.60	-3.13	-0.46	-0.38		0+090	0.88	1.64	3.49	3.70	5.02	5.60		
DESN				1.78	-0.01	0.00	-0.02		96.33	0.04	-0.02	0.06	0.07	0.12	0.17		
DIST.				-5.60	-4.10	-4.00	-3.02	-2.54	0+100	0.83	1.33	1.43	3.75	5.01	5.26	5.60	
DESN				1.91	0.81	0.80	-0.01	0.00	96.08	0.00	0.01	0.00	0.09	0.18	0.19	0.22	
DIST.					-5.60	-3.15	-0.97		0+110	0.47	2.64	2.68	3.69	5.60			
DESN					1.99	-0.05	0.00		95.90	0.00	0.05	0.05	0.09	0.22			



PROYECTO: **ADOQUINADO ZONA FRANCA SIGLO XXI**  
 CARRETERA: \_\_\_\_\_  
 ORIGEN: \_\_\_\_\_

DE KM: **0+120**  
 ESTACION: \_\_\_\_\_  
 HOJA : **2** DE **5**

								CADENAMIENTO									
LADO IZQUIERDO								ELEVACION	LADO DERECHO								
DIST.				-5.60	-4.98	-3.44	-2.70	<b>0+120</b>	0.17	3.21	3.69	5.60					
DESN				1.99	1.45	0.12	0.10	<b>95.72</b>	-0.01	0.07	0.09	0.13					
DIST.		-5.60	-5.46	-4.94	-3.99	-2.08	-0.42	<b>0+130</b>	0.91	3.35	5.06	5.60					
DESN		1.34	1.25	0.99	0.16	0.05	-0.01	<b>95.53</b>	0.02	0.12	0.16	0.18					
DIST.			-5.60	-4.67	-4.25	-3.51	-0.73	<b>0+140</b>	2.49	3.20	5.60						
DESN			0.98	0.36	0.14	0.13	-0.03	<b>95.39</b>	0.10	0.08	0.19						
DIST.			-5.60	-5.36	-4.32	-2.45	-0.65	<b>0+150</b>	2.68	3.05	5.60						
DESN			0.80	0.68	0.03	0.01	0.02	<b>95.34</b>	-0.06	-0.08	0.11						
DIST.			-5.60	-4.70	-4.47	-2.06	-0.45	<b>0+160</b>	0.74	3.05	4.44	5.60					
DESN			0.64	-0.07	-0.05	0.01	0.01	<b>95.21</b>	-0.02	-0.10	0.01	0.21					
DIST.			-5.60	-4.59	-4.50	-3.21	-0.33	<b>0+170</b>	1.63	3.15	5.60						
DESN			0.08	-0.01	-0.05	-0.02	0.01	<b>95.05</b>	-0.05	-0.13	0.29						
DIST.				-5.60	-4.55	-3.65	-0.33	<b>0+180</b>	2.36	3.24	5.60						
DESN				0.29	0.03	0.04	0.02	<b>94.85</b>	-0.12	-0.18	1.11						
DIST.				-5.60	-4.70	-1.09	-0.38	<b>0+190</b>	0.21	3.11	4.12	5.60					
DESN				0.21	-0.02	0.02	0.02	<b>94.60</b>	-0.01	-0.20	0.36	0.76					
DIST.				-5.60	-4.76	-3.02	-0.45	<b>0+200</b>	1.70	3.07	5.60						
DESN				0.39	0.14	-0.01	0.03	<b>94.31</b>	-0.11	-0.11	0.74						
DIST.		-5.60	-4.89	-4.79	-0.75	-0.54	-0.37	<b>0+210</b>	3.08	3.40	5.60						
DESN		0.71	0.37	0.34	0.01	0.01	0.00	<b>94.02</b>	0.00	0.11	0.56						
DIST.			-5.60	-5.10	-4.66	-2.27	-0.14	<b>0+220</b>	1.75	3.19	5.44	5.60					
DESN			0.85	0.42	0.31	0.18	0.00	<b>93.93</b>	0.00	-0.02	0.44	0.47					
DIST.			-5.60	-5.42	-4.58	-4.52	-4.45	<b>0+230</b>	0.31	3.26	3.34	5.60					
DESN			0.63	0.47	0.27	0.26	0.25	<b>93.85</b>	-0.02	-0.05	-0.04	0.32					



PROYECTO: **ADOQUINADO ZONA FRANCA SIGLO XXI**  
 CARRETERA: \_\_\_\_\_  
 ORIGEN: \_\_\_\_\_

DE KM: **0+240**  
 ESTACION: \_\_\_\_\_  
 HOJA: **3** DE **5**

								CADENAMIENTO									
LADO IZQUIERDO								ELEVACION	LADO DERECHO								
DIST.				-5.60	-5.51	-5.23	-4.08	-3.89	<b>0+240</b>	0.51	0.87	1.09	4.81	4.99	5.60		
DESN				0.77	0.69	0.45	0.35	0.31	<b>93.79</b>	-0.04	-0.06	-0.06	-0.01	0.02	0.06		
DIST.				-5.60	-4.95	-4.93	-4.92	-3.62	<b>0+250</b>	0.68	1.33	1.83	5.10	5.60			
DESN				0.65	0.33	0.32	0.32	0.24	<b>93.78</b>	-0.05	-0.10	-0.09	-0.14	-0.09			
DIST.							-5.60	-3.03	<b>0+260</b>	0.06	1.16	1.94	4.93	5.60			
DESN							0.82	0.06	<b>93.69</b>	0.00	-0.07	-0.09	-0.17	-0.10			
DIST.						-5.60	-2.78	-1.37	<b>0+270</b>	1.07	2.50	4.47	5.60				
DESN						0.88	0.05	0.03	<b>93.54</b>	-0.02	0.02	-0.04	0.08				
DIST.						-5.60	-3.56	-2.65	<b>0+280</b>	0.58	1.04	2.76	4.22	5.38	5.60		
DESN						1.09	0.31	0.04	<b>93.42</b>	-0.01	-0.02	0.03	0.07	1.44	1.62		
DIST.					-5.60	-5.39	-4.22	-1.35	<b>0+290</b>	0.95	2.19	4.31	5.60				
DESN					1.39	1.39	0.94	0.02	<b>93.28</b>	-0.01	-0.03	0.02	1.55				
DIST.								-0.83	<b>0+300</b>	0.35	0.84	3.70	4.12	4.44	5.60		
DESN								0.27	<b>93.25</b>	-0.11	-0.12	-0.15	-0.14	0.24	0.42		
DIST.					-5.60	-4.17	-3.07	-1.48	<b>0+310</b>	0.71	2.69	3.77	5.60				
DESN					0.99	0.63	0.09	0.04	<b>93.04</b>	-0.02	-0.04	-0.03	0.28				
DIST.						-5.60	-3.74	-3.59	<b>0+320</b>	0.28	0.57	0.84	3.35	3.63	5.60		
DESN						0.67	0.19	0.12	<b>92.93</b>	-0.01	-0.02	-0.02	-0.01	0.04	0.31		
DIST.					-5.60	-3.40	-3.22	-2.61	<b>0+330</b>	0.45	1.96	3.28	5.49	5.60			
DESN					0.59	0.20	0.20	0.14	<b>92.86</b>	-0.02	-0.02	0.03	0.33	0.34			
DIST.						-5.60	-3.11	-2.88	<b>0+340</b>	0.50	0.53	0.68	0.75	3.65	3.75	5.60	
DESN						0.34	0.12	0.08	<b>92.78</b>	-0.01	-0.02	-0.03	-0.02	0.07	0.09	0.32	
DIST.					-5.60	-5.23	-4.86	-2.59	-1.08	<b>0+350</b>	0.60	1.95	3.36	4.48	5.60		
DESN					0.19	0.16	0.23	0.11	0.03	<b>92.71</b>	-0.02	0.04	0.08	0.22	0.30		



PROYECTO: **ADOQUINADO ZONA FRANCA SIGLO XXI**  
 CARRETERA: \_\_\_\_\_  
 ORIGEN: \_\_\_\_\_

DE KM: **0+360**  
 ESTACION: \_\_\_\_\_  
 HOJA : **4** DE **5**

LADO IZQUIERDO								CADENAMIENTO	LADO DERECHO								
								ELEVACION									
DIST.				-5.60	-2.74	-2.34	-2.15	<b>0+360</b>	0.53	2.92	3.09	3.43	5.60				
DESN				0.31	0.16	0.14	0.12	<b>92.67</b>	-0.03	0.06	0.07	0.09	0.24				
DIST.			-5.60	-5.38	-4.04	-2.21	-0.56	<b>0+370</b>	0.63	1.70	3.12	5.60					
DESN			0.25	0.25	0.26	0.17	0.03	<b>92.62</b>	-0.04	0.01	0.02	0.23					
DIST.					-5.60	-2.09	-1.85	<b>0+380</b>	0.69	2.83	3.14	5.60					
DESN					0.12	0.16	0.16	<b>92.59</b>	-0.06	-0.03	-0.04	0.17					
DIST.				-5.60	-3.97	-1.99	-0.38	<b>0+390</b>	0.55	1.33	3.09	4.56	5.60				
DESN				0.12	0.01	0.03	0.03	<b>92.53</b>	-0.05	-0.04	-0.06	0.07	0.12				
DIST.						-4.31	-0.09	<b>0+400</b>	0.54	2.65	3.10	5.60					
DESN						0.21	0.00	<b>92.46</b>	-0.02	-0.04	-0.05	0.09					
DIST.			-5.60	-3.93	-3.61	-3.42	-1.41	<b>0+410</b>	0.72	1.64	3.18	4.21	5.60				
DESN			0.14	0.15	0.15	0.14	0.04	<b>92.43</b>	-0.02	-0.03	-0.06	0.00	0.18				
DIST.				-5.60	-4.24	-1.93	-1.19	<b>0+420</b>	0.87	2.54	3.26	5.60					
DESN				-0.06	-0.05	0.05	0.04	<b>92.39</b>	-0.03	-0.06	-0.05	0.26					
DIST.					-5.60	-4.99	-1.75	<b>0+430</b>	0.36	0.90	1.34	3.34	4.22	5.60			
DESN					-0.08	-0.11	0.04	<b>92.34</b>	-0.01	-0.02	-0.03	0.00	0.11	0.28			
DIST.				-5.60	-5.54	-1.88	-0.79	<b>0+440</b>	0.93	2.56	3.42	4.04	5.60				
DESN				0.20	0.20	0.06	0.02	<b>92.30</b>	-0.02	0.01	0.01	0.10	0.29				
DIST.					-5.60	-2.89	-2.17	<b>0+450</b>	0.63	0.96	1.28	3.51	5.11	5.60			
DESN					0.26	0.11	0.09	<b>92.28</b>	-0.03	-0.03	-0.03	-0.01	0.21	0.27			
DIST.				-5.60	-5.39	-2.16	-1.01	<b>0+460</b>	0.85	2.35	3.63	4.80	5.60				
DESN				0.26	0.24	0.07	0.04	<b>92.25</b>	-0.03	-0.02	-0.01	0.15	0.23				
DIST.					-5.60	-2.27	-2.05	<b>0+470</b>	0.61	0.70	0.77	3.77	3.82	5.60			
DESN					0.28	0.06	0.05	<b>92.19</b>	-0.01	-0.02	-0.02	0.01	0.02	0.21			



PROYECTO: **ADOQUINADO ZONA FRANCA SIGLO XXI**  
 CARRETERA: \_\_\_\_\_  
 ORIGEN: \_\_\_\_\_

DE KM: **0+480**  
 ESTACION: \_\_\_\_\_  
 HOJA: **5** DE **5**

LADO IZQUIERDO								CADENAMIENTO	LADO DERECHO								
DIST.								ELEVACION									
				-5.60	-4.42	-1.74	-0.41	<b>0+480</b>	0.92	2.40	3.99	5.60					
DESN				0.18	0.19	0.01	0.01	<b>92.15</b>	-0.02	-0.01	0.02	0.17					
DIST.					-5.60	-1.86	-1.47	<b>0+490</b>	0.89	1.14	1.38	4.17	4.47	5.60			
DESN					-0.03	-0.02	0.00	<b>92.09</b>	0.00	-0.01	0.00	0.05	0.06	0.16			
DIST.			-5.60	-5.02	-3.41	-1.67	-1.12	<b>0+500</b>	1.16	3.41	4.09	5.60					
DESN			0.00	-0.17	-0.07	0.03	0.03	<b>92.04</b>	-0.04	0.04	0.05	0.13					
DIST.			-5.60	-5.00	-4.46	-2.62	-1.02	<b>0+510</b>	0.69	2.40	3.99	5.24	5.60				
DESN			0.05	0.03	-0.14	-0.02	0.03	<b>92.00</b>	-0.02	0.04	-0.01	0.04	0.06				
DIST.				-5.60	-4.42	-3.90	-0.02	<b>0+520</b>	0.00	0.02	3.90	5.60					
DESN				-0.04	-0.10	-0.12	0.00	<b>91.97</b>	0.00	0.00	-0.12	-0.05					
DIST.																	
DESN																	
DIST.																	
DESN																	
DIST.																	
DESN																	
DIST.																	
DESN																	
DIST.																	
DESN																	



## SECCIONAMIENTO CALLE 1

### REPORTE DE SECCIONAMIENTO

PROYECTO: ADOQUINADO ZONA FRANCA SIGLO XXI  
 CARRETERA: \_\_\_\_\_  
 ORIGEN: \_\_\_\_\_

DE KM: 0+000 A KM: 0+015  
 ESTACION: \_\_\_\_\_  
 HOJA : 1 DE 1

LADO IZQUIERDO								CADENAMIENTO	LADO DERECHO							
								ELEVACION								
DIST.					-4.50	-2.69	-0.30	<b>0+000</b>	1.04	3.32	4.50					
DESN					0.06	-0.06	0.00	<b>92.98</b>	-0.01	-0.11	-0.10					
DIST.				-4.50	-3.81	-2.91	-0.03	<b>0+005</b>	3.27	3.93	4.50					
DESN				0.23	0.17	0.16	0.00	<b>93.01</b>	0.11	0.09	0.08					
DIST.			-4.50	-2.87	-2.58	-0.13	-0.03	<b>0+010</b>	0.07	2.51	2.81	4.50				
DESN			0.21	0.05	0.02	0.00	0.00	<b>93.03</b>	0.00	-0.05	-0.05	-0.01				
DIST.				-4.50	-3.50	-1.33	-0.03	<b>0+015</b>	1.26	3.43	4.50					
DESN				0.16	0.06	0.01	0.00	<b>93.18</b>	-0.03	0.07	0.10					
DIST.																
DESN																
DIST.																
DESN																
DIST.																
DESN																
DIST.																
DESN																
DIST.																
DESN																
DIST.																
DESN																
DIST.																
DESN																
DIST.																
DESN																



## SECCIONAMIENTO CALLE 2

### REPORTE DE SECCIONAMIENTO

PROYECTO: ADOQUINADO ZONA FRANCA SIGLO XXI  
 CARRETERA: \_\_\_\_\_  
 ORIGEN: \_\_\_\_\_

DE KM: 0+000 A KM: 0+015  
 ESTACION: \_\_\_\_\_  
 HOJA : 1 DE 1

LADO IZQUIERDO								CADENAMIENTO	LADO DERECHO							
								ELEVACION								
DIST.					-4.50	-2.61	-1.97	<b>0+000</b>	0.38	2.76	4.50					
DESN					0.05	0.03	0.02	<b>92.71</b>	0.00	-0.05	-0.09					
DIST.					-4.50	-3.70	-2.72	<b>0+005</b>	0.01	3.12	3.89	4.50				
DESN					0.11	0.12	0.10	<b>92.75</b>	0.00	0.13	0.14	0.11				
DIST.				-4.50	-2.66	-2.49	-0.01	<b>0+010</b>	0.03	0.09	2.55	2.81	4.50			
DESN				0.10	0.05	0.05	0.00	<b>92.80</b>	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00			
DIST.					-4.50	-3.43	-1.22	<b>0+015</b>	0.05	1.32	3.54	4.50				
DESN					0.20	0.17	0.02	<b>93.02</b>	0.00	0.01	0.19	0.18				
DIST.																
DESN																
DIST.																
DESN																
DIST.																
DESN																
DIST.																
DESN																
DIST.																
DESN																
DIST.																
DESN																
DIST.																
DESN																



TRAZO DE EJE 1 PARA CALLE							
CALLE:						ESTACION:	
TRAMO:						ORIGEN:	
SUB-TRAMO:							
ESTACION		deflexión	CUERDA INVERSA	DATOS DE CURVA	Azimuth	Azimut Astronómico Calculado	Descripción
KM	TIPO						
0+000.00							
0+005.00			5.000		329° 2' 17.62"		
0+010.00			5.000		329° 2' 17.62"		
0+015.00			5.000		329° 2' 17.62"		

TRAZO DE EJE 2 PARA CALLE							
CALLE:						ESTACION:	
TRAMO:						ORIGEN:	
SUB-TRAMO:							

ESTACION		deflexión	CUERDA INVERSA	DATOS DE CURVA	Azimuth	Azimut Astronómico Calculado	Descripción
KM	TIPO						
0+000.00							
0+005.00			5.000		328° 10' 55.51"		
0+010.00			5.000		328° 10' 55.51"		
0+015.00			5.000		328° 10' 55.51"		



MEMORIA DE CALCULO DE AREAS DE CORTE Y TERRAPLEN

Obra: ADOQUINADO ZONA FRANCA SIGLO XXI

PERFIL DE CALLE 1

Autor: ELABORACION PROPIA

AREAS ESTACION	SEGMENTOS TERRENO				A1(M2) AREA BAJO SEGMENTO	SA1(M2)	SEGMENTOS RASANTE				A2(M2) AREA BAJO SEGMENTO	SA2(M2)	AREA(M2) SA1-SA2	
	INICIAL		FINAL				INICIAL		FINAL				CORTE	TERRAPLEN
	OFFSET(M)	ELEV(M)	OFFSET(M)	ELEV(M)			OFFSET(M)	ELEV(M)	OFFSET(M)	ELEV(M)				
0+000.00	-4.50	93.04	-3.00	92.95	-0.07		-4.50	93.20	-3.00	93.17	0.21			
						-0.07						0.21		-0.29
	-3.00	92.95	-2.69	92.93	-0.03		-3.00	92.57	0.00	92.66	-1.28			
	-2.69	92.93	-0.30	92.98	-0.21		0.00	92.66	3.00	92.57	-1.28			
	-0.30	92.98	1.04	92.97	-0.08									
	1.04	92.97	3.00	92.89	-0.22									
	3.00	92.89	3.32	92.87	-0.05	-0.54	3.00	92.57	3.00	92.57	0.00	-2.56	2.02	
	3.32	92.87	4.50	92.88	-0.19		3.00	93.17	4.50	93.20	0.21			
					-0.24						0.21			-0.46
TOTAL AREAS(M2):												2.02	-0.74	
0+005.00	-4.50	93.24	-3.81	93.18	-0.02		-4.50	93.27	-3.00	93.24	0.04			
	-3.81	93.18	-3.00	93.17	-0.05							0.04		-0.11
						-0.07								
	-3.00	93.17	-2.91	93.17	-0.01		-3.00	92.64	0.00	92.73	-1.64			
	-2.91	93.17	-0.03	93.01	-0.42		0.00	92.73	3.00	92.64	-1.64			
	-0.03	93.01	3.00	93.11	-0.54									
	3.00	93.11	3.27	93.12	-0.03	-0.96	3.00	93.24	4.50	93.27	0.04	-3.28	2.31	
	3.27	93.12	3.93	93.10	-0.08									
3.93	93.10	4.50	93.09	-0.08										
					-0.19						0.04			-0.23
TOTAL AREAS(M2):												2.31	-0.33	
0+010.00	-4.50	93.24	-3.00	93.09	-0.11		-4.50	93.35	-3.00	93.32	0.15			
						-0.11						0.15		-0.26
	-3.00	93.09	-2.87	93.08	-0.02		-3.00	92.72	0.00	92.81	-1.42			
	-2.87	93.08	-2.58	93.05	-0.05		0.00	92.81	3.00	92.72	-1.42			
	-2.58	93.05	-0.13	93.03	-0.47									
	-0.13	93.03	-0.03	93.03	-0.02									
	-0.03	93.03	0.07	93.03	-0.02									
	0.07	93.03	2.51	92.98	-0.56									
	2.51	92.98	2.81	92.98	-0.08									
2.81	92.98	3.00	92.98	-0.05										
					-1.27						-2.83	1.57		
3.00	92.98	4.50	93.02	-0.36		3.00	93.32	4.50	93.35	0.15				
					-0.36						0.15			-0.50
TOTAL AREAS(M2):												1.57	-0.76	
0+015.00	-4.50	93.34	-3.50	93.24	-0.05		-4.50	93.42	-3.00	93.39	0.10			
	-3.50	93.24	-3.00	93.23	-0.05									
						-0.10						0.10		-0.20
	-3.00	93.23	-1.33	93.19	-0.21		-3.00	92.79	0.00	92.88	-1.50			
	-1.33	93.19	-0.03	93.18	-0.19		0.00	92.88	3.00	92.79	-1.50			
	-0.03	93.18	1.26	93.16	-0.22									
	1.26	93.16	3.00	93.24	-0.25									
	3.00	93.24	3.43	93.26	-0.04	-0.87	3.00	93.39	4.50	93.42	0.10	-3.00	2.13	
3.43	93.26	4.50	93.28	-0.08										
					-0.12						0.10			-0.22
TOTAL AREAS(M2):												2.13	-0.43	



VOLUMENES DE CAPAS DE SECCION  
 Obra: ADOQUINADO ZONA FRANCA SIGLO XXI  
 PERFIL DE CALLE 1  
 Autor: ELABORACION PROPIA

CAPA	ESTACION	AREA(M2)	D/2 (M)	VOLUMEN(M3)
SUB BASE	0+000.00	0.90	0.00	0.00
	0+005.00	0.90	2.50	4.50
	0+010.00	0.90	2.50	4.50
	0+015.00	0.90	2.50	4.50
<b>TOTAL VOLUMEN SUB BASE (M3): 13.50</b>				
BASE	0+000.00	0.90	0.00	0.00
	0+005.00	0.90	2.50	4.50
	0+010.00	0.90	2.50	4.50
	0+015.00	0.90	2.50	4.50
<b>TOTAL VOLUMEN BASE (M3): 13.50</b>				
ARENA	0+000.00	0.30	0.00	0.00
	0+005.00	0.30	2.50	1.50
	0+010.00	0.30	2.50	1.50
	0+015.00	0.30	2.50	1.50
<b>TOTAL VOLUMEN ARENA (M3): 4.50</b>				
CARPETA	0+000.00	0.60	0.00	0.00
	0+005.00	0.60	2.50	3.00
	0+010.00	0.60	2.50	3.00
	0+015.00	0.60	2.50	3.00
<b>TOTAL VOLUMEN CARPETA (M3): 9.00</b>				

ADOQUINADO ZONA FRANCA SIGLO XXI (ESTACADO)

CAMINO:	
TRAMO:	ESTACION:
SUBTRAMO:	ORIGEN:

ESTACION	ELEVACION	DISTANCIA		ELEVACIONES	DESCRIPCION
		IZQ	DER		
0+000.000	92.660		0.000	92.660	CL
		4.500		93.200	Cero
		3.000		93.170	
		3.000		92.570	
			3.000	92.570	
			3.000	93.170	
			4.500	93.200	Cero
0+005.000	92.735		0.000	92.735	CL
		4.500		93.275	Cero
		3.000		93.245	
		3.000		92.645	
			3.000	92.645	
			3.000	93.245	
			4.500	93.275	Cero
0+010.000	92.810		0.000	92.810	CL
		4.500		93.350	Cero
		3.000		93.320	
		3.000		92.720	
			3.000	92.720	
			3.000	93.320	
			4.500	93.350	Cero
0+015.000	92.885		0.000	92.885	CL
		4.500		93.425	Cero
		3.000		93.395	
		3.000		92.795	
			3.000	92.795	
			3.000	93.395	
			4.500	93.425	Cero



MEMORIA DE CALCULO DE AREAS DE CORTE Y TERRAPLEN  
 Obra: ADOQUINADO ZONA FRANCA SIGLO XXI  
 PERFIL DE CALLE 2  
 Autor: ELABORACION PROPIA

AREAS ESTACION	SEGMENTOS TERRENO				A1(M2) AREA BAJO SEGMENTO	Σ A1(M2)	SEGMENTOS RASANTE				A2(M2) AREA BAJO SEGMENTO	Σ A2(M2)	AREA(M2) Σ A1-Σ A2			
	INICIAL		FINAL				INICIAL		FINAL				CORTE	TERRAPLEN		
	OFFSET(M)	ELEV(M)	OFFSET(M)	ELEV(M)			OFFSET(M)	ELEV(M)	OFFSET(M)	ELEV(M)						
0+000.00	-4.50	92.76	-3.00	92.74	-0.02	-0.02	-4.50	92.85	-3.00	92.82	0.11	0.11		-0.13		
	-3.00	92.74	-2.61	92.73	-0.01		-3.00	92.22	0.00	92.31	-1.48					
	-2.61	92.73	-1.97	92.73	-0.02		0.00	92.31	3.00	92.22	-1.48					
	-1.97	92.73	0.38	92.70	-0.11											
	0.38	92.70	2.76	92.65	-0.20											
	2.76	92.65	3.00	92.65	-0.03											
	3.00	92.65	4.50	92.61	-0.19		-0.36	3.00	92.82	4.50	92.85		0.11		-2.97	2.61
					-0.19						0.11		-0.31			
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>												<b>2.61</b>	<b>-0.44</b>			
0+005.00	-4.50	92.87	-3.70	92.87	0.00	0.01	-4.50	92.93	-3.00	92.90	0.07	0.07		-0.06		
	-3.00	92.86	-2.72	92.85	0.00		-3.00	92.30	0.00	92.39	-1.57					
	-2.72	92.85	0.01	92.75	-0.17		0.00	92.39	3.00	92.30	-1.57					
	0.01	92.75	3.00	92.88	-0.15											
							-0.32								-3.15	2.83
	3.00	92.88	3.12	92.88	0.00		3.00	92.90	4.50	92.93	0.07					
	3.12	92.88	3.89	92.89	0.02											
3.89	92.89	4.50	92.87	0.01	0.03						0.07		-0.04			
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>												<b>2.83</b>	<b>-0.10</b>			
0+010.00	-4.50	92.90	-3.00	92.86	-0.03	-0.03	-4.50	93.00	-3.00	92.97	0.13	0.13		-0.16		
	-3.00	92.86	-2.66	92.85	-0.01		-3.00	92.37	0.00	92.46	-1.44					
	-2.66	92.85	-2.49	92.85	-0.01		0.00	92.46	3.00	92.37	-1.44					
	-2.49	92.85	-0.01	92.80	-0.18											
	-0.01	92.80	0.03	92.80	0.00											
	0.03	92.80	0.09	92.80	-0.01											
	0.09	92.80	2.55	92.83	-0.20											
	2.55	92.83	2.81	92.82	-0.02											
	2.81	92.82	3.00	92.82	-0.01		-0.44								-2.88	2.44
3.00	92.82	4.50	92.80	-0.13	-0.13	3.00	92.97	4.50	93.00	0.13			-0.26			
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>												<b>2.44</b>	<b>-0.43</b>			
0+015.00	-4.50	93.22	-3.43	93.19	-0.01	-0.94	-4.50	93.08	-3.00	93.05	-0.24	-4.86		3.92		
	-3.43	93.19	-1.22	93.05	-0.22		-3.00	92.45	0.00	92.54	-2.19					
	-1.22	93.05	0.05	93.02	-0.24		0.00	92.54	3.00	92.45	-2.19					
	0.05	93.02	1.32	93.04	-0.24		3.00	93.05	4.50	93.08	-0.24					
	1.32	93.04	3.54	93.21	-0.21											
3.54	93.21	4.50	93.20	-0.01												
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>												<b>3.92</b>	<b>0.00</b>			



**ELEVACIONES Y ESPESTORES DE TERRENO Y SUBRASANTE**  
**Obra: ADOQUINADO ZONA FRANCA SIGLO XXI**  
**PERFIL DE CALLE 2**  
**Autor: ELABORACION PROPIA**

ESTACION	ELEVACIONES(M)		ESPESTORES(M)	
	TERRENO	SUBRASANTE	CORTE	TERRAPLEN
0+000.00	92.71	92.31	0.40	
0+005.00	92.75	92.39	0.37	
0+010.00	92.80	92.46	0.34	
0+015.00	93.02	92.54	0.49	

**VOLUMENES DE CAPAS DE SECCION**  
**Obra: ADOQUINADO ZONA FRANCA SIGLO XXI**  
**PERFIL DE CALLE 2**  
**Autor: ELABORACION PROPIA**

CAPA	ESTACION	AREA(M2)	D/2 (M)	VOLUMEN(M3)
SUB BASE	0+000.00	0.90	0.00	0.00
	0+005.00	0.90	2.50	4.50
	0+010.00	0.90	2.50	4.50
	0+015.00	0.90	2.50	4.50
<b>TOTAL VOLUMEN SUB BASE (M3): 13.50</b>				
BASE	0+000.00	0.90	0.00	0.00
	0+005.00	0.90	2.50	4.50
	0+010.00	0.90	2.50	4.50
	0+015.00	0.90	2.50	4.50
<b>TOTAL VOLUMEN BASE (M3): 13.50</b>				
ARENA	0+000.00	0.30	0.00	0.00
	0+005.00	0.30	2.50	1.50
	0+010.00	0.30	2.50	1.50
	0+015.00	0.30	2.50	1.50
<b>TOTAL VOLUMEN ARENA (M3): 4.50</b>				
CARPETA	0+000.00	0.60	0.00	0.00
	0+005.00	0.60	2.50	3.00
	0+010.00	0.60	2.50	3.00
	0+015.00	0.60	2.50	3.00
<b>TOTAL VOLUMEN CARPETA (M3): 9.00</b>				



**ADOQUINADO ZONA FRANCA SIGLO XXI (ESTACADO)**

CAMINO:	
TRAMO:	ESTACION:
SUBTRAMO:	ORIGEN:

ESTACION	ELEVACION	DISTANCIA		ELEVACIONES	DESCRIPCION
		IZQ	DER		
0+000.000	92.311		0.000	92.311	CL
		4.500		92.851	Cero
		3.000		92.821	
		3.000		92.221	
			3.000	92.221	
			3.000	92.821	
			4.500	92.851	Cero
0+005.000	92.386		0.000	92.386	CL
		4.500		92.926	Cero
		3.000		92.896	
		3.000		92.296	
			3.000	92.296	
			3.000	92.896	
			4.500	92.926	Cero
0+010.000	92.461		0.000	92.461	CL
		4.500		93.001	Cero
		3.000		92.971	
		3.000		92.371	
			3.000	92.371	
			3.000	92.971	
			4.500	93.001	Cero
0+015.000	92.536		0.000	92.536	CL
		4.500		93.076	Cero
		3.000		93.046	
		3.000		92.446	
			3.000	92.446	
			3.000	93.046	
			4.500	93.076	Cero



**ADOQUINADO ZONA FRANCA SIGLO XXI (RESUMEN)**

CAMINO:	
TRAMO:	ESTACION:
SUB-TRAMO:	ORIGEN:

SIMBOLOGIA	
DC	DESPALME EN CORTE
DT	DESPALME EN TERRAPLEN
C	CORTE
I	TERRAPLEN
SB	SUB BASE
BH	BASE
AR	ARENA
CA	CARPETA

NOTA: Los conceptos que se incluirán en el cálculo de volúmenes aparecen subrayados. Se ha considerado el terreno ya despalmado al calcular áreas y volúmenes de corte y terraplén.

COORDENADA INICIAL DE CURVA MASA		10,000.00		AREAS										VOLUMENES											
SECCIONES DE TN LEVANTADAS EN CAMPO	ELEVACIONES		ESPEORES		DESPALME		C	I	SB	BH	AR	CA	Factor de abundamiento en corte	SEMI-DISTANCIA	DESPALME		C	I	SB	BH	AR	CA	RESUMEN (ORDENADAS DE LA CURVA MASA)		
	TN	SUBRASANTE	C	T	DC	DT									DC	DT							DC	DT	0+
0+000.000	92.706	92.311	0.40	0.00	0.00	0.00	2.61	0.44	0.90	0.90	0.30	0.60												0+000.000	10,000.00
0+005.000	92.755	92.386	0.37	0.00	0.00	0.00	2.83	0.10	0.90	0.90	0.30	0.60	1.30	2.50	0.00	0.00	17.69	1.35	4.50	4.50	1.50	3.00	0+005.000	10,016.34	
0+010.000	92.800	92.461	0.34	0.00	0.00	0.00	2.44	0.43	0.90	0.90	0.30	0.60	1.30	2.50	0.00	0.00	17.14	1.33	4.50	4.50	1.50	3.00	0+010.000	10,032.16	
0+015.000	93.022	92.536	0.49	0.00	0.00	0.00	3.92	0.00	0.90	0.90	0.30	0.60	1.30	2.50	0.00	0.00	20.67	1.07	4.50	4.50	1.50	3.00	0+015.000	10,051.76	



**ADOQUINADO ZONA FRANCA SIGLO XXI (CURVAS VERTICALES)**

CALLE	
TRAMO:	ESTACION:
SUB-TRAMO:	ORIGEN:

Aplicando la fórmula:  $Z_n = Z_o + (P1/100 - A1/200L) L$

Datos de curva (1)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (mts)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
-3.033	-1.726	0+091.359	95.9591	120.00	10.00
<b>Diferencia algebraica de pendientes (A) = -1.307%</b>				Tipo de curva: En columpio	

Z (n)	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)
0	PCV	0+031.359	97.779	97.779
1		0+041.359	97.476	97.481
2		0+051.359	97.172	97.194
3		0+061.359	96.869	96.918
4		0+071.359	96.566	96.653
5		0+081.359	96.262	96.399
6		0+091.359	95.959	96.155
7		0+101.359	95.786	95.923
8		0+111.359	95.614	95.701
9		0+121.359	95.441	95.490
10		0+131.359	95.269	95.291
11		0+141.359	95.096	95.102
12	PTV	0+151.359	94.924	94.924

Datos de curva (2)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (mts)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
-1.726	-0.612	0+254.129	93.1498	100.00	10.00
<b>Diferencia algebraica de pendientes (A) = -1.114%</b>				Tipo de curva: En columpio	

Z (n)	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)
0	PCV	0+204.129	94.013	94.013
1		0+214.129	93.840	93.846
2		0+224.129	93.668	93.690
3		0+234.129	93.495	93.545
4		0+244.129	93.322	93.412
5		0+254.129	93.150	93.289
6		0+264.129	93.089	93.178
7		0+274.129	93.027	93.078
8		0+284.129	92.966	92.989
9		0+294.129	92.905	92.911
10	PTV	0+304.129	92.844	92.844



## 18.7 MEMORIAS DE CÁLCULO DE LA PROPUESTA DE DISEÑO DE CANAL

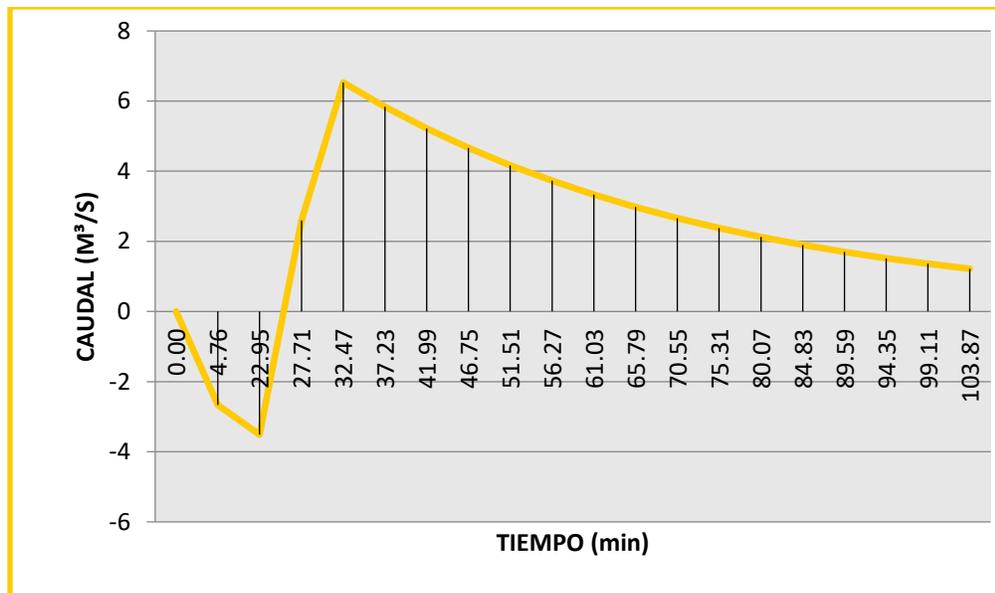
Se necesita desarrollar un proyecto de revestimiento de 520 ml de canal para EL PROYECTO DE ADOQUINADO DE ZONA FRANCA SXXI, esto ayudará a mitigar la erosión del fondo, taludes y evitar de igual manera el desbordamiento de las aguas pluviales. Para estos cálculos se utilizó el software (HCANALES).

Para ello necesitamos el caudal en m<sup>3</sup>/s, presentado a continuación:

<b><u>CALCULO DE LOS PARAMETROS DEL TRANSITO</u></b>											
SUB CUENCA	Vcuenca	Vtransito	Ltransito	K	tp	t	X	C0	C1	C2	SUMA
	m/min	m/min	m	min	min	min					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Parámetro de transito del punto de control 1 al punto de control 2</b>											
A-1	12.44	12.44	661.20	53.16	9.52	4.76	0.20	-0.1838	0.2897	0.8940	1.0000



Hidrograma A-1 en el punto 1 transitado al 2							
K=	53.16		t=	4.76			
C0=	-0.1838	C1=	0.2897	C2=	0.8940		
t				antes del trans		momento del trans	
min	<b>C0*I2</b>	<b>C1*I1</b>	<b>C2*O1</b>	<b>I1</b>	<b>O1</b>	<b>I2</b>	<b>O2</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.76	-2.67	0.00	0.00	0.00	0.00	14.51	-2.67
22.95	-5.33	4.20	-2.38	14.51	-2.67	29.01	-3.51
27.71	-2.67	8.41	-3.14	29.01	-3.51	14.51	2.60
32.47	0.00	4.20	2.33	14.51	2.60	0.00	6.53
37.23	0.00	0.00	5.84	0.00	6.53	0.00	5.84
41.99	0.00	0.00	5.22	0.00	5.84	0.00	5.22
46.75	0.00	0.00	4.66	0.00	5.22	0.00	4.66
51.51	0.00	0.00	4.17	0.00	4.66	0.00	4.17
56.27	0.00	0.00	3.73	0.00	4.17	0.00	3.73
61.03	0.00	0.00	3.33	0.00	3.73	0.00	3.33
65.79	0.00	0.00	2.98	0.00	3.33	0.00	2.98
70.55	0.00	0.00	2.66	0.00	2.98	0.00	2.66
75.31	0.00	0.00	2.38	0.00	2.66	0.00	2.38
80.07	0.00	0.00	2.13	0.00	2.38	0.00	2.13
84.83	0.00	0.00	1.90	0.00	2.13	0.00	1.90
89.59	0.00	0.00	1.70	0.00	1.90	0.00	1.70
94.35	0.00	0.00	1.52	0.00	1.70	0.00	1.52
99.11	0.00	0.00	1.36	0.00	1.52	0.00	1.36
103.87	0.00	0.00	1.22	0.00	1.36	0.00	1.22
	0.00	0.00	1.09	0.00	1.22	0.00	1.09
	0.00	0.00	0.97	0.00	1.09	0.00	0.97
	0.00	0.00	0.87	0.00	0.97	0.00	0.87
	0.00	0.00	0.78	0.00	0.87	0.00	0.78



Ahora necesitamos aplicar la tabla de Manning, para ello lo siguiente:

### **METODO DE COWAN PARA EVALUAR EL COEFICIENTE DE MANNING**

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) n_5$$

**n<sub>0</sub>** = es el valor básico para un canal recto y uniforme de un material dado

**n<sub>1</sub>** = se determina para corregir el efecto por irregularidad de la superficie

**n<sub>2</sub>** = se considera las variaciones en la forma y tamaño de la sección del canal

**n<sub>3</sub>** = se considera el efecto de obstrucciones u obstáculos al flujo

**n<sub>4</sub>** = depende de la vegetación

**n<sub>5</sub>** = depende de la sinuosidad longitudinal del canal

Los datos del sitio los proporciona la tabla para que nos pueda dar el coeficiente (n) el cual se aplicara el mismo en ecuaciones ya establecidas.



**TABLA DE VALORES PARA EL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING SEGUN COWAN**

CONDICIONES DEL CANAL			VALORES
MATERIAL	TIERRA	$n_0$	0.020
	ROCA		0.025
	<b>GRAVA FINA</b>		<b>0.024</b>
	GRAVA GRUESA		0.028
GRADO DE IRREGULARIDAD	<b>LIGERO</b>	$n_1$	<b>0.000</b>
	MENOR		0.005
	MODERADO		0.010
	SEVERO		0.020
VARIACION DE LA SECCION TRANSVERSAL DEL CANAL	GRADUAL	$n_2$	0.000
	<b>OCASIONAL</b>		<b>0.005</b>
	FRECUENTE		0.010 - 0.015
EFECTO RELATIVO DE OBSTACULOS	DESPRECIABLE	$n_3$	0.00
	<b>MENOR</b>		<b>0.010 - 0.015</b>
	APRECIABLE		0.020 - 0.030
	SEVERO		0.040 - 0.0060
VEGETACION	<b>BAJA</b>	$n_4$	<b>0.005 - 0.010</b>
	MEDIA		0.010 - 0.025
	ALTA		0.025 - 0.050
	MUY ALTA		0.050 - 0.100
GRADO DE SINUOSIDAD	<b>MENOR</b>	$n_5$	<b>1.000</b>
	APRECIABLE		1.150
	SEVERO		1.300



**APLICANDO EL METODO A LA ECUACION OBTENEMOS :**

$$n = (0.024 + 0.000 + 0.005 + 0.0125 + 0.075) 1.00$$

$$n = (0.1165) 1.000$$

$$n = 0.1165$$

Este coeficiente (n = 0.1165) se utilizará para la Velocidad de Diseño.

Ahora utilizaremos la tabla de materiales con taludes que describe a continuación:

<b><u>TALUDES RECOMENDADOS PARA ALGUNOS MATERIALES</u></b>	
<b>Materiales</b>	<b>Talud (z)</b>
Roca	Casi vertical
Suelo orgánicos o turba y detritos	0.25
Corte en rocas firme	0.25
Corte en roca fracturada	0.50
Arcilla dura o con revestimiento de concreto	0.50 - 1.00
Corte en suelo firme	1.00
Tierra con revestimiento de piedra o grandes canales de tierra	1.00
Arcilla firme o pequeña zanjas de tierra	1.50
Corte o relleno en migaron gravoso	1.50
Suelos arenosos sueltos	2.00
Corte o relleno en suelo arenoso	2.50
Material aluvial o arcilla blanca	3.00

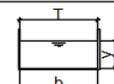
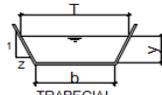
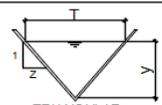
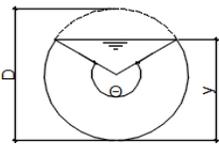
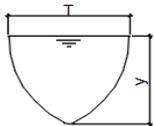
Se tomará el valor para canales rectangulares en el tipo de material.



<b>PENDIENTES LATRALES EN CANALES SEGUN TIPO DE SUELO</b>		
<b>Materiales</b>	<b>Canales poco profundos</b>	<b>Canales profundos</b>
<b>Roca</b>	<b>Vertical</b>	<b>0.25 : 1.00</b>
<b>Arcilla compactada o conglomerado</b>	<b>0.50 : 1.00</b>	<b>1.00 : 1.00</b>
<b>Limo arcillosos</b>	<b>1.00 : 1.00</b>	<b>1.50 : 1.00</b>
<b>Limo arenosos</b>	<b>1.50 : 1.00</b>	<b>2.00 : 1.00</b>
<b>Arenas sueltas</b>	<b>2.00 : 1.00</b>	<b>3.00 : 1.00</b>
<b>Concreto</b>	<b>1.00 : 1.00</b>	<b>1.50 : 1.00</b>

Definido las dimensiones del talud que en este caso no se definen taludes debido al diseño del canal (rectangular), y estaremos calculando su caudal de diseño de acuerdo a la siguiente tabla proporcionada:

**CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LAS SECCIONES DEL CANAL Y SUS ECUACIONES**

<u>SECCION</u>	<u>AREA HIDRAULICA</u> (A = m <sup>2</sup> )	<u>PERIMETRO MOJADO</u> (P = m)	<u>RADIO HIDRAULICO</u> (R = m)	<u>ESPEJO DE AGUA</u> (T = m)
 RECTANGULAR	$by$	$b + 2y$	$\frac{by}{b + 2y}$	$b$
 TRAPEZIAL	$(b + zy)y$	$b + 2y\sqrt{1 + Z^2}$	$\frac{(b + zy)y}{b + 2y\sqrt{1 + Z^2}}$	$b + 2zy$
 TRIANGULAR	$zy^2$	$2y\sqrt{1 + Z^2}$	$\frac{zy^2}{2y\sqrt{1 + Z^2}}$	$2zy$
 CIRCULAR	$\frac{(\Theta - \text{sen}\Theta)D^2}{8}$	$\frac{\Theta D}{2}$	$(1 - \frac{\text{sen}\Theta}{\Theta}) \frac{D}{4}$	$(\text{sen} \frac{\Theta}{2}) D$ ó $2 \sqrt{y(D-y)}$
 PARABOLICA	$\frac{2}{3} Ty$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2 y}{3T + 8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$



Como de la tabla de pendiente lateral hemos tomado los datos 1.00: 1.00, para que la pendiente lateral sea funcional a diseño rectangular. Teniendo los siguientes datos:

n =	<b>0.013</b>	Coeficiente en concreto
Q =	<b>2.79</b>	
s =	<b>1.09</b>	
y =	<b>1.00</b>	

Avanzamos calculando según la geometría propuesta:

**DATOS CONOCIDOS**

Q =	<b>2.79</b>	z =	<b>0</b>	<b>b = Propuesto</b>
S =	<b>1.09</b>	y =	<b>1.00</b>	
n =	<b>0.1165</b>	b =	<b>0.80</b>	

Calculando según geometría Rectangular

<u>Descripción</u>	<u>Ecuación</u>	<u>Ingreso de datos</u>	<u>Respuesta</u>
AREA HIDRAULICA (A) m <sup>2</sup>	<b>b*y</b>	<b>0.80*1.00</b>	<b>0.800</b>
PERIMETRO MOJADO (P) m	<b>b + 2y</b>	<b>0.80 + 2(1.00)</b>	<b>2.800</b>



<b>RADIO HIDRAULICO (R) m</b>	$b * y / b + 2y$	$0.80 * 1.00 / 0.80 + (2 * 0.80)$	<b>0.286</b>
<b>ESPEJO DE AGUA (T) m</b>	<b>b</b>	<b>0.80</b>	<b>0.800</b>

### ENCONTRANDO LAS VELOCIDADES

El siguiente paso será buscar la Velocidad de Diseño y luego la Velocidad Limite para determinar si:  $V_d > V_l$ ,  $V_d < V_l$  o  $V_d = V_l$ .

### Velocidades limites según Fortier y Scobey

MATERIAL	VELOCIDAD LIMITE (m/s)	
	AGUA CLARA	AGUA CON LIMOS DE SUSPENSION
Arena fina, coloidal	0.45	0.75
Arcilla arenosa, no coloidal	0.50	0.75
Limo arenoso, no coloidal	0.60	0.90
Limo aluvial	0.60	1.10
Tierra comuna, firme	0.75	1.10
Ceniza volcánica	0.75	1.10
Arcilla dura, muy coloidal	1.10	1.50



Limo aluvial , coloidal	1.10	1.50
<b>Grava fina</b>	0.80	<b>1.50</b>
Tierra graduada de arcilla a guijarros, no coloidal	1.10	1.50
Limo graduados a guijarros, coloidal	1.20	1.70
Grava no coloidal	1.20	1.80
Guijarros	1.50	1.70

### CALCULANDO VELOCIDAD DE DISEÑO

$$V_d = (1/n) * (S^{1/2}) * R^{2/3}$$

$$V_d = (1/0.1165) * (1.09/100^{1/2}) * 0.286^{2/3}$$

<b><math>V_d = 0.39 \text{ m/s}</math></b>
--

Ahora buscaremos la velocidad limite según Litschvan y Levediev, para obtener esa respuesta necesitamos interpolar con la siguiente tabla:



<b>VELOCIDADES LIMITEA SEGUN LITSCHVAN Y LEVEDIEV PARA MATERIALES GRANULAR</b>							
<b>Tipo de material del suelo</b>	<b>Ø medio de las partículas en mm</b>	<b>Profundidad Hidráulica (A/T) m</b>					
		0.40	1.00	2.00	3.00	5.00	más de 10
Polvo y limo	0.005	0.15	0.20	0.25	0.30	0.40	0.45
Arena fina	0.05	0.20	0.30	0.40	0.45	0.55	0.65
Arena media	0.25	0.35	0.45	0.55	0.60	0.70	0.80
Arena gruesa	1.00	0.50	0.60	0.70	0.75	0.85	0.95
Gravilla fina	2.50	0.65	0.75	0.80	0.90	1.00	1.20
Gravilla media	5	0.80	0.85	1.00	1.10	1.20	1.50
<b>Gravilla gruesa</b>	<b>10</b>	0.90	<b>1.05</b>	<b>1.15</b>	1.30	1.45	1.75
Grava fina	15	1.10	1.20	1.35	1.50	1.65	2.00
Grava media	25	1.25	1.45	1.65	1.85	2.00	2.30
Grava gruesa	40	1.50	1.85	2.10	2.30	2.45	2.70
Guijarro fino	75	2.00	2.40	2.75	3.10	3.30	3.60
Guijarro medio	100	2.45	2.80	3.20	3.50	3.80	4.20
Guijarro gruesa	150	3.00	3.35	3.75	4.10	4.40	4.50
Canto rodado fino	200	3.50	3.80	4.30	4.65	5.00	5.40
Canto rodado medio	300	3.85	4.35	4.70	4.90	5.50	5.90
Canto rodado grueso	400	---	4.75	4.95	5.30	5.60	6.00
	500 o mas	---	---	5.35	5.50	6.00	6.20

<b>T =</b>	<b>0.80</b>
<b>A =</b>	<b>0.80</b>



$$D = A / T$$

$$D = 0.80 / 0.80$$

$$D = 1.00 \text{ m}$$

Aplicaremos el método de interpolación para encontrar la velocidad límite (x):

<u>Interpolación según tabla de velocidad límite</u>		
A/T		m/s
1.00	-	1.05
1.15	-	?
2.00	-	1.15

1 - 1.15	=	1.05 - X
1 - 2		1.05 - 1.15
-0.15	=	1.05 - X
-1.00		-0.10
-1.07	=	- X
<b>X</b>	=	<b>1.05</b>
<b>0.39</b>	<	<b>1.05</b>
<b>Vd</b>	<	<b>Vlim</b>

Respuesta encontrada por la ecuación

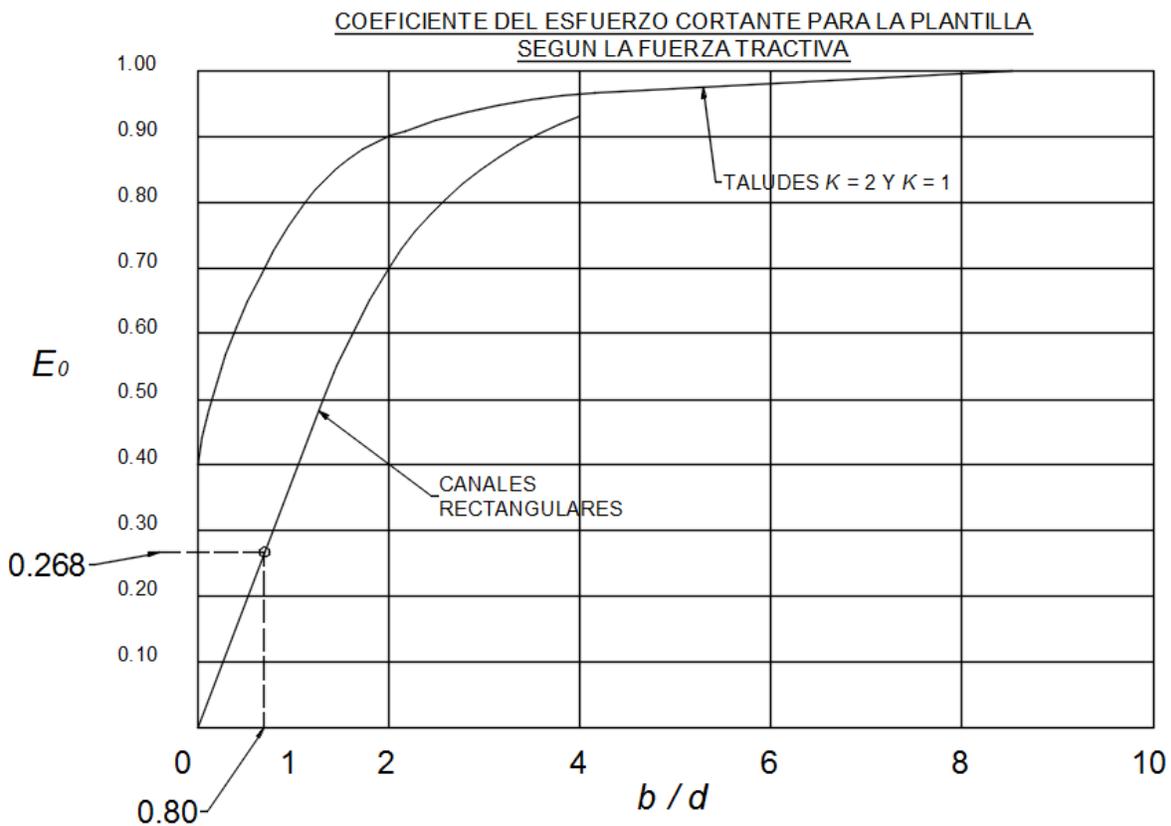
## DISEÑO CON FUERZA ATRACTIVA



Esfuerzo cortante del fondo :

$$\tau_0 = \xi_0 * \gamma * S * y$$

$\xi$	= en función de la relación $b / y$ (tabla)	=	0.80	<b>0.268</b>	(según tabla)
$\gamma$	= peso específico del agua = $1000 \text{ n/m}^3$	=	1000		
$S$	= pendiente 1.00/100	=	0.0109		
$y$	= tirante ( $y$ )	=	1.00		



$$\tau_0 = 0.268 * 1000 \text{ N/m}^3 * 0.0109 * 1.00$$



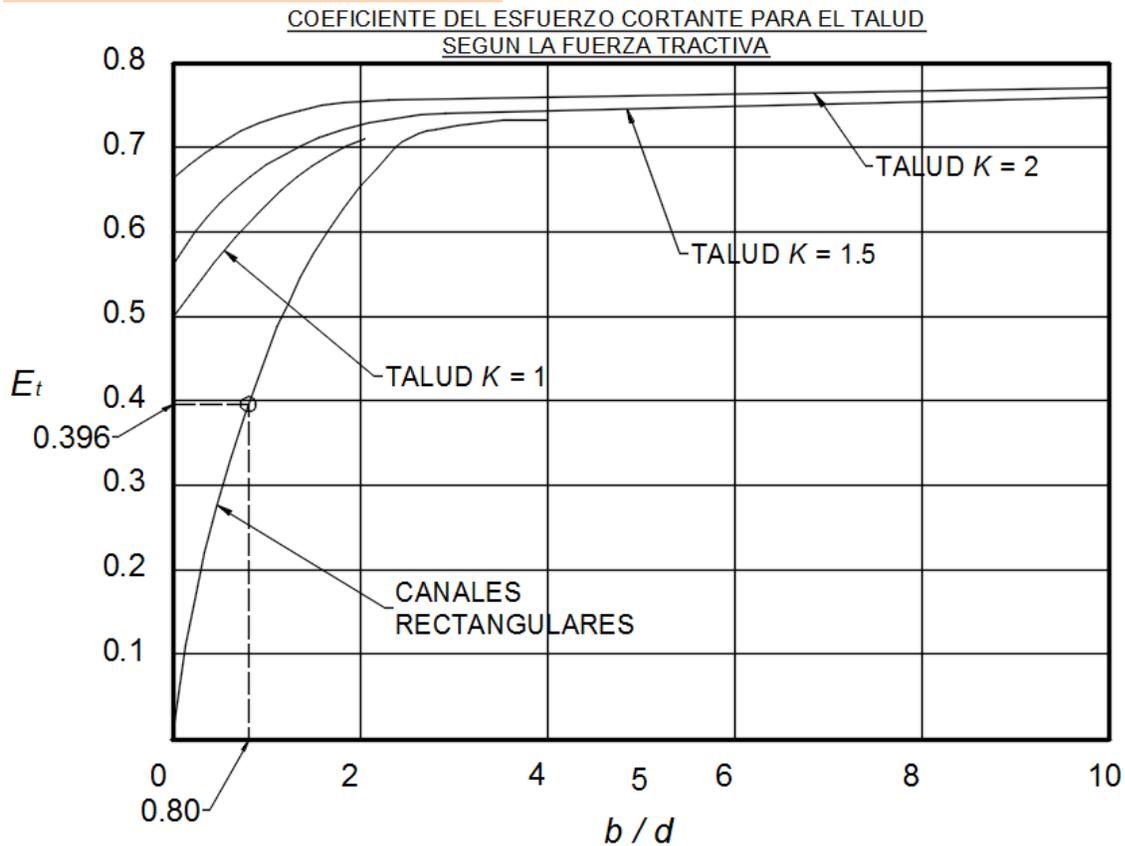
$$\tau_0 = 2.9212$$

$$\chi = \frac{1 \text{ kg/m}^2}{9.81}$$

$$\tau_0 = 0.297 \text{ kg/m}^2$$

Esfuerzo cortante en talud:

$$\tau_1 = \xi_1 * \gamma * S * y$$



$$\tau_1 = 0.396 * 1000 \text{ N/m}^3 * 0.0100 * 1.00$$



$$\xi_t = 0.396$$

(Según tabla)

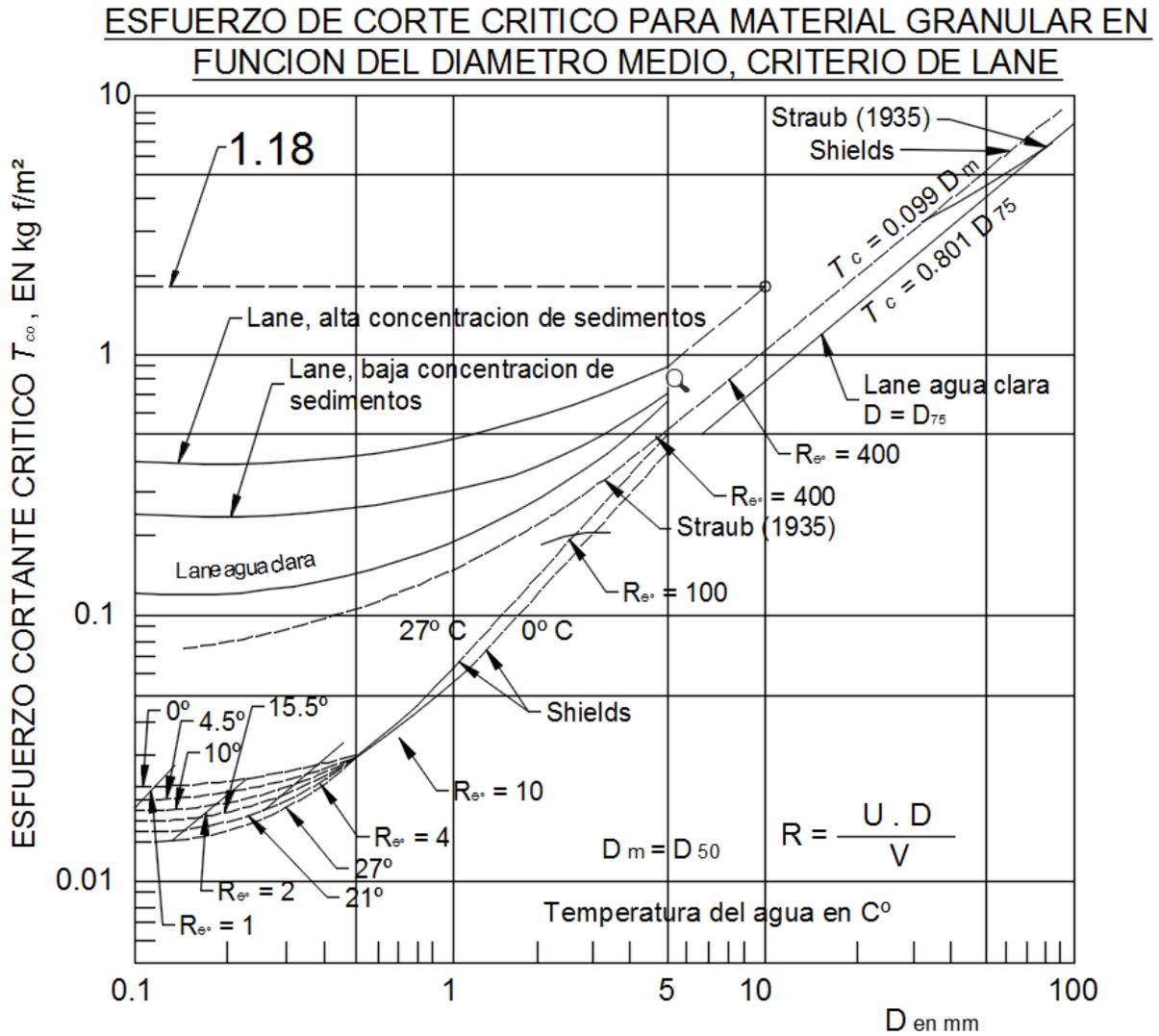
$$\tau_1 = 4.316$$

$$\begin{array}{r} \times \quad 1 \quad \text{kg / m}^2 \\ \hline 9.81 \end{array}$$

$$\tau_1 = 0.44 \quad \text{kg / m}^2$$

### ESFUERZO CORTANTE CRITICO

$$\tau_{0c} = 1.18 \quad \text{kg / m}^2$$

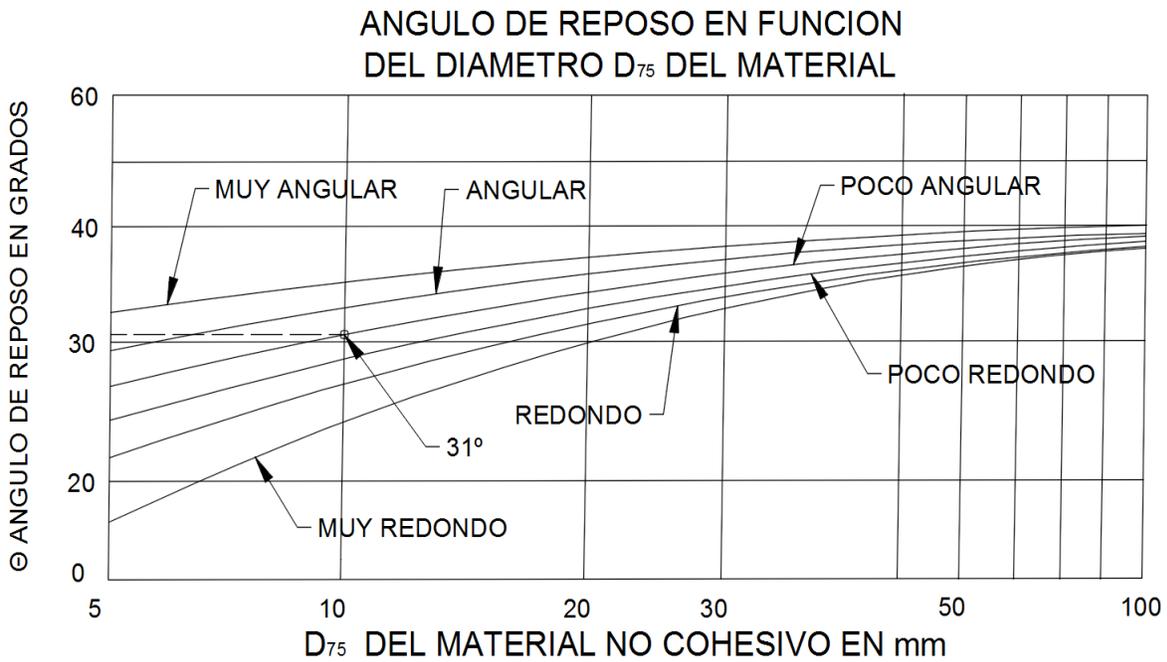




$$\tau_{0c} = 1.18 \text{ kg/m}^2$$

Entonces  $\alpha = \text{sen}^{-1}(1/z) = \text{sen}^{-1}(1/2) = 30^\circ$  y  $\Phi = 31^\circ$  según tabla para un diámetro de 10 mm y poco angular.

$\alpha =$  es el ángulo formado con el horizonte = 30 =  $30^\circ$   
 $\Phi =$  es el ángulo en reposo de la partícula = 31 =  $31^\circ$



$$\frac{\tau_{1c}}{\tau_{0c}} = K ; \quad K = \sqrt{1 - (\text{sen}^2\alpha / \text{sen}^2\Phi)}$$

**CUMPLIENDO CON LO SIGUIENTE :**

$$1 > \text{sen}^2\alpha / \text{sen}^2\Phi \quad \longrightarrow \quad 1 > 0.9427$$



$$K = \sqrt{1 - (\sin^2 30 / \sin^2 31)} \quad \longrightarrow \quad K = 0.24$$

$\sin^2 30 =$	<b>0.25</b>
$\sin^2 31 =$	<b>0.2652</b>

$$\tau_{1c} = \tau_{0c} * k \quad \longrightarrow \quad \tau_{1c} = 0.28 \text{ kg/m}^2$$

$$\tau_0 > \tau_{0c} \quad \longrightarrow \quad 0.298 < 1.18$$

$$\tau_1 > \tau_{1c} \quad \longrightarrow \quad 0.44 > 0.28$$

Con lo anterior se demuestra que el cauce está sufriendo una considerable erosión del fondo y sus taludes.

### ENCONTRANDO EL BORDE LIBRE EN FUNCION DE LA PLANTILLA

<b>Borde libre en función de la plantilla</b>	
Ancho de la plantilla (m)	Borde Libre (m)
Hasta 0.80	0.40



0.80 - 1.5	0.50
1.50 - 3.00	0.60
3.00 - 20	1.00

Borde libre en función del caudal			
Caudal (m <sup>3</sup> /s)	< 1.5	1.50 a 85	> 85
Borde libre (m)	0.50	0.75	0.90

### ENCONTRANDO EL BORDE LIBRE EN FUNCION DE LA PLANTILLA

h =	0.50
y =	1.00

$$H_T = y + h$$

$$H_T = 1.00 + 0.50$$

$$H_T = 1.50 \text{ m}$$

Con el borde libre encontrado, necesitamos saber con qué espesor trabajará la losa de revestimiento del canal rectangular para tener el diseño de 520 metros lineales del tramo importante para el sector llamado ZONA FRANCA S XXI.

Para dicho calculo debemos de convertir el Caudal (m<sup>3</sup>/s) a pies<sup>3</sup>/s, basándonos en la siguiente operación.

Aplicaremos el método siguiente para encontrar la incógnita (X):

<u>Incógnita a encontrar</u>		
m <sup>3</sup> / s		pie <sup>3</sup> / s
1	-	35.3147



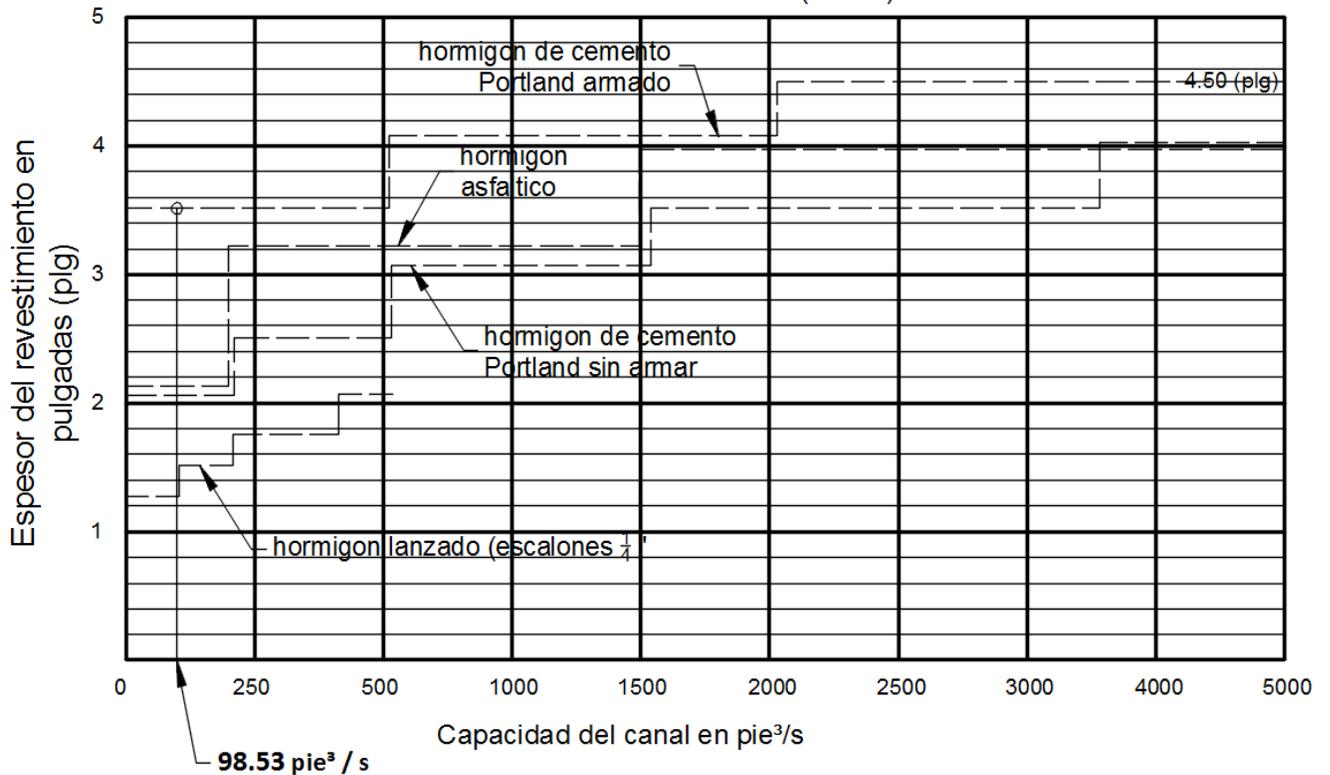
2.79	-	X
$2.79 * 35.3147$	=	$1 * X$
$2.79 * 35.3147 / 1$	=	X
<b>X</b>	=	<b>98.53 pies<sup>3</sup>/s</b>

Calculando de metro cubico/seg. (m<sup>3</sup>/s) a pie cubico/seg. (pies<sup>3</sup>/s)

Queda de la siguiente manera :

1	m <sup>3</sup> / s	=	35.3147	pie <sup>3</sup> / s
2.79	m <sup>3</sup> / s	=	98.53	pie <sup>3</sup> / s

DETERMINACION DEL ESPESOR DE REVESTIMIENTO A PARTIR DELA CAPACIDAD DEL CANAL (USBR)





## ESPESOR DE LA CARPETA:

Se refleja que para  $1 \text{ m}^3/\text{s} = 35.3147 \text{ pies}^3/\text{s}$ , tal que el caudal  $Q = 2.79 \text{ m}^3/\text{s} = 98.53 \text{ pies}^3/\text{s}$ .

Por lo siguiente en la tabla anterior se determina que para el caudal conocido de  $98.53 \text{ pies}^3/\text{s}$ , el espesor de la carpeta en concreto armado debe ser de 3.5 pulgadas.

### ESPESOR DE CONCRETO ARMADO ENCONTRADO EN TABLA.

H <sub>T</sub> (plg)=	1.50 m	=	3.81	=	9.00
			<i>pulg</i>		<i>cm</i>

Por medio de la tabla utilizada se determinó una carpeta a usar, por lo menos  $w = 3.50 \text{ plg.} = 9.00 \text{ cm}$  concreto armado.

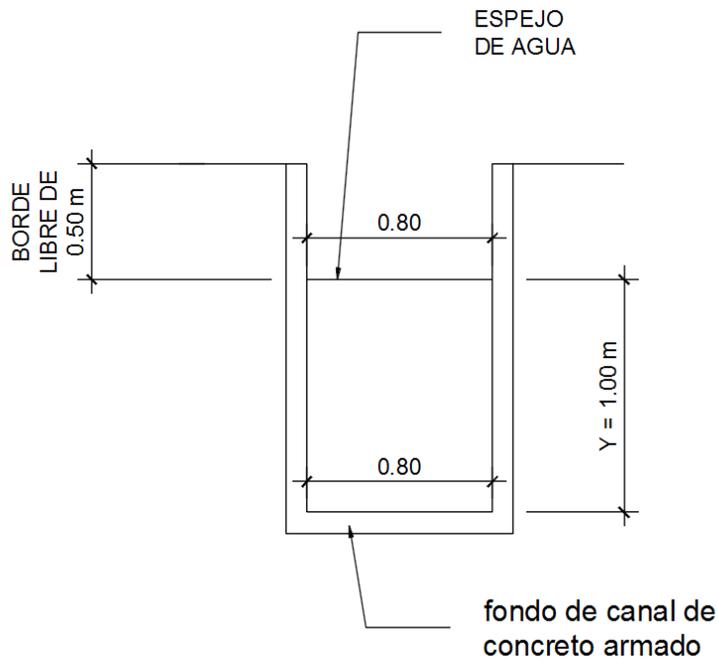
### Valores del coeficiente de rugosidad (n) para la ecuación de Manning

n	Superficie
0.010	Muy lisa, vidrio, plástico, cobre
0.011	Concreto muy liso
0.013	Madera suave, metal, concreto
0.017	Canales de tierra, buenas condiciones
0.020	Canales naturales de tierra, libres de vegetación



<b>0.025</b>	<b>Canales naturales con alguna vegetación y piedras en el fondo</b>
<b>0.035</b>	<b>Canales naturales con abundante vegetación</b>
<b>0.040</b>	<b>Arroyos de montaña con muchas piedras</b>

### Dimensiones de la sección típica

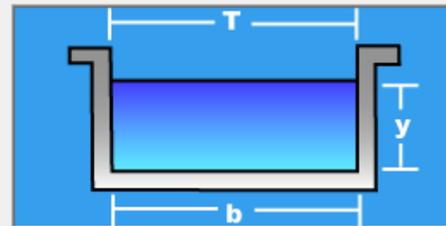


Los datos conocidos y encontrados en la memoria de cálculo los aplicaremos con el Programa Hcanales, donde nos dará la siguiente respuesta:



**Datos:**

Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s  
 Tirante (y):  m  
 Ancho de solera (b):  m  
 Talud (Z):   
 Rugosidad (n):



**Resultados:**

Pendiente (S): <input type="text" value="0.010923"/> m/m	Perímetro (p): <input type="text" value="2.8000"/> m
Area hidráulica (A): <input type="text" value="0.8000"/> m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.2857"/> m
Espejo de agua (T): <input type="text" value="0.8000"/> m	Velocidad (v): <input type="text" value="3.4875"/> m/s
Número de Froude (F): <input type="text" value="1.1135"/>	Energía específica (E): <input type="text" value="1.6199"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo: <input type="text" value="Supercrítico"/>	

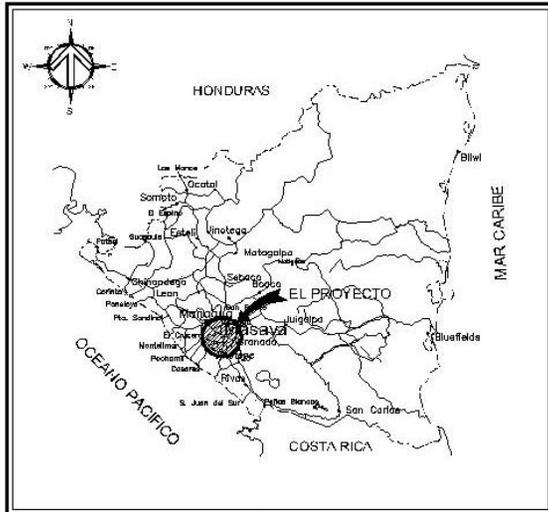
 <a href="#">Calcular</a>	 <a href="#">Limpiar Pantalla</a>	 <a href="#">Imprimir</a>	 <a href="#">Menú Principal</a>	 <a href="#">Calculadora</a>
---	---	---	---	--



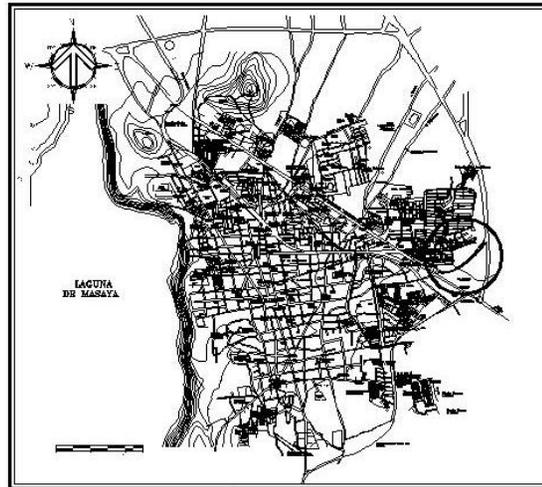
## 18.8 PLANOS DEL PROYECTO



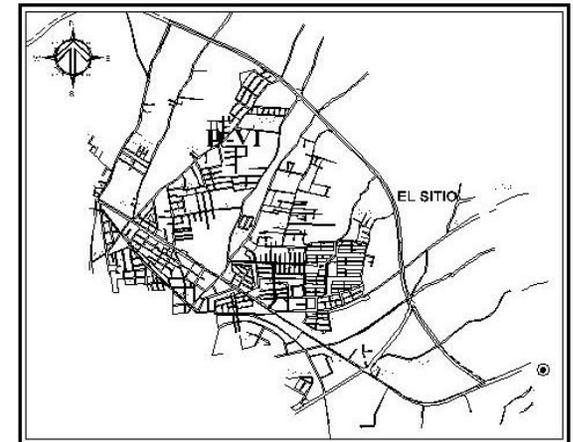
# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA UNAN-MANAGUA



LOCALIZACIÓN GENERAL



LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

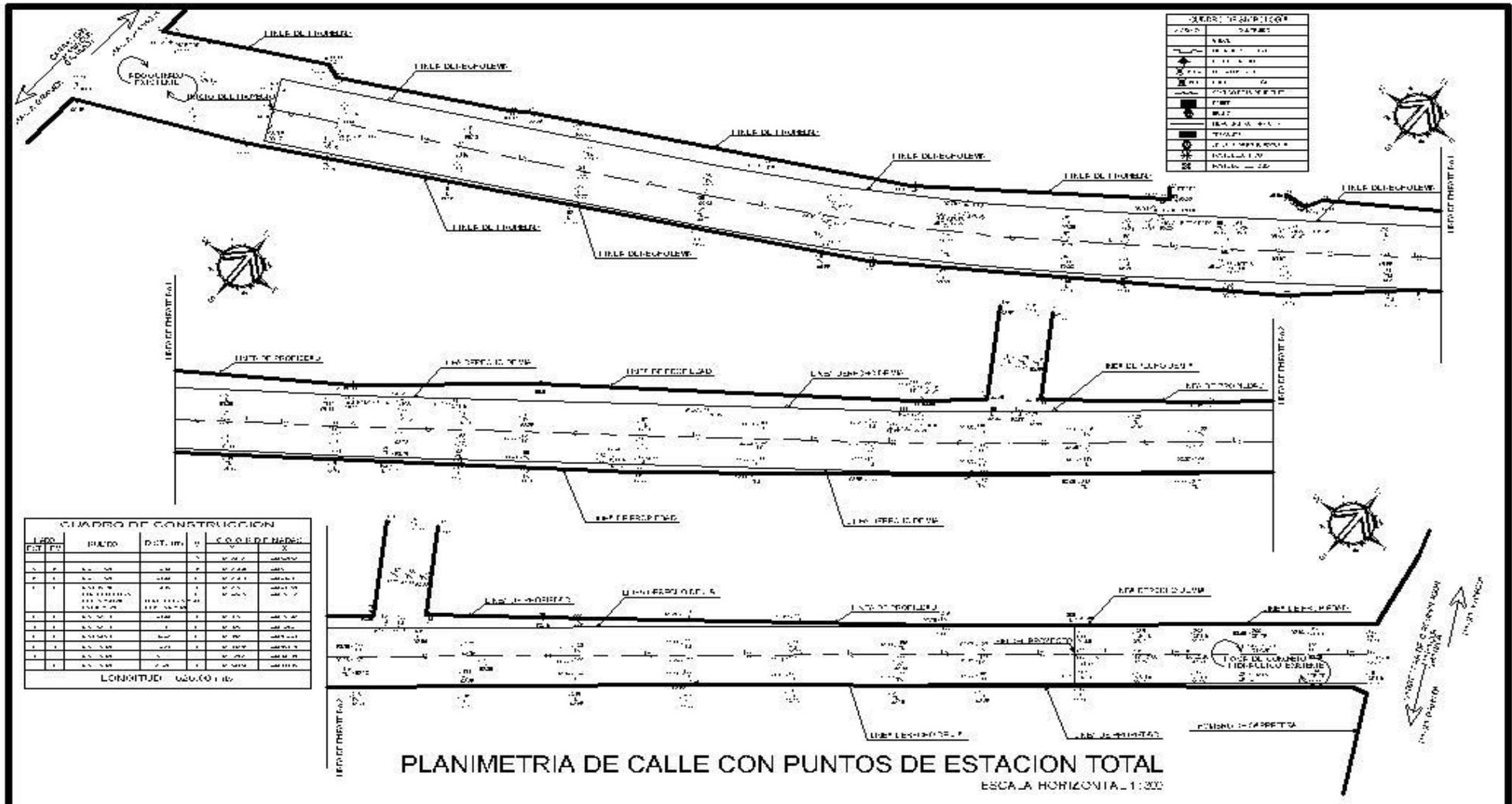


UBICACIÓN DEL PROYECTO

## PROYECTO:

PROPUESTA DE DISEÑO DE 520.00 ML DE ADOQUINADO DE ZONA FRANCA SIGLO XXI HASTA LOSA DE CONCRETO CIRCUMVALACION

		ÍNDICE:		
LAM. 1/10	PLANIMETRIA DE CALLE CON PUNTOS DE ESTACIONAMIENTO		LAM. 6/10	PERFIL DE CALLE Nº 1 Y PERFIL DE CALLE Nº 2
LAM. 2/10	PLANIMETRIA DE CALLE CON CURVAS DE NIVEL A CADA 0.50 m		LAM. 7/10	SECCIONES TRANSVERSALES DE CALLE PRINCIPAL
LAM. 3/10	PLANIMETRIA DE CALLE CON ESTACIONAMIENTO EN EJES		LAM. 8/10	SECCIONES TRANSVERSALES DE CALLE PRINCIPAL
LAM. 4/10	PLANIMETRIA DE CALLE CON DISEÑO GEOMETRICO		LAM. 9/10	SECCIONES TRANSVERSALES DE CALLE PRINCIPAL
LAM. 5/10	PERFIL DE CALLE PRINCIPAL DE EST. : 0+000 HASTA EST. : 0+520.00		LAM. 10/10	SECCION TRANSVERSA TYPICA DE ADOQUINADO SECCION TYPICA DE CANAL Y DETALLES



**CUADRO DE CONSTRUCCION**

ORDEN	TIPO	DIAM.	PROF. (m)	COORDENADAS	NOTAS
1	1	100	0.30	1000.00	1000.00
2	1	100	0.30	1000.00	1000.00
3	1	100	0.30	1000.00	1000.00
4	1	100	0.30	1000.00	1000.00
5	1	100	0.30	1000.00	1000.00
6	1	100	0.30	1000.00	1000.00
7	1	100	0.30	1000.00	1000.00
8	1	100	0.30	1000.00	1000.00
9	1	100	0.30	1000.00	1000.00
10	1	100	0.30	1000.00	1000.00
11	1	100	0.30	1000.00	1000.00
12	1	100	0.30	1000.00	1000.00
13	1	100	0.30	1000.00	1000.00
14	1	100	0.30	1000.00	1000.00
15	1	100	0.30	1000.00	1000.00
16	1	100	0.30	1000.00	1000.00
17	1	100	0.30	1000.00	1000.00
18	1	100	0.30	1000.00	1000.00
19	1	100	0.30	1000.00	1000.00
20	1	100	0.30	1000.00	1000.00
21	1	100	0.30	1000.00	1000.00
22	1	100	0.30	1000.00	1000.00
23	1	100	0.30	1000.00	1000.00
24	1	100	0.30	1000.00	1000.00
25	1	100	0.30	1000.00	1000.00
26	1	100	0.30	1000.00	1000.00
27	1	100	0.30	1000.00	1000.00
28	1	100	0.30	1000.00	1000.00
29	1	100	0.30	1000.00	1000.00
30	1	100	0.30	1000.00	1000.00
31	1	100	0.30	1000.00	1000.00
32	1	100	0.30	1000.00	1000.00
33	1	100	0.30	1000.00	1000.00
34	1	100	0.30	1000.00	1000.00
35	1	100	0.30	1000.00	1000.00
36	1	100	0.30	1000.00	1000.00
37	1	100	0.30	1000.00	1000.00
38	1	100	0.30	1000.00	1000.00
39	1	100	0.30	1000.00	1000.00
40	1	100	0.30	1000.00	1000.00
41	1	100	0.30	1000.00	1000.00
42	1	100	0.30	1000.00	1000.00
43	1	100	0.30	1000.00	1000.00
44	1	100	0.30	1000.00	1000.00
45	1	100	0.30	1000.00	1000.00
46	1	100	0.30	1000.00	1000.00
47	1	100	0.30	1000.00	1000.00
48	1	100	0.30	1000.00	1000.00
49	1	100	0.30	1000.00	1000.00
50	1	100	0.30	1000.00	1000.00
51	1	100	0.30	1000.00	1000.00
52	1	100	0.30	1000.00	1000.00
53	1	100	0.30	1000.00	1000.00
54	1	100	0.30	1000.00	1000.00
55	1	100	0.30	1000.00	1000.00
56	1	100	0.30	1000.00	1000.00
57	1	100	0.30	1000.00	1000.00
58	1	100	0.30	1000.00	1000.00
59	1	100	0.30	1000.00	1000.00
60	1	100	0.30	1000.00	1000.00
61	1	100	0.30	1000.00	1000.00
62	1	100	0.30	1000.00	1000.00
63	1	100	0.30	1000.00	1000.00
64	1	100	0.30	1000.00	1000.00
65	1	100	0.30	1000.00	1000.00
66	1	100	0.30	1000.00	1000.00
67	1	100	0.30	1000.00	1000.00
68	1	100	0.30	1000.00	1000.00
69	1	100	0.30	1000.00	1000.00
70	1	100	0.30	1000.00	1000.00
71	1	100	0.30	1000.00	1000.00
72	1	100	0.30	1000.00	1000.00
73	1	100	0.30	1000.00	1000.00
74	1	100	0.30	1000.00	1000.00
75	1	100	0.30	1000.00	1000.00
76	1	100	0.30	1000.00	1000.00
77	1	100	0.30	1000.00	1000.00
78	1	100	0.30	1000.00	1000.00
79	1	100	0.30	1000.00	1000.00
80	1	100	0.30	1000.00	1000.00
81	1	100	0.30	1000.00	1000.00
82	1	100	0.30	1000.00	1000.00
83	1	100	0.30	1000.00	1000.00
84	1	100	0.30	1000.00	1000.00
85	1	100	0.30	1000.00	1000.00
86	1	100	0.30	1000.00	1000.00
87	1	100	0.30	1000.00	1000.00
88	1	100	0.30	1000.00	1000.00
89	1	100	0.30	1000.00	1000.00
90	1	100	0.30	1000.00	1000.00
91	1	100	0.30	1000.00	1000.00
92	1	100	0.30	1000.00	1000.00
93	1	100	0.30	1000.00	1000.00
94	1	100	0.30	1000.00	1000.00
95	1	100	0.30	1000.00	1000.00
96	1	100	0.30	1000.00	1000.00
97	1	100	0.30	1000.00	1000.00
98	1	100	0.30	1000.00	1000.00
99	1	100	0.30	1000.00	1000.00
100	1	100	0.30	1000.00	1000.00

LONGITUD: 520.00 m.



**PROYECTO:**  
PROPUESTA DE DISEÑO ADOQUINADO DE 520.00 ML DE S/C  
ADOQUINADO EXISTENTE HASTA LOSA CIRCUNVALACION

**CONTENIDO:**  
PLANIMETRIA DE CALLE CON PUNTOS DE ESTACION TOTAL

**INTEGRANTES:**  
Br. Reynaldo Javier Chavarría Martínez  
Br. Julio Antonio Ramos García  
Br. Augusto Cesar Torrez Dolgadillo

**LEVANTO:** ELABORACION PROPIA  
**DISEÑO:** ELABORACION PROPIA  
**ESCALA:** INDICADA  
**FECHA:** OCTUBRE DE 2018

**LAMINA:**  
**HOJA:** 01  
**DE:** 10

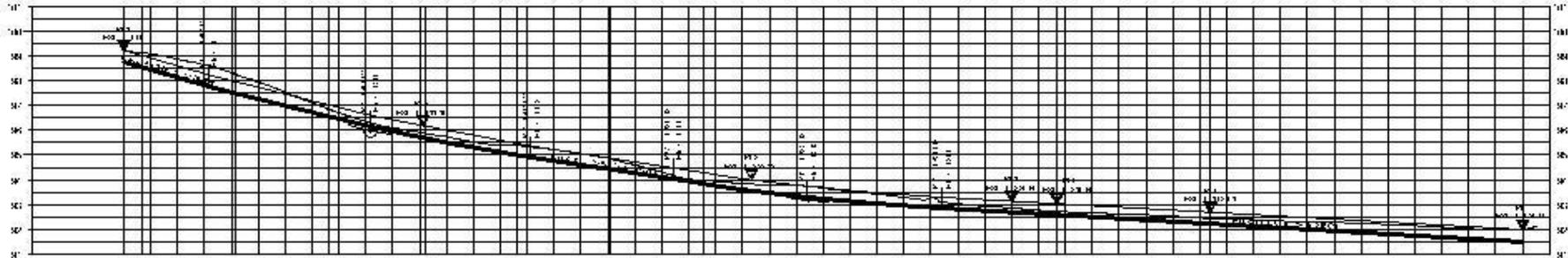








DIAGRAMA DE CURVA HORIZONTAL



ESTACION	ALTURA EXISTENTE (m)	ALTURA PROPUESTA (m)	ALTURA DE LA CURVA (m)	ALTURA DE LA CORDONERA (m)
0+000	50.00	50.00	50.00	50.00
0+010	50.00	50.00	50.00	50.00
0+020	50.00	50.00	50.00	50.00
0+030	50.00	50.00	50.00	50.00
0+040	50.00	50.00	50.00	50.00
0+050	50.00	50.00	50.00	50.00
0+060	50.00	50.00	50.00	50.00
0+070	50.00	50.00	50.00	50.00
0+080	50.00	50.00	50.00	50.00
0+090	50.00	50.00	50.00	50.00
0+100	50.00	50.00	50.00	50.00
0+110	50.00	50.00	50.00	50.00
0+120	50.00	50.00	50.00	50.00
0+130	50.00	50.00	50.00	50.00
0+140	50.00	50.00	50.00	50.00
0+150	50.00	50.00	50.00	50.00
0+160	50.00	50.00	50.00	50.00
0+170	50.00	50.00	50.00	50.00
0+180	50.00	50.00	50.00	50.00
0+190	50.00	50.00	50.00	50.00
0+200	50.00	50.00	50.00	50.00
0+210	50.00	50.00	50.00	50.00
0+220	50.00	50.00	50.00	50.00
0+230	50.00	50.00	50.00	50.00
0+240	50.00	50.00	50.00	50.00
0+250	50.00	50.00	50.00	50.00
0+260	50.00	50.00	50.00	50.00
0+270	50.00	50.00	50.00	50.00
0+280	50.00	50.00	50.00	50.00
0+290	50.00	50.00	50.00	50.00
0+300	50.00	50.00	50.00	50.00
0+310	50.00	50.00	50.00	50.00
0+320	50.00	50.00	50.00	50.00
0+330	50.00	50.00	50.00	50.00
0+340	50.00	50.00	50.00	50.00
0+350	50.00	50.00	50.00	50.00
0+360	50.00	50.00	50.00	50.00
0+370	50.00	50.00	50.00	50.00
0+380	50.00	50.00	50.00	50.00
0+390	50.00	50.00	50.00	50.00
0+400	50.00	50.00	50.00	50.00
0+410	50.00	50.00	50.00	50.00
0+420	50.00	50.00	50.00	50.00
0+430	50.00	50.00	50.00	50.00
0+440	50.00	50.00	50.00	50.00
0+450	50.00	50.00	50.00	50.00
0+460	50.00	50.00	50.00	50.00
0+470	50.00	50.00	50.00	50.00
0+480	50.00	50.00	50.00	50.00
0+490	50.00	50.00	50.00	50.00
0+500	50.00	50.00	50.00	50.00
0+510	50.00	50.00	50.00	50.00
0+520	50.00	50.00	50.00	50.00

PERFIL DE CALLE PRINCIPAL  
 ESCALA 40:1  
 ESCALA VERT. CALLES  
 TOTAL LONGITUD CORTE = 520.00m  
 TOTAL VOLU MEN TERRAPLEN = 0.00m<sup>3</sup>



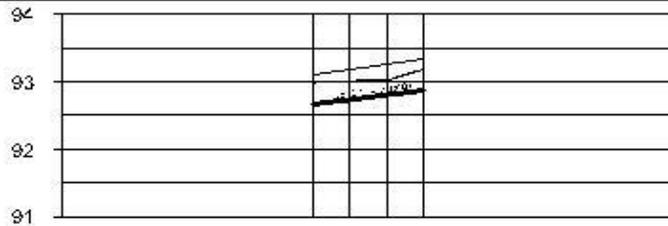
PROYECTO:  
 PROPUESTA DE DISEÑO ADOQUINADO DE 520.00 ML DESDE ADOQUINADO EXISTENTE HASTA LOSA CIRCUNVALACION

CONTENIDO:  
 PERFIL DE CALLE PRINCIPAL DE EST. : 0+000 HASTA EST. : 0+520.00

INTEGRANTES :  
 Br. Reynaldo Javier Chavama Martinez  
 Br. Julio Antonio Ramos Garcia  
 Br. Augusto Cesar Torrez Delgadillo

LEVANTO: ELABORACION PROPIA  
 DIBUJO: ELABORACION PROPIA  
 ESCALA: INDICADA  
 FECHA: OCTUBRE DE 2018

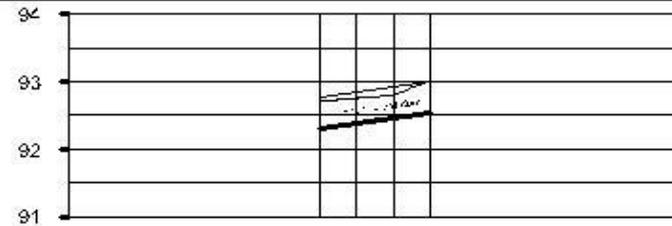
LAMINA:  
 HOJA: 05 DE 10



		ORDENADA DE SECCION CORTA TRANSVERSAL				
VOLUMEN	TERRAPLEN					10.000
	CORTE					0.00
ESPELOR	TERRAPLEN					
	CORTE					0.32
ELEVACION	SUBRASANTE					
	TERRENO					

0+000.00  
0+005.00  
0+010.00  
0+015.00

**PERFIL PERFIL DE CALLE Nº 1**  
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000  
ESCALA VERTICAL: 1:100  
TOTAL VOLUMEN CORTE 58.82 m<sup>3</sup>  
TOTAL VOLUMEN TERRAPLEN 2.18 m<sup>3</sup>



		ORDENADA DE LA SECCION DE LA CORTA TRANSVERSAL				
VOLUMEN	TERRAPLEN					10.000
	CORTE					0.00
ESPELOR	TERRAPLEN					
	CORTE					0.40
ELEVACION	SUBRASANTE					
	TERRENO					

0+000.00  
0+005.00  
0+010.00  
0+015.00

**PERFIL PERFIL DE CALLE Nº 2**  
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000  
ESCALA VERTICAL: 1:100  
TOTAL VOLUMEN CORTE 102.86 m<sup>3</sup>  
TOTAL VOLUMEN TERRAPLEN 0.02 m<sup>3</sup>



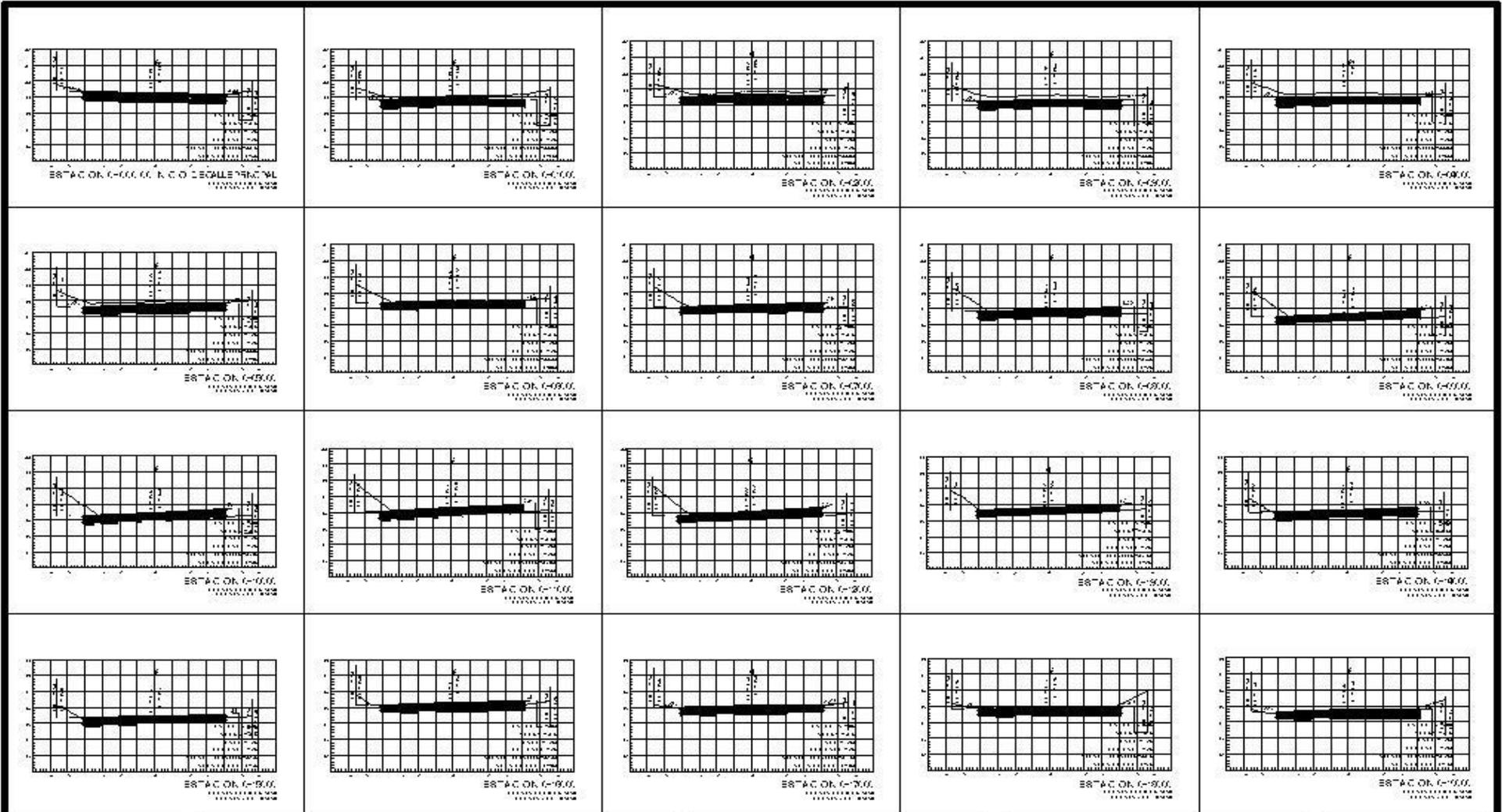
**PROYECTO:**  
PROPUESTA DE DISEÑO ADOQUINADO DE 520.00 ML DESDE ADOQUINADO EXISTENTE HASTA LOSA CIRCUNVALACION

**CONTENIDO:**  
PERFIL DE CALLE Nº 1  
PERFIL DE CALLE Nº 2

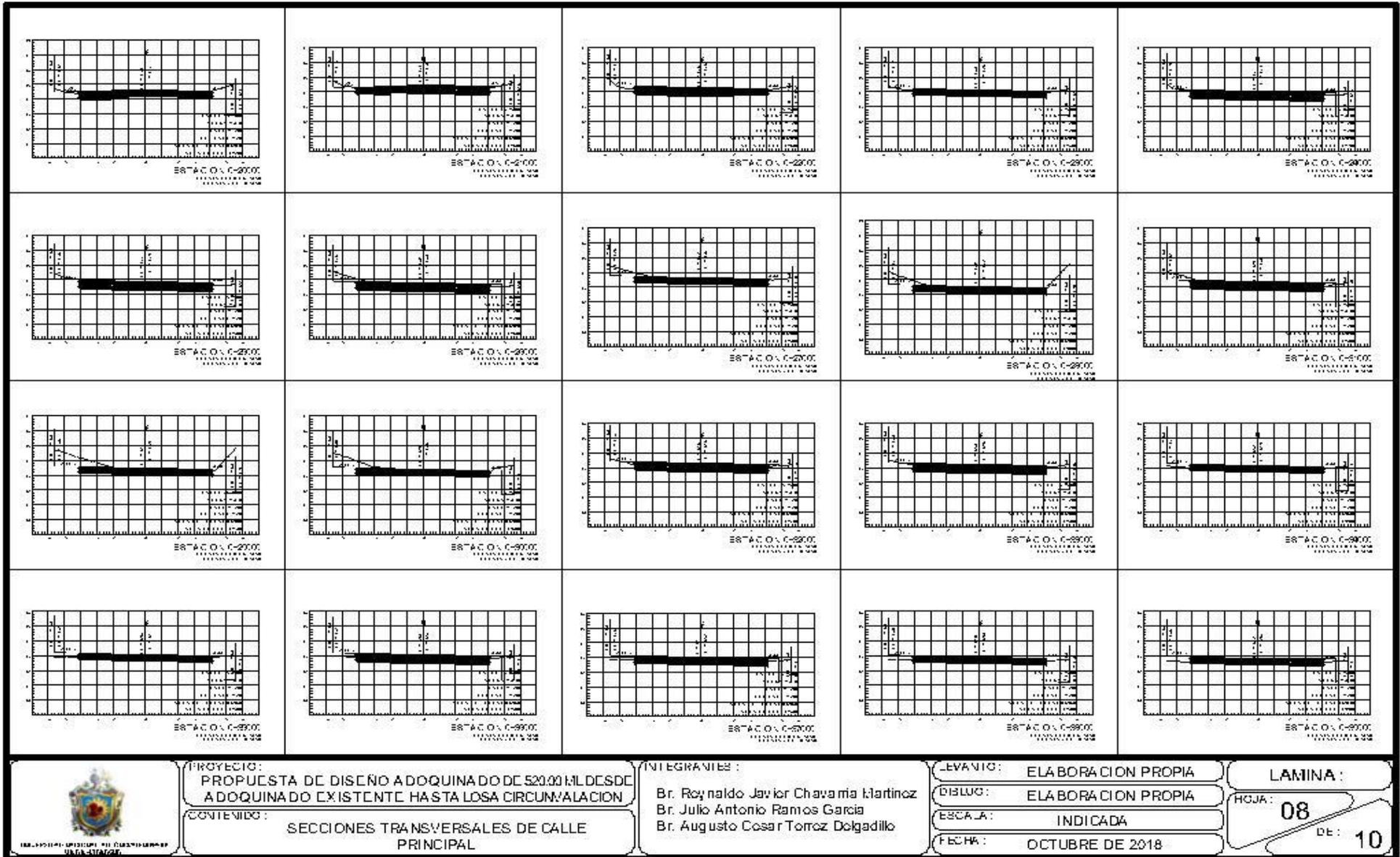
**INTEGRANTES:**  
Br. Reynaldo Javier Chavarria Martinez  
Br. Julio Antonio Ramos Garcia  
Br. Augusto Cesar Torrez Delgadillo

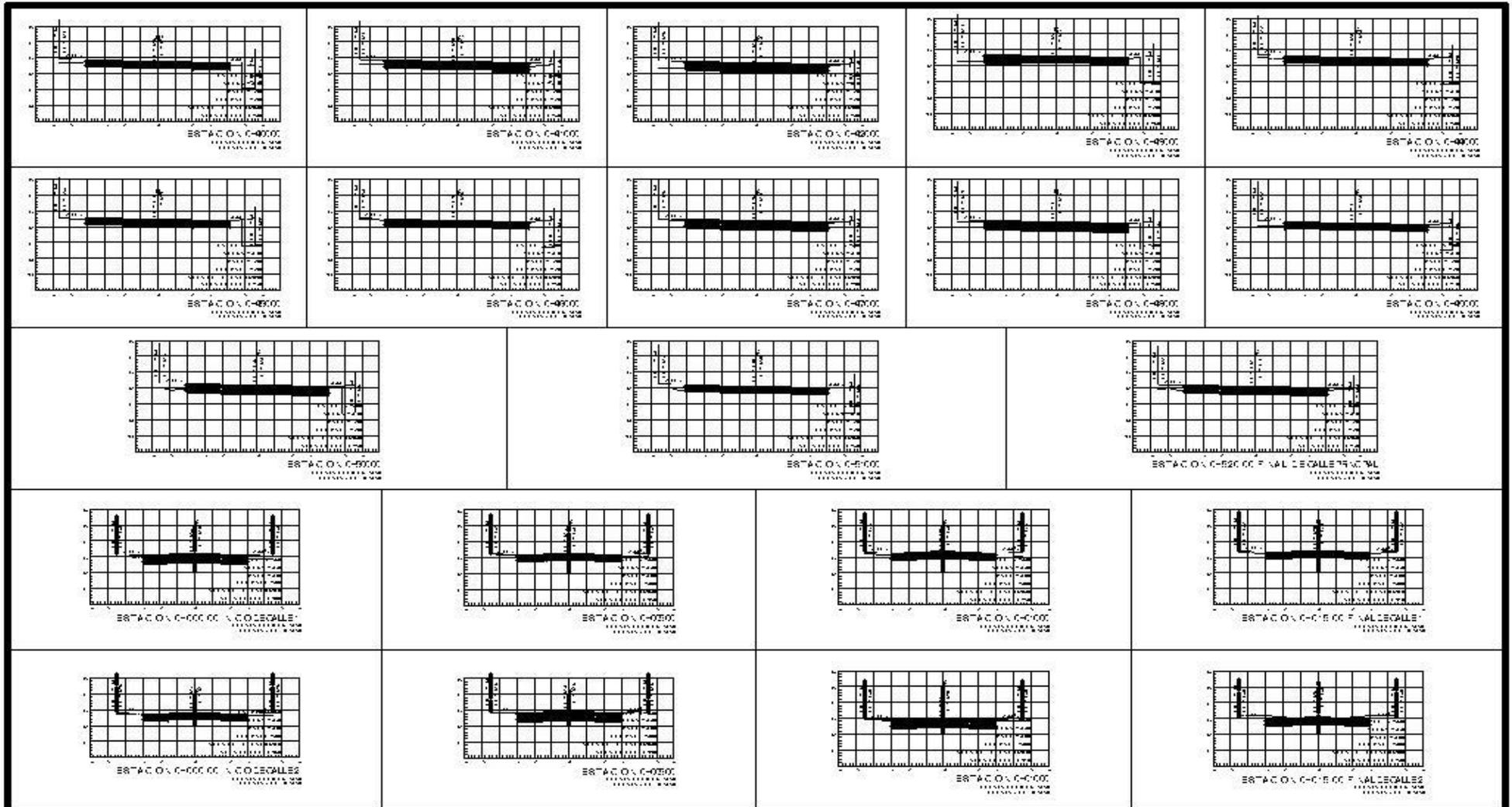
**EVANTO:** ELABORACION PROPIA  
**DISEÑO:** ELABORACION PROPIA  
**ESCALA:** INDICADA  
**FECHA:** OCTUBRE DE 2018

**LAMINA:**  
HCUA. **06**  
DE **10**

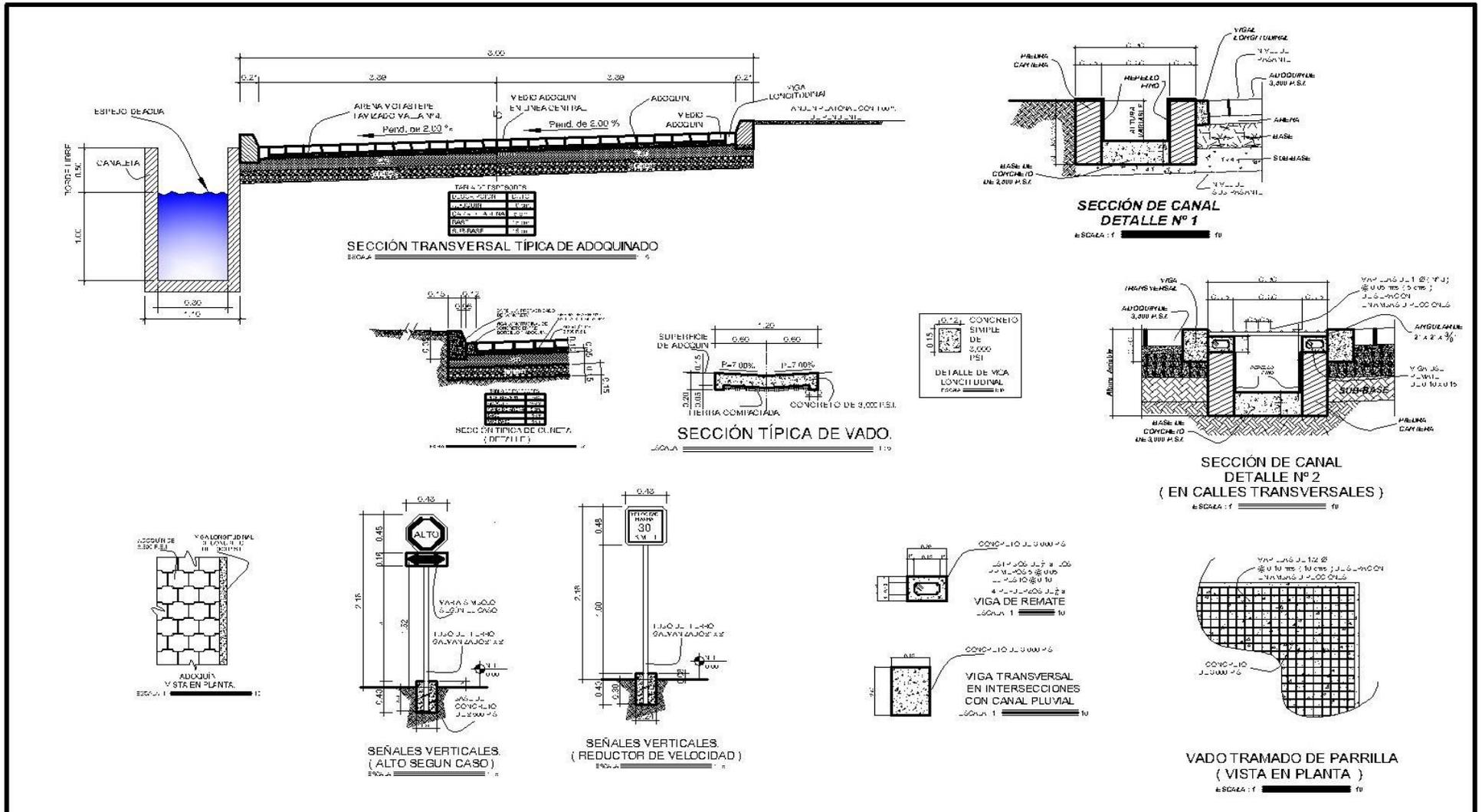


 MUNICIPALIDAD DE MASAYA	PROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO ADOQUINADO DE 520.00 ML DESDE ADOQUINADO EXISTENTE HASTA LOSA CIRCUNVALACION	INTEGRANTES: Br. Reynaldo Javier Chavama Martinez Br. Julio Antonio Ramos Garcia Br. Augusto Cesar Torrez Dolgadillo	LEVANTO: E.L.A.BORACION PROPIA DISEÑO: E.L.A.BORACION PROPIA ESCALA: INDICADA FECHA: OCTUBRE DE 2018	LAMINA: HOJA: 07 DE 10
	CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES DE CALLE PRINCIPAL			





 MUNICIPALIDAD DE MASAYA	PROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO ADOQUINADO DE 520.00 ML DESDE ADOQUINADO EXISTENTE HASTA LOSA CIRCUNVALACION	INTEGRANTES: Br. Reynaldo Javier Chavarria Martinez Br. Julio Antonio Ramos Garcia Br. Augusto Cesar Torrez Dolgadillo	LEVANTO: ELABORACION PROPIA	LAMINA: 09
	CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES DE CALLE PRINCIPAL		DISEÑO: ELABORACION PROPIA	ESCALA: INDICADA



	<b>PROYECTO:</b> PROPUESTA DE DISEÑO ADOQUINADO DE 520.00 ML DESDE ADOQUINADO EXISTENTE HASTA LOSA CIRCUNVALACION	<b>INTEGRANTES:</b> Br. Reynaldo Javier Chavarria Martinez Br. Julio Antonio Ramos Garcia Br. Augusto Cesar Torrez Delgadillo	<b>LEVANTO:</b> ELABORACION PROPIA <b>DIBUJO:</b> ELABORACION PROPIA <b>ESCALA:</b> INDICADA <b>FECHA:</b> OCTUBRE DE 2018	<b>LAMINA:</b> <b>HOJA:</b> 10 <b>DE:</b> 10
	<b>CONTENIDO:</b> SECCION TRANSVERSAL TÍPICA DE ADOQUINADO SECCION TÍPICA DE CANAL Y DETALLES			