

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

**RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**Tesis Monográfica para Optar al Título de Ingeniero Civil.**

**Proyecto de Estabilización de Laderas y Mejoramiento de Caminos en las Comarcas de San Isidro de la Cruz Verde y las Viudas.**

**PRESENTADO POR:**

**Br. Raúl Ernesto Castillo Serrano.**

**Br. Jacqueline Angélica Vásquez Montoya.**

**TUTOR**

**Ing. Ernesto Cuadra Chevez.**

**MANAGUA, 21 de julio del 2008.**



## ÍNDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>PAGINAS</b>
------------------	----------------

DEDICATORIAS

AGRADECIMIENTOS

---

<b>PRESENTACIÓN</b> .....	1
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	3
<b>ANTECEDENTES</b> .....	7
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	8
<b>OBJETIVOS</b>	
Objetivos Generales .....	9
Objetivos Específicos .....	9

---

<b>RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN</b> .....	10
<b>ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN</b> .....	10
<b>RECONOCIMIENTO DE CAMPO</b> .....	11
<b>HIPOTESIS DE LOS TRABAJOS DE CAMPO</b> .....	11

---

### CAPITULO I:

#### GENERALIDADES.

<b>1.1</b> Situación actual de las Comarcas San Isidro de las Cruz Verde y Las Viudas	12
1.1.1 Características que presentan las comarcas en su condición actual	14
<b>1.2</b> Localización del Proyecto .....	15
<b>1.3</b> Descripción del Proyecto .....	16
<b>1.4</b> Características socio ambientales de las comarcas .....	19

Elaborado por:

Br. Raúl Ernesto Castillo Serrano.

Br. Jacqueline Angélica Vásquez Montoya.



1.4.1 Topografía .....	19
1.4.2 Precipitación .....	19
1.4.3 Uso Actual .....	19
1.4.4 Uso Potencial .....	20
1.5 Estructura socio Económica .....	20
1.5.1 Población .....	20
1.5.2 Servicios Básicos .....	20

## CAPITULO II:

### MARCO TEORICO.

2.1 La estabilidad de los taludes .....	22
2.2 Taludes y Cárcavas .....	23
2.3 Tipos y Causas de Fallas más comunes .....	23
2.3.1 Deslizamiento Superficial o reptación .....	23
2.3.2 Movimiento de cuerpo de talud .....	23
2.3.2.1 Rotación .....	24
2.3.2.2 Falla por traslación .....	24
2.3.3.1 Fallas por erosión .....	25
2.3.3.2 Fallas por Licuación .....	26
2.4 Definición. ....	26
2.4.1 ¿Qué son los gaviones? .....	26
2.5 Empleo de muros de Retención. (Gavión) .....	27
2.5.1 Muros de contención de gaviones .....	30
2.5.2 Características de las estructuras de contención en gaviones .....	33
2.5.3 Criterio de diseños para muros de gaviones .....	35
2.5.3.1 Criterio de verificación de la estabilidad .....	36
2.6 Conformación de taludes para la estabilización de laderas .....	36
2.6.1 Zacate Vetiver .....	37
2.6.1.1 Usos por los cuales se destaca el zacate vetiver .....	37
2.6.1.2 Donde se cultiva el zacate vetiver .....	37
2.6.1.3 Vetiver y los Ingenieros .....	41



2.6.1.3.1 Vetiver y Estructuras	41
2.6.1.3.1 Fuerza de tensión en la Raíz	41
2.6.1.4 Características del zacate vetiver	41
2.6.1.4.1 Temperatura	41
2.6.1.4.2 Luz y Sombra	42
2.6.1.4.3 Suelos	42
2.6.1.4.4 Altitud	42
2.6.1.4.5 Sistema Radical	42
2.6.1.4.6 Sombra	43
2.6.1.4.7 Años de Vida	43
2.6.1.4.8 El impacto en la pérdida de suelo	43
2.6.1.4.9 El impacto en la reducción del escurrimiento	43
2.6.1.4.10 Aumenta el rendimiento de Cultivo	43
<b>2.7</b> Propiedades físicas de la tierra	44
2.7.1 Abundamiento y enjuntamiento	44
<b>2.8</b> Control de erosiones y conservación de los suelos	45
<b>2.9</b> Parte en que la hidrológica influye en las zonas de estudios	45
2.9.1 Infiltración y humedad del suelo	45
2.9.1.1 Factores que afectan la capacidad de infiltración	46
2.8.1.1.1 Escurrimiento	46
2.8.1.1.1.1 Proceso de escurrimiento	46

### **CAPITULO III:**

#### **PROPUESTA A REALIZAR.**

<b>3.1</b> Obras Hidráulicas y Estabilización de Laderas	48
3.1.1 Obras a Ejecutarse	48
3.1.1.1 Rampas	48
3.1.1.2 Canal de Gaviones y Colchón Reno	49
3.1.1.3 Cunetas de Concreto ciclópeo	49
3.1.1.4 Estabilización de laderas con Revestimiento Vegetativo	50
3.1.1.5 Vado de Piedra Cantera	50



3.1.1.6 Cortinas Hidráulicas .....	51
3.2 Conformación y compactación de rasante en camino de terreno natural .....	51

## CAPITULO IV:

### MEMORIA DE CÁLCULO HIDROLOGICO E HIDRAULICO.

4.1 La metodología empleada para el cálculo hidrológico .....	52
4.2 Metodología empleada para el cálculo hidráulico .....	56
4.3 Cálculo hidrológico .....	58
4.3.1 Para la Micro Cuenca San Isidro de la Cruz Verde .....	59
4.3.2 Para la Micro Cuenca Las Viudas .....	60
4.4 Cálculo hidráulico .....	62
4.4.1 Diseño de Cuneta de concreto Ciclópeo. ....	62
4.4.2 Diseño de canal de gaviones por el Software Hcanal .....	67
4.4.2.1 Para el Camino Cauce Las Viudas por el Programa Hcanal .....	68
4.4.2.2 Para el Cauce San Isidro de la Cruz Verde por el Programa Hcanal .....	69
4.4.3 Análisis de los vados ubicados en San Isidro de la Cruz Verde por el Software Hcanal .....	71

## CAPITULO V:

### DISEÑO DE MUROS DE GAVIONES.

5.1 Criterios teóricos, consideraciones .....	73
5.1.1 Resistencia del Terreno .....	75
5.1.2 Determinación del empuje .....	77
5.1.2.1 Empuje activo .....	78
5.1.2.2 Empuje pasivo .....	78
5.1.2.3 Empuje en reposo .....	78
5.2 Diseño de muros de retención con gaviones realizado con el software Gawacwin® proporcionado por Maccaferri .....	80

Elaborado por:

Br. Raúl Ernesto Castillo Serrano.

Br. Jacqueline Angélica Vásquez Montoya.



5.2.1 Realización de los muros de gaviones para el cauce San Isidro de la Cruz Verde .....	83
5.2.2 Realización de los muros de gaviones para el Camino cauce Las Viudas .....	103
<b>5.3</b> Diseño de muro de contención a manera analítica .....	112
5.3.1 Cálculo para el diseño de muro de gavión por el método de Coulomb .....	112

## **CAPITULO VI:**

### **PLANEACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO.**

<b>6.1</b> Planeación .....	123
6.1.1 Planeación de San Isidro de la Cruz Verde (punto Critico No.1).....	123
6.1.1.1 Elaboración de la tabla de Secuencia .....	124
6.1.1.2 Elaboración de la tabla de la Matriz de Secuencia .....	124
6.1.1.3 Elaboración del Diagrama de Redes .....	125
6.1.1.4 Elaboración de la tabla de Tiempos Máximos, Mínimos y Holguras	127
6.1.1.5 Calculando los Márgenes de los eventos .....	127
6.1.1.6 Construcción del Diagrama de Gatt .....	129
6.1.2Cálculo del Presupuesto del Proyecto para el Cauce San Isidro de la Cruz Verde .....	130
6.1.3 Plantación de Las Viudas (punto Critico No.2).....	132
6.1.3.1 Elaboración de la tabla de Secuencia .....	132
6.1.3.2 Elaboración de la tabla de la Matriz de Secuencia .....	133
6.1.3.3 Elaboración del Diagrama de Redes .....	133
6.1.3.4 Elaboración de la tabla de Tiempos Máximos, Mínimos y Holguras	134
6.1.3.5 Calculando los Márgenes de los eventos .....	135
6.1.3.6 Construcción del Diagrama de Gatt .....	136
6.1.4 Cálculo del presupuesto del Proyecto Para el cauce las Viudas .....	138



## CAPITULO VII:

### IMPACTO AMBIENTAL.

7.1 Reconocimiento de la zona .....	141
7.2 Impactos en su condición actual .....	142
7.3 Impactos en la ejecución del Estudio .....	143
7.4 Preconstrucción .....	143
7.5 Durante la Construcción .....	144
7.6 Durante la Operación .....	144
7.7 Medidas de Mitigación.....	144

## CAPITULO VIII:

### RECONOCIMIENTO GEOLOGICO DE LA ZONA DE ESTUDIO.

8.1 Objetivos del reconocimiento geológico de la zona de estudio .....	147
8.2 Geomorfología .....	147
8.3 Marco Geológico estructural .....	148
8.4 Geología local y Estratigrafía .....	149
8.5 Conclusiones obtenidas sobre el reconocimiento geológico de la zona de estudio .....	150
8.6 Columna Generalizada de los Sitios de Estudios localizados en la Zona Sur de Managua .....	155

## CAPITULO IX:

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

• CONCLUSIONES .....	156
• RECOMENDACIONES.....	159

## BIBLIOGRAFIA



## ANEXOS

NO. PAGINA.

➔ FOTOGRAFIAS DEL PROYECTO .....	1
➔ ALCANCE DE OBRAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO.....	4
➔ TABLA DE CÁLCULO DE LOS VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO .....	33
➔ GUIA METODOLOGICA DEL PROGRAMA GAWACWIN, PARA EL DISEÑO DE MUROS DE GAVIONES .....	35
➔ POSIBLES TIPOS DE FALLAS QUE PUEDEN OCURRIR EN MUROS DE CONTENCIÓN EN GAVIONES .....	42
➔ DIMENSIONES DE LOS GAVIONES CAJA .....	43
➔ DIMENSIONES DE LOS COLCHONES RENO.....	44
➔ TABLA DE ESFUERZO DE COMPRESIÓN DE LOS DIFERENTES MATERIALES .....	46
➔ DATOS DE SUELO PORPORCIONADO POR LA ALCALDIA DE MANAGUA PARA AREA CERCANA AL PROYECTO .....	46
➔ DATOS OPTENIDOS DE LA ESTACION METEOROLOGICA DE MANAGUA .....	47
➔ ENTREVISTAS REALIZADAS A POBLADORES DE LAS LOCALIDADES DEL AREA DE ESTUDIO .....	48
➔ DISEÑO DE POZO DE ABSORCIÓN .....	50
➔ EQUIPO NECESARIO PARA LA CONSTRUICION DE LA OBRA .....	68
➔ JUEGO DE PLANOS CONSTRUCTIVOS .....	70

## DEDICATORIA

En la vida todas las personas que tiene deseos de superación nos trazamos metas, que son a corto, mediano y ha largo plazo, pero a veces resulta difíciles de alcanzar, pero si es algo muy claro que nunca es imposible; El camino para finalizar la Carrera de Ingeniería Civil fue duro, hasta las instancias que uno piensa renunciar, pero siempre habrá personas a las cuales hay que cumplirles materializando el sueño de ver a su hijo alcanzar la meta propuesta.

Primeramente el presente trabajo se lo dedico a Dios nuestro Señor, por darme la vida, la salud, fortaleza y la inteligencia para poder concluir con éxito la carrera de Ingeniería Civil, a pesar de todos los problemas que sucedieron en todo el transcurso de la carrera, y que gracias a Dios pude superarlos.

A mis padres ***Gloria Maria Serrano Rojas, Julio Antonio Castillo Dabul***, por darme constantes consejos, en todas las etapas de la vida, entre las cuales esta la convicción de siempre con humildad, seguir adelante y luchar por lo que consideramos correcto, también por brindarme su apoyo incondicional y por creer que era capaz de lograr terminar mis estudios y ser un profesional, por estar siempre a mi lado dándome animo para seguir luchando. Por sus sacrificios y paciencia que estuvieron esperando este momento.

A mis hermanas: ***Her. Gema Maria Castillo Serrano, Lic. Ana Luisa Castillo Serrano, Lic. Amelia de los Ángeles Castillo Serrano***, que son muy especiales, que siempre estuvieron al pendiente de mí, desde el primer año de mi Carrera de Ingeniería Civil, por brindarme su apoyo y ayuda para culminar mis estudios sin interés alguno, por su sincera amistad en momentos difíciles.

**Br. Raúl Ernesto Castillo Serrano.**

## AGRADECIMIENTOS

En la realización de esta tesis monográfica, significa la culminación de nuestra ardua carrera Universitaria en Ingeniería Civil, en donde nos topamos con muchas barreras las cuales fueron superadas con gran esfuerzo y empeño.

Nuestro más sincero agradecimiento al **Ing. Ernesto Cuadra Chévez**, por hacer posible la realización de esta tesis monográfica, quien nos ayudo en el asesoramiento y desarrollo de todas las etapas de nuestro trabajo.

Nuestro agradecimiento al **Ing. Carlos Alberto Cornejo Acosta**, por su colaboración en el ámbito de opiniones, y revisión desinteresada de Nuestro trabajo Monográfico.

Nuestro agradecimiento al **Ing. Derick González**, Jefe del departamento de Planificación Ambiental, Alcaldía de Managua, por las orientaciones y muestra del lugar del proyecto.

Nuestros Agradecimientos al **Ing. Julio Bojorge**, y al **Ing. Carlos Lario Bravo**, SINTER MACCAFERRI, por la atención prestada en nuestro trabajo Monográfico, y por facilidad de información necesaria para la elaboración de diseño de muro de gaviones.

Nuestro Agradecimiento al **Geógrafo. Alejandro Ponce**, del Instituto de Marena-Posaf, por su atención y colaboración en información necesaria para el estudio Monográfico.

Nuestro agradecimiento al **Sr. Tomas Borge** por el apoyo desinteresado en este trabajo Monográfico.

Nuestro agradecimiento al **Sr. Modesto Rojas**, Dirección General del Medio Ambiente Urbanismo, Alcaldía de Managua, por su atención amable y colaboración para la formulación del trabajo Monográfico.



## PRESENTACIÓN.

En el presente Proyecto que se realiza en las Comarcas de la Ciudad de Managua: San Isidro de la Cruz Verde y Las Viudas, muestran problemas de escurrimientos superficiales, erosión, inestabilidad en sus laderas, provocadas por las aguas pluviales que caen continuamente en temporada de invierno, tanto así, que nos preocupamos por sus pobladores y formulamos este proyecto, que consiste en dar una solución eficiente a las necesidades de estas localidades.

En ambas localidades se propone el diseño de muros de retención de gaviones que sirvan sus paredes laterales externas entre los gaviones como canal, también la siembra de zacate vetiver y espadillo para lograr la estabilización de laderas, y recomendamos que el talud tenga una inclinación de  $60^{\circ}$ .

Por otro lado la diferencia en los diseños de las localidades son las siguientes:

Para el caso San Isidro de la Cruz Verde su mejora, es para el cauce el cual se diseña vados en los puntos críticos en donde atraviesa este cauce tres caminos.

Para el caso Las Viudas su mejora es para el camino \_ cauce, en el cual se diseñan: cunetas de concreto ciclópeo en donde no se construye muros de gaviones, también rampas que se ubicaran en cuatros puntos críticos del camino, que por su deficiencia del suelo es necesario la realización de estas obras, y en los tramos en donde no se realizaran las construcciones de rampas se deberá conformar, nivelar y compactar garantizando así una libre circulación en la vía.



Cabe aclarar que estas mejoras al ser ejecutadas en las localidades, cambiaria el nivel de vida de los ciudadanos, también las vías de acceso a las localidades serian mejor, ya que nosotros planteamos un método constructivo que resulta bastante bueno como son las estructuras de gaviones. Estas, tienen en particular unas características verdaderamente satisfactorias, para las zonas del proyecto, ya que ayudan a mejorar el medio ambiente, con su fácil adaptabilidad con la Naturaleza dando así una imagen paisajística y estructuralmente confiable y duradera.

Los beneficios socio-económicos proporcionados por las vías terrestres incluyen la confiabilidad bajo todas las condiciones climáticas, la reducción de los costos de transporte, el mayor acceso a los mercados para los cultivos y productos locales, a nuevos centro de empleo, contratación de trabajadores locales en obras, mayor atención médica y otros servicios sociales, fortaleciendo la economía local.

Sin embargo, las vías terrestres pueden producir también complejos impactos negativos directos e indirectos.

El presente proyecto, contribuye a mantener la capacidad del sostenimiento natural y ecológico de la comarcas de San Isidro de la Cruz Verde y Las Viudas y a garantizar mejor calidad de vida para la actual generación y para las generaciones del mañana.



## INTRODUCCIÓN.

Sabemos que las calles como los caminos son un medio para transporte de personas y bienes que constituyen un componente fundamental para el bienestar y desarrollo de una sociedad en particular.

En el presente proyecto es realizado con la colaboración de la Alcaldía de Managua quienes nos asignaron este proyecto que titulamos: Estabilización de Laderas y Mejoramientos de Caminos en las Comarcas de San Isidro de la Cruz Verde Y las Viudas.

En los lugares que corresponden a nuestras áreas de estudio para la elaboración de este trabajo Monográfico, se toma muy en cuenta la importancia que tiene la cuenca Sur del lago de Managua, debido a que su escorrentía superficiales se originan en sus diferentes sub cuencas las cuales drenan del Sur hacia el Norte atravesando el casco Urbano de dicha Ciudad.

En la cuenca Sur del lago de Managua han venido desarrollándose gradualmente procesos de degradación de los suelos productos de los fenómenos naturales como son: las fuertes precipitaciones, practicas agrícolas inadecuadas, despale excesivo, el desarrollo de nuevas áreas pobladas y la quema; todos estos factores han incrementados el índice de la erosión de los suelos afectando los ecosistemas de la zona y la acumulación de sedimentos en la costa del lago de Managua, Laguna de Tiscapa y las diferentes micro presas.

Tomando en cuenta los factores antes mencionado estos también han incidido en las actividades cotidiana de la población; ya que son afectados por las fuertes corrientes superficiales las cuales drenan en un curso principal que se identifica como camino-cauce que en los periodos lluviosos se forman cárcavas y zanjas dejando los accesos intransitables.



Para evitar los proceso de degradación del suelo y la afectación directa a la población se formula el siguiente proyecto: Estabilización de Laderas y Mejoramientos de Caminos en las Comarcas de San Isidro de la Cruz Verde y las Viudas; Obras que se deberán ejecutar con el propósito de retener las grandes cantidades de sedimentos, evitar la erosión, infiltrar agua al subsuelo, evitar los daños a los caminos de accesos y reducir los caudales en la parte baja del área Urbana donde mayor impacto tiene la concentración de caudal y al mismo tiempo controlar su velocidad.

Este proyecto consiste en dar una solución a la problemática que presentan las localidades de San Isidro de la Cruz Verde y Las Viudas. Este proyecto se encuentra estructurado de manera que cualquier lector tiene la facilidad de entender lo que se expone en este documento, por que cuenta con un Índice bien estructurado que guiara al lector por las paginas que desee o Capítulos, que en el cual cada uno de ellos tienen por finalidad aclarar el proceso de elaboración del proyecto, como por ejemplo una breve narración.

En el Primer Capitulo se habla de las generalidades del proyecto, todo lo que tiene que ver en cuanto a las Comarcas de las áreas de influencia, es decir, San Isidro de la Cruz Verde y Las Viudas, a su estado de cómo se encuentra en la actualidad, donde se localizan estas Comarcas y su debida descripción del proyecto.

En el Segundo Capitulo, presentamos nuestro Marco teórico, en el cual se abordan temas fundamentales para nuestro análisis, como son: taludes, las causas de las fallas mas comunes, la definición de gaviones, el por que el empleo de ellos, criterios necesarios para el diseño con estructuras de gaviones, entre otros temas y sub temas importantes para el desarrollo del proyecto.



En el tercer Capitulo presentamos la propuesta a realizar, esto va de acuerdo a nuestro análisis, tomando en cuenta también, las necesidades que plantearon los pobladores de las localidades en las entrevistas que se realizaron.

En el cuarto Capitulo, se presenta la memoria de cálculo hidrológico e hidráulico, desde la parte metodológica de cómo se realizo hasta el procedimiento del cálculo.

En el quinto Capitulo presentamos la parte más interesante, del proyecto Monográfico que es, el diseño de Muros de retención de Gaviones, partiendo desde los criterios teóricos hasta el diseño que se presenta por el programa GawacWin® proporcionado por la empresa Maccaferri, en donde también se plantea el diseño de un muro de contención de gavión a manera analítica tradicional y posteriormente este compararlos con los resultados del programa GawacWin® para este análisis se utilizo el Método de Coulomb.

En el Sexto Capitulo, se presenta la planeación del proceso productivo de los dos proyectos individuales, de tal manera que el dueño del proyecto, en este caso la Alcaldía de Managua tiene la potestad o libertad de escoger cual de los dos proyectos ejecutara primero o en conjunto como lo prefiera mejor.

En el séptimo Capitulo, presentamos un resumen de un resumen de un estudio de impacto ambiental, en donde se parte desde la condición actual hasta llegar al proyecto terminado.

En el octavo Capitulo, presentamos un reconocimiento geológico Superficial, para describir las características geológicas del área de estudio y así determinar el tipo de material existente en el sitio donde se proyectara la construcción de las obras.



Para dar una solución a la problemática que existe en la zona de estudio, hemos tratado de entrevistarnos con todas las entidades que se ven involucradas en el desarrollo de este Proyecto, esto lo hemos hecho para tener en el presente documento una solución optima de acuerdo a los recursos que tiene nuestro país. Uno de ellos es el que plasmamos para la estabilidad de las laderas es la siembra de sácate vetiver, en el cual este presenta unas características satisfactorias para la comunidad, retener el suelo degradado por la acción erosiva de las laderas, también planteamos el diseño de muros de contención, hechos con gaviones Maccaferri, que son de canasta de malla de alambre de dimensiones variadas rellenas por pedazos de rocas que usan para proteger contra la erosión. Estas estructuras, especialmente cuando se ubican en centros habitados se integran rápidamente al medio circundante, sea desde el punto de vista paisajístico como ambiental.

Sabemos que la empresa Maccaferri cuenta con una experiencia mundial en el control de la erosión y protección ambiental, Maccaferri propone, para obras de contención, una serie de soluciones ambientales correctas y estructuralmente eficientes. Las soluciones son constantemente verificadas y actualizadas tecnológicamente con ensayos realizados en laboratorios de renombre internacional como: Delft Hydraulics Laboratory, Sogreah Igeniéurs Conseils, INCYTH ( Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídrica) actual INA, INTI (Instituto Nacional de tecnología Industrial) e IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas), entre otros. Estos ensayos permiten también desarrollar nuevas teorías y programas de cálculo para facilitar y optimizar la utilización de estas soluciones, se comprobó que es un sistema constructivo más rápido que una mampostería confinada, ya que esta construcción nos permite trabajar en época lluviosa.



## JUSTIFICACIÓN.

Debido al grado de socavación que se desarrolla durante los periodos lluviosos sobre los caminos-cauces, cauces y la erosión de las laderas como producto de la formación geológica de origen volcánico predominantes en las diferentes zonas, se produce el deterioro de los caminos en las zonas “San Isidro de la Cruz Verde y Las Viudas”.

La pendiente del camino-cauce es bien fuerte y la falta de un sistema adecuado de control y regulación de velocidad de las corrientes de agua, producen grandes socavaciones que han bajado el nivel de dichos caminos año con año, y con el agravante de que se profundizan al acondicionarlos, después de cada época lluviosa, provocando el arrastre del material suelto al iniciarse las temporadas de lluvias. A este camino drenan las aguas de los terrenos agrícolas laborables que también contribuyen con el aumento de los caudales y del arrastre del suelo natural. Por otra parte, para el cauce, este atraviesa transversalmente tres caminos que en temporada de lluvias estos caminos se vuelve intransitable producto de las corrientes superficiales que cortan los caminos formándose así zanjas de grande envergadura, estos son factores que influyen para la formulación del proyecto de Estabilización de Laderas y Mejoramiento de Caminos en las Comarcas de San Isidro de la Cruz Verde y Las Viudas con el propósito de solventar de manera efectiva las necesidades que enfrenta la población en época de invierno ya que los caminos se vuelven intransitables, provocando de esta manera la incomunicación entre comarcas aledañas.

Dentro del proceso de conservación al Medio Ambiente, se deberá evitar en todo lo posible la afectación a este y en especial a árboles que se encuentren dentro del área de trabajo, para no interferir con las condiciones normales del sector.



## **OBJETIVOS.**

### **Objetivos General.**

Formular un proyecto de Estabilización de Laderas y Mejoramiento de Caminos en las comarcas de “San Isidro de la Cruz Verde y Las Viudas”.

### **Objetivos Específicos:**

- Conocer la situación actual de las Comarcas, San Isidro de la Cruz Verde y Las Viudas de la Ciudad de Managua.
- Realizar levantamiento topográfico y observaciones de suelos, en las áreas del proyecto, conforme a los datos de suelo obtenidos del Manual de Gaviones Maccaferri, Sinter Nicaragua Managua.
- Diseñar muros de gaviones para mantener los niveles de suelo evitando la erosión en la base del talud o terraplén.
- Diseñar canal para controlar las escorrentías superficiales que se generan en época de invierno producto de las precipitaciones.
- Diseñar vado en caminos por donde traviesa el cauce San Isidro de la Cruz Verde.
- Garantizar la estabilización de las laderas con obras vegetativas mejorando el nivel de vida de las Comarcas.
- Rehabilitación del camino-cauce Las viudas, con el diseño de rampas, en puntos donde continuamente se da la socavación de la terracería en época de invierno.
- Conformar y compactar de acuerdo a los niveles de rasante de diseño, proyectados en los planos constructivos.
- Controlar las velocidades de las corrientes superficiales con obras de control de torrentes (Vertederos y dissipador de energía).



## **OBJETIVOS.**

### **Objetivos General.**

Formular un proyecto de Estabilización de Laderas y Mejoramiento de Caminos en las comarcas de “San Isidro de la Cruz Verde y Las Viudas”.

### **Objetivos Específicos:**

- Conocer la situación actual de las Comarcas, San Isidro de la Cruz Verde y Las Viudas de la Ciudad de Managua.
- Realizar levantamiento topográfico y observaciones de suelos, en las áreas del proyecto, conforme a los datos de suelo obtenidos del Manual de Gaviones Maccaferri, Sinter Nicaragua Managua.
- Diseñar muros de gaviones para mantener los niveles de suelo evitando la erosión en la base del talud o terraplén.
- Diseñar canal para controlar las escorrentías superficiales que se generan en época de invierno producto de las precipitaciones.
- Diseñar vado en caminos por donde traviesa el cauce San Isidro de la Cruz Verde.
- Garantizar la estabilización de las laderas con obras vegetativas mejorando el nivel de vida de las Comarcas.
- Rehabilitación del camino-cauce Las viudas, con el diseño de rampas, en puntos donde continuamente se da la socavación de la terracería en época de invierno.
- Conformar y compactar de acuerdo a los niveles de rasante de diseño, proyectados en los planos constructivos.
- Controlar las velocidades de las corrientes superficiales con obras de control de torrentes (Vertederos y dissipador de energía).

# INGENIERIA CIVIL

## CAPITULO I

### GENERALIDADES



# UNAN



## CAPITULO I

### GENERALIDADES

#### 1.1 Situación actual de las comarcas San Isidro de las Cruz Verde y las Viudas.

Las comarcas actualmente se encuentran afectadas, por el problema del escurrimiento superficial que ocurre en las zonas de influencia, provocadas por las aguas pluviales que caen continuamente en la temporada de invierno, provocando así, dificultad del paso vehicular y peatonal por el camino-cauce, ya que la superficie de rodamiento del camino presenta un suelo inestable, con numerosas zanjas, que hacen las corrientes de aguas que circulan sin control, por lo cual socavan continuamente, que en vista de la problemática, la Alcaldía de Managua ha hecho reparaciones del camino-cauce, pero no se da soluciones por que los caminos son muy vulnerables y en época lluviosas se deterioran enormemente con facilidad, otra problemática es la erosión de las laderas e inestabilidad de los taludes que exponen a calamidades naturales y riesgos a toda la población.<sup>1</sup>

Con respecto a los servicios básicos como el agua potable en la comarca las Viudas cuenta con sistema de abastecimiento el cual los provee del vital liquido de forma irregular y por lo general el 90% de la población cuenta con el sistema eléctrico.

La comarca de San Isidro de la Cruz Verde si posee los servicios básicos las 24 horas del día. Pero ambas comarcas no cuentan con el servicio de alcantarillado

---

<sup>1</sup> Se le pide al lector que vea en los anexos las fotografías tomadas en las áreas del proyecto en estudio, en su condición actual.



sanitario, el medio comúnmente utilizado por la población son las letrinas y sumideros.



La fotografía muestra uno de los problemas fundamentales que es la inestabilidad de las laderas.

Este es el Cauce San Isidro, que atraviesa transversalmente tres caminos, como se muestra en los planos constructivos. Ver en Anexo.



Fotografía del camino-cauce, las Viudas donde se forman las zanjas que impiden la libre circulación del peatón y vehicular.





Para una mejor referencia vean las siguientes fotografías tomadas en las áreas de los proyectos en estudio como son San Isidro del la Cruz Verde y Las Viudas.

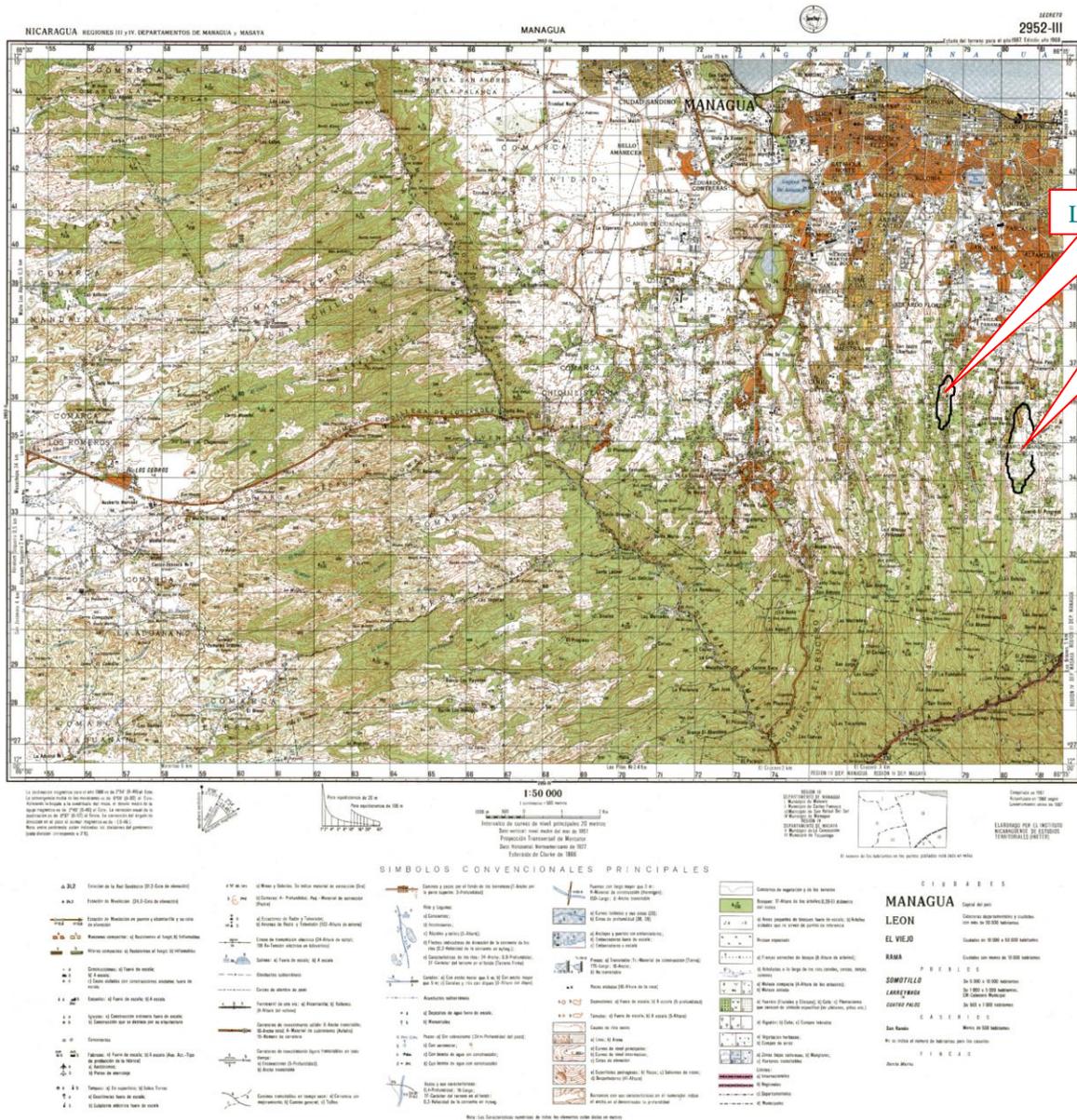
### **1.1.1 Características que presentan las comarcas en su condición actual.**

1. La superficie del camino-cauce es irregular.
2. Se encuentran formadas numerosas zanjas y cárcavas.
3. El continuó avance de los procesos erosivos del lecho del camino-cauce.
4. Las condiciones del tráfico vehicular es restringido.
5. Las cercas que construyen los dueños de los lotes son dañadas por cada evento lluvioso eliminando el ordenamiento entre sus vecindades y descontrol de animales domésticos.
6. La extracción de alimentos con fines comerciales son dañados en su traslado.
7. El cauce de San Isidro de la Cruz Verde afecta grandemente el Camino de acceso, ya que dicho cauce atraviesa transversalmente el camino.



## 1.2 Localización del proyecto.

### MAPA DE LOCALIZACION DEL PROYECTO.



El área del proyecto en estudio se muestra en este mapa topográfico de Managua se localiza en la porción Sur Central del actual centro Urbano de la Ciudad de Managua identificado como Metro Centro y la Catedral Metropolitana. El acceso hasta los sitios es posible durante la mayor parte del año por medio de una densa red de caminos susceptibles a deterioros durante el periodo de lluvias debido a la fuerte erosión hídrica y a la composición estratigráfica de los depósitos pocos consolidados de esta zona.



Dentro de la porción Sur Central de Managua los proyectos se formulan para las comarcas y sus límites territoriales son:

La comarca de San Isidro de la cruz verde limita al Norte con Félix Pedro Cavaría, al Sur con San Francisco, al este con el valle de Santo Domingo y al Oeste con la comarca Silvia Ferrufino. El área de influencia es de 83ha equivalentes a 829,981.8376m<sup>2</sup>.

Con respecto a la comarca las Viudas limita al Norte con la Colonia Miguel Bonilla, al Sur con la hacienda la Fundadora, al Este con la Comarca Silvia Ferrufino y al Oeste con San Isidro Libertador. El área de influencia correspondiente es de 23ha equivalentes a 229,994.967m<sup>2</sup>, para un total de 106ha, equivalentes a 1,059,976.805m<sup>2</sup>.

### **1.3 Descripción del proyecto.**

El proyecto de estabilización de laderas y mejoramiento de caminos en las comarcas de San Isidro de la Cruz Verde y las Viudas, se deberán construir obras de ingeniería hidráulica que contribuyan a controlar y regular el aumento continuo de los caudales de aguas superficiales, procurando reducir los riesgos de vulnerabilidad de la población y de la zona debido al grado de socavación que se desarrolla durante los periodos lluviosos sobre los caminos cauces, cauces y la erosión de las laderas como producto de la formación geológica de origen volcánico predominante en la zona de influencia.

El proyecto se encuentra constituido en dos zonas equidistantes sus nombres correspondientes son:

Zona 1: San Isidro de la Cruz Verde.

Zona 2: Las Viudas.



En estas comarcas se realizara el mismo diseño, ya que ambas son amenazadas por la erosión de laderas, que por tal razón, las características de los suelos son similares.

### **Zona 1: San Isidro de la Cruz Verde.**

Para la Comarca de San Isidro de la Cruz Verde se deberá construir tres vados de piedra cantera acostada con refuerzo de dentellones y vigas transversales de concreto reforzado (ver detalle en planos constructivos). También se construirá las obras tales como: Muro de retención de Estructuras de Gaviones, en donde las paredes de los muros de retención diseñados funcionaran también para formar el canal de Gaviones con lecho de colchón reno, dissipador de energía.

También para la estabilización de taludes se propone un grado de inclinación de 60° de repose o el 2%, estos taludes se protegerán con zacate vetiver y planta de espadillo, el cual deberá sembrarse a cada 30cm en ambas direcciones y estará combinado con planta de espadillo a cada 30cm de separación.

Esta grama deberá sembrarse entonces en surcos o líneas alternas a distancias de 30cm en surcos. Para asegurar un rápido crecimiento que permita la protección de los taludes. También el proyecto contempla demoliciones y remociones necesarias, a realizar para limpiar de obstáculos los sitios donde se llevaran a cabo las obras. (Ver en anexo las especificaciones técnicas y planos constructivos).

### **Zona 2: Las Viudas.**

Para la comarca Las Viudas se deberá construir cuatro rampas de piedra cantera de dimensión (40cm x 15cm x 60cm) acostada con refuerzo de dentellones y vigas transversales de concreto reforzado. Se construirá también, Cunetas de Concreto Ciclópeo que va del Estacionamiento 0+487.08(Estación de diseño) hasta el



Estacionamiento 0+641.71(Estación de diseño) en ambas márgenes del camino cauce(Este tramo incluye los tramos de las rampas No.3 y No.4).

También se conformara y se nivelara de acuerdo al nivel de rasante proyectada en el diseño, los tramos de caminos que no serán protegidos con rampas de piedra cantera; esta longitud es de 451.38m.

También se deberán hacer demoliciones y remociones, (Indicado en los Planos constructivos) necesario a realizar para limpiar de obstáculos, los sitios donde se han proyectado la construcción de estas estructuras. (Ver en anexo las especificaciones técnicas).

Además se diseña un muro de retención de Estructuras de Gaviones, en donde las paredes de los muros de retención diseñados funcionaran también para formar el canal de Gaviones con lecho de colchón reno, dissipador de energía. (Ver detalles en juego de plano constructivos).

También para la estabilización de taludes con grados de inclinación de  $30^{\circ}$  ó  $60^{\circ}$  de repose, estos taludes se protegerán con zacate vetiver y planta de espadillo en una franja de ancho de dos metros.

Para construir las estructuras antes mencionadas es necesario realizar movimientos de tierra necesarios para construir estas estructuras. El movimiento de tierra incluye las excavaciones para la cimentación y los rellenos proyectados en las secciones transversales del diseño.

Los gaviones serán utilizados en las obras de estabilización de taludes y muros de contención del tipo caja (gavión).



---

## 1.4 Características socio ambientales de las comarcas.

### 1.4.1 Topografía.

Los principales cauces y sus ramificaciones o ramales que se originan en la parte alta del Micro cuenca, se caracterizan por tener un patrón de drenaje paralelo y sub paralelo. Esta característica del sistema de drenaje comprende zonas de pendiente muy escarpadas, lo que sumado al uso inapropiado de los suelos adyacentes a los ramales, ha provocado el ensanchamiento y profundización de las cárcavas sobre los caminos cauces. Identificándose en la zona cárcavas previamente a la ejecución del proyecto que van desde uno a cinco metros de ancho con profundidades de 6 metros. Los sitios donde más existen las cárcavas son terrenos con pendientes mayores del 15%. La formación geológica de los suelos es de origen volcánico, por lo tanto, son vulnerables a los procesos de erosión.

### 1.4.2 Precipitación.

Los rangos de precipitación en el área de influencia del proyecto que se inserta en la subcuenca II de la cuenca sur del lago de Managua oscilan entre 1200 hasta 700mm anual. Esto es debido al despale sin control para la construcción de urbanizaciones o residenciales de clase alta. (Ver capítulo, impacto ambiental).

### 1.4.3 Uso Actual.

El uso que se le da a la tierra en nuestra zona en estudio es plenamente para el cultivo. Los cultivos que se observan mayormente son los cultivos de: Tomate, café plátanos, maíz, frijoles y sorgo. Estos son lo que tienen mayor incidencia en la zona. Los cultivos semiperemnes (Musáceas, piña, y otros) ocupan un segundo lugar. En tercer lugar se encuentran los cultivos perennes (Café). Ocupando un cuarto lugar se encuentran los cultivos permanentes (Frutales, Cítricos) y por ultimo, la vegetación forestal (Bosques latí foliado); todo lo antes mencionado se refiere a la parte alta e intermedia de las micro- cuencas estudiadas en los diferentes puntos críticos: No 1(San Isidro de La Cruz Verde), No 2(Las Viudas).



#### **1.4.4 Uso Potencial.**

El mayor potencial de las tierras lo componen las que son apropiadas para las actividades agrícolas intensivas, que utilicen prácticas adecuadas de producción y de conservación de suelos, estas se encuentran en las partes medias y bajas de la micro- cuenca.

Las tierras de vocación agrosilvopastoril, son las que presentan el segundo mayor potencial, seguidamente de las tierras de vocación silvopastoril, ubicadas en la parte media y finalmente, en las partes altas y medias se encuentran las tierras de vocación forestal para fines de protección y producción presentan un potencial adecuado en el área.

### **1.5 Estructura socio Económica.**

#### **1.5.1 Población.**

Se estima una población a beneficiarse de aproximadamente 2,500 habitantes, datos suministrados por la Alcaldía de Managua. (ALMA ).

#### **1.5.2 Servicios Básicos.**

En el caso de la micro cuenca de Las Viudas, esta cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable el cual los provee del vital liquido de forma irregular y a veces pasan meses sin que le suministren este servicio, y en un 90% la población tiene acceso a la energía eléctrica.

Para la comunidad de San Isidro de la Cruz Verde si posee los servicios básicos de agua potable y energía eléctrica las 24 horas.

Las comunidades no cuentan con el sistema de Alcantarillado sanitario. El medio comúnmente utilizado por la población son las letrinas y sumideros.

Todas las comunidades tienen centros de estudios primarios.

# INGENIERIA CIVIL

## CAPITULO II

### **MARCO TEORICO**



# UNAN



## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

En nuestra área de estudio que nos corresponde a las comarcas San Isidro de la Cruz Verde y Las Viudas, ambas comarcas presentan problemas de erosión, inestabilidad en los taludes, corrientes de agua que circula sin control, es por eso que nuestro análisis mas óptimo, para la solución de esta problemática, es el diseño de muro de gaviones que actúan como un muro de retención y de la misma manera formar un canal, como es para el caso de la comarca San Isidro de la Cruz Verde aquí es un cauce que atraviesa transversalmente tres caminos, como se muestra en los planos constructivos, en anexo, ahora bien en el diseño contemplamos muro de gaviones que se colocaran en las paredes de los taludes, los cuales actúan como muro de retención posteriormente la base del cauce se estructurara de colchón reno y en la partes en donde el cauce atraviesa los caminos se diseña vados construidos de piedra cantera, además para lograr evitar el desgaste de las laderas productos de las fuertes precipitaciones que cae continuamente en temporadas de invierno la erosión es inevitable, entonces tomando en cuenta la condiciones económicas y posibilidades que cuenta nuestro país también proponemos que además de construir muros de retención de gaviones, que se siembre zacate vetiver con espadillo a como se indica en los planos constructivos.

Para el caso de Las Viudas, en esta comarca se le da una solución al camino \_ cauce que lleva el mismo nombre las Viudas, este camino \_ cauce presenta las mismas condiciones que un cauce a excepción, que aquí circulan toda clase de vehículos y por supuesto peatones que la problemática es la presencia de laderas inestables, erosión, escorrentías de aguas pluvial sobre la superficie de rodamiento que circula sin control, es por tal razón que también diseñamos muro de gaviones que actúan como un muro de retención y que a demás actúa como



canal el cual se da una orientación a las aguas pluviales, posteriormente se construyen cunetas de concreto ciclópeo que se unen con el canal de gaviones a como lo podrá ver en los planos constructivos (anexo) también como en partes del tramo de camino que se tomo se ve una presencia de inestabilidad en el soporte del suelo por donde circulan los vehículos, peatones, es por eso que se diseña rampas de piedra cantera y para que el tramo quede sin problemas de circulación vehicular se deberá conformar nivelar y compactar el terreno natural, también se sembrará zacate vetiver para evitar la erosión y garantizar la libre circulación vehicular peatonal.

## **2.1 La estabilidad de los taludes.**

Se conoce con el nombre genérico de talud, a cualquier superficie inclinada respecto a la horizontal que haya a adoptar permanentemente las estructuras de tierra, bien sea en forma natural o como consecuencia de la intervención humana en una obra de Ingeniería. Desde el primer punto de vista los taludes se dividen en naturales (laderas) o artificiales (cortes y terraplenes).

En el moderno desarrollo de las actuales vías de comunicación, tales como canales, caminos, han puesto como al diseño y construcción de taludes en un plano de importancia ingenieril de primer orden. Tanto por el aspecto inversión, como el de consecuencia derivadas de su falla, los taludes constituyen hoy una de las estructuras ingenie riles que exigen mayor cuidado por parte del proyectista.

La principal y más frecuente causa de problemas derivados de la estabilidad de los taludes en obras de Ingeniería es, sin duda, la presencia de agua y su movimiento por el interior de la masa de suelo.

Excepto el caso especial de la presas de tierra, en donde el flujo es un factor inevitable cuya presencia siempre debe tomarse en cuenta.



## 2.2 Taludes y cárcavas.

Las cárcavas y taludes inestables se originan dado la alta pendiente del terreno, el minado de la base por corrientes de agua y la falta de protección de sus laderas. Cárcava es una zanja, foso o grieta producida por deslizamiento de tierra. Talud es el declive o pendiente de un terreno o muro que, según el tipo de material, crea una amenaza de derrumbe sobre viviendas o caminos. Para la estabilización de taludes y cárcavas, se han creado diferentes técnicas, tales como muros de contención (de gaviones y de mampostería de piedra), combinados con taludes estabilizados con cobertura vegetal y mallas metálicas en el caso de Taludes rocosos.

## 2.3 Tipos y causas de fallas más comunes.

### 2.3.1 Deslizamiento superficial o reptación.

Cualquier talud esta sujeto a fuerzas naturales que tienden a hacer que las partículas y proporciones del suelo próximas a sus fronteras se deslicen hacia abajo; el fenómeno es mas intenso cerca de la superficie inclinada del talud, a causa de la falta de presión normal confinante que allí existe. Como una consecuencia, la zona mencionada puede quedar sujeta a un flujo viscoso hacia abajo que, generalmente se desarrolla con extraordinaria lentitud. El desequilibrio puede producirse por un aumento en las cargas actuantes en la corona del talud, por una disminución en la resistencia del suelo al esfuerzo cortante o, en el caso de laderas naturales, por razones de conformación geológicas que escapen a una análisis local detallado.

### 2.3.2 Movimiento de cuerpo de talud.

En contraste con los movimientos superficiales lentos, descritos anteriormente, pueden ocurrir en los taludes movimientos bruscos que afectan a masa considerable de suelo, con superficie de falla que penetran profundamente en su



cuerpo. Estos fenómenos reciben comúnmente el nombre de deslizamiento de tierra. Dentro de estas existen dos tipos claramente diferenciados:

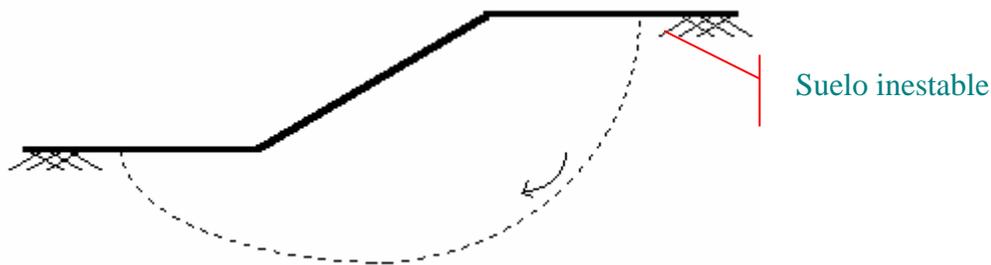
\_Rotación

\_Falla por traslación

### 2.3.2.1 Rotación.

En este caso se define una superficie de falla curva, a lo largo de la cual ocurre el movimiento del talud; esta superficie forma una traza con el plano del papel que puede asimilarse, por facilidad y sin error mayor, a una circunferencia. Estas son las fallas llamadas de rotación, que ocurren con materiales homogéneos, siendo la masa inestable considerada rígida;

#### ROTACIONAL - CIRCULAR



#### ROTACIONAL - CIRCULAR

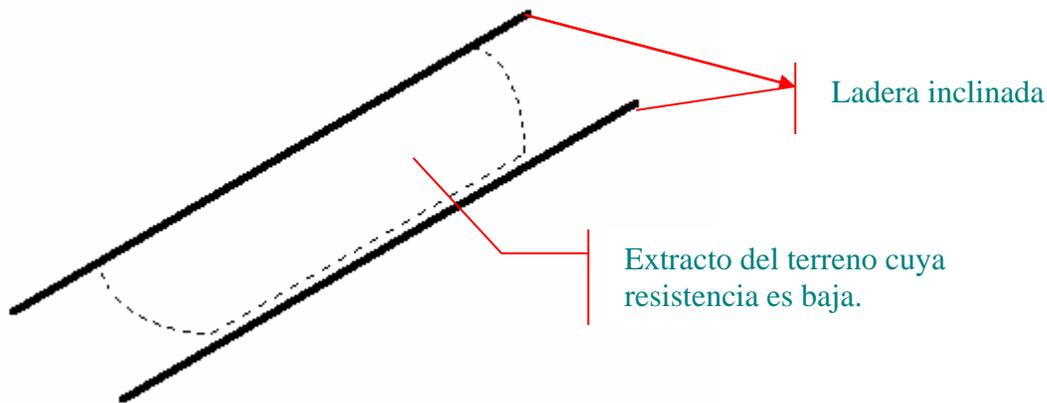


### 2.3.2.2 Falla por traslación.

La falla por traslación de una masa de tierra que forma parte de un talud, ocurren cuando dentro del terreno de cimentación y a relativa poca profundidad existe un extracto paralelo a la superficie del terreno a casi paralelo cuya resistencia es muy baja. El fenómeno es particularmente frecuente cuando el terreno natural constituye una ladera inclinada, con el plano débil guardando una inclinación similar. En la naturaleza, los planos débiles típicos son extractos delgados de arcilla muy blanda o de arena, mas o menos finos, sujetos a una sub presión que

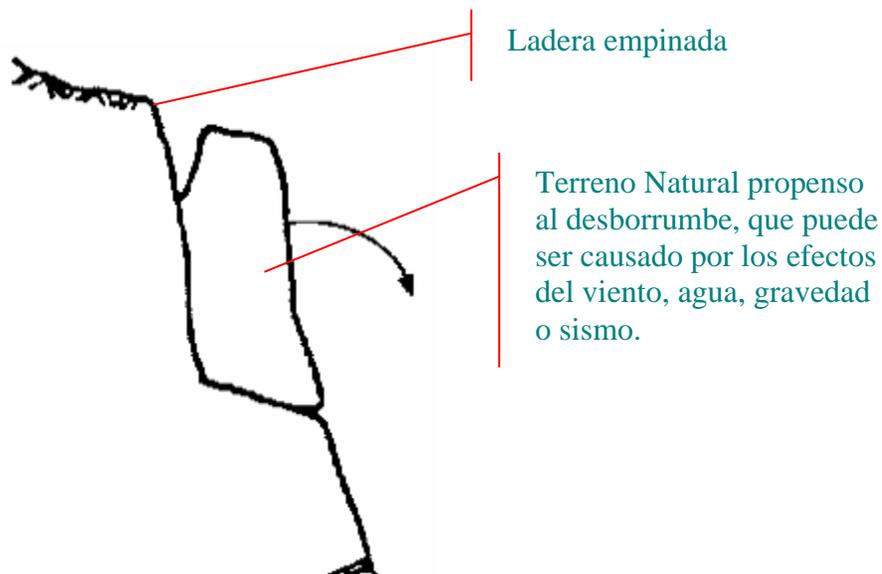


disminuya los esfuerzos efectivos y rebaje mucho la resistencia del manto al esfuerzo cortante.



### 2.3.3.1 Falla por erosión.

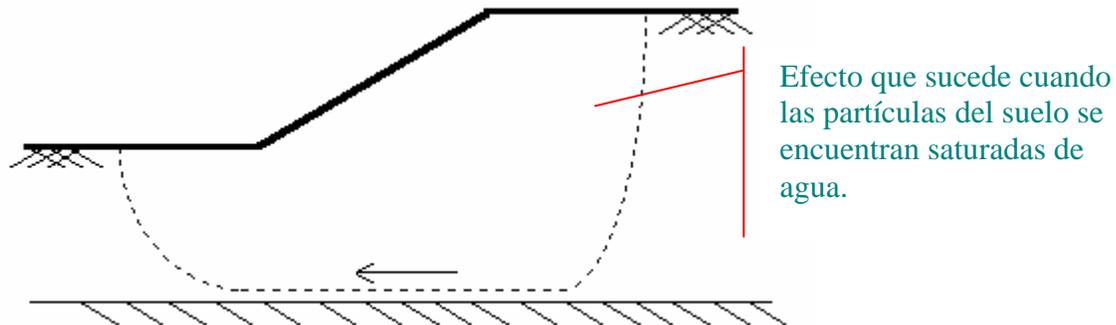
Estas son también fallas de tipo superficial provocadas por arrastres de viento, agua, etc. en los taludes. El fenómeno es tanto más notorio cuanto más empinadas son las laderas de los taludes. Una manifestación típica del fenómeno suele ser la aparición de irregularidades en el talud, originalmente uniforme. Desde el punto de vista teórico esta falla puede ser imposible de cuantificar en detalle, pero la experiencia ha proporcionado normas que la atenúan considerablemente si se aplican con cuidado.





### 2.3.3.2 Fallas por licuación.

Estas fallas ocurren cuando en la zona del deslizamiento el suelo pasa rápidamente de una condición mas o menos firme a la correspondiente a una suspensión, con pérdida casi total de resistencia al esfuerzo cortante. El fenómeno puede ocurrir tanto en arcillas extrasensitivas como en arenas poco compactas.



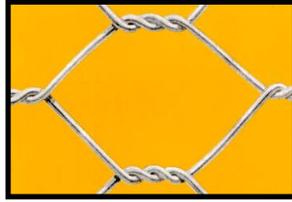
## 2.4 Definición.

### 2.4.1 <sup>1</sup>¿Qué son los gaviones?

Los gaviones son estructuras flexibles de retención, que son simple de construir y mantener y de menor costo que otras opciones (concreto), que de tal manera su comportamiento es eficiente para el control de la erosión y retención para la estabilización de terrenos propensos al deslizamiento, y se encuentran constituidos por mallas de alambre llenas con piedras de canto rodado.

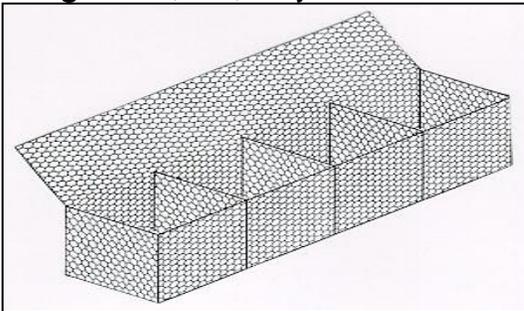
- La malla utilizada es de orificios hexagonales (menor de 10cm), con uniones de triple torsión y alambre galvanizado con doble revestimiento electrolítico, resistente al empuje e intemperie.

<sup>1</sup> Impacto de desastre agua Rural. Cap. 4. Elementos técnicos que contribuyen a la reducción de la vulnerabilidad.



- Las celdas son prismáticas, generalmente de 2m x 1m x 1m y deben ser amarradas en el sitio. El alambre de la costuras (esquinas y anclaje entre canastas) es de mayor diámetro que el de la malla.

**Largo:** 1.5, 2.0, 3.0 y 4.0m



**Ancho:** 1.0 m

**Alto:** 0.50, 1.00 m

- Los gaviones necesitan una superficie plana para su apoyo. En el caso de estas ubicaciones en un cauce, las celdas de la base deben apoyarse por debajo de la base del mismo y luego de instalada rellenar los bordes para evitar la socavación.
- El tamaño de las piedras debe ser de 15cm a 30cm y su densidad mínima de 1.25ton/m<sup>3</sup> evitando el material de contenido calcáreo.
- Los gaviones deben de rellenarse de forma manual. Las piedras de menor tamaño se colocan en el centro, mientras que las más grandes junto a la malla, minimizando la cantidad de vacíos si durante el relleno las piedras pierden su forma, se deberá retirar el material relleno, reparar, reforzar y volverlo a colocar.
- Al apilar los gaviones se deben considerar el traslape entre celdas para dar mayor rigidez al muro. Para la estructura de retención, la altura máxima será de 8 metros y deben considerar contra fuertes para proporcionarle anclajes en el suelo detrás del muro. La longitud de contrafuerte deben de ser del 60% de la altura.



- El espacio existente entre el muro y los gaviones y la superficie del talud debe completarse con material de relleno.

## 2.5 Empleo de Muros de Retención. (Gavión).

Primero que nada es necesario saber de manera específica que es lo que llamamos gavión: Gavión es lo que llamamos canasta de malla de alambre de dimensiones variables rellenas por pedazos de rocas que se usan para proteger cauces taludes y terraplenes contra la erosión.

Cuando el talud es en sí inestable, se ha recurrido con cierta frecuencia a su retención por medio de un muro, este es construido como muro de gaviones, estos consisten en cajas metálicas con trama hexagonal que pueden ser de doble o triple torsión, el alambre que forma la malla esta cubierto con un galvanizado reforzado.

Estas cajas de malla metálicas son moldeables a formas geométricas, bien definidas, cuyo uso depende de los tipos y lugares de trabajo, además generalmente los trabajos más usuales no exceden los tres metros de longitud; con objeto de facilitar la maniobrabilidad de estos en los sitios donde se construirán estructuras a base de estos elementos, la caja o gavión metálico se podrá proyectar estructuras de grandes dimensiones tipo monolíticas como presa, muros de contención canales a cielo abierto, etcétera. Aprovechando lo censillo que resulta llenar cada gavión y colocar el siguiente a la par, o arriba de el. Lógicamente estos gaviones deberán estar dispuesto convenientemente y unidos unos con otros por fuertes ligaduras de alambres.



Unión de Gaviones por fuertes ligaduras de alambres de acero.



Cuando se esta en el proceso de lleno con material rocoso, no se necesita ningún cementante ya que una vez construida estructura, la naturaleza misma tendera a unir piedra con piedra.



Muro de gaviones construido asé unos 8 años para control de erosión de un cauce.

Los gaviones por ser una estructura que reúne una serie de características técnicas fundamentales, para el control de la propia naturaleza, es que pueden ser empleadas en la proyección de obras de gran envergadura, como presas muros de contención, restablecimientos de márgenes, control de ríos causes etcétera.

Hacemos mención que existen muchos países donde su empleo esta generalizado y en los que su utilización comenzó desde el año 1890, y de esta manera se ha podido comprobar que este tipo de estructura con el paso del tiempo se consolida cada vez mas, a tal grado de integrarse con la propia naturaleza.

La aplicación cada día más frecuente de los gaviones en obras de Ingeniería a llevado a diferentes países del mundo a efectuar investigaciones más precisas en cuanto al comportamiento y funcionalidad de estas obras, ya que las estructuras con gaviones son el sustituto o complemento de ciertas obras de Ingeniería cuyo comportamiento rígido reduce la vida útil y el aprovechamiento de la misma.



Las aplicaciones de esta estructura de gaviones para Nicaragua, son de gran provecho, por que ayudan a establecer en gran parte el equilibrio de la naturaleza o por lo menos a neutralizar su proceso de desequilibrio.

Las zonas que se ven más afectadas y que contribuyen determinante mente en el equilibrio ecológico, son aquellas en que la agricultura domina cualquier otra actividad de producción.

Este fenómeno conduce ha establecer que la gran mayoría de agricultores Nicaragüenses, desconocen los efectos que se producen cuando se emplean procesos o técnicas carentes de un planeamiento general ordenado; que tomen en cuenta las repercusiones del medio ambiente y su consecuente desequilibrio ecológico.

En obras de ingeniería construidas con gaviones se deben tener presentes, que no es necesario en empleo de cementantes para solidificar la estructura; ya que como se ha dicho anteriormente la naturaleza misma se encarga de rellenar con materiales finos los huecos dejados por el material usado como relleno.

Una de las principales características de estas estructuras de gaviones es su flexibilidad, por cuanto las hace diferentes en su comportamiento a cualquier otra estructura rígida de Ingeniería.

Las principales características de los gaviones son:

1. La flexibilidad
2. La adaptabilidad y resistencia a esfuerzos de compresión, flexión y torsión.
3. La permeabilidad.
4. La economía.



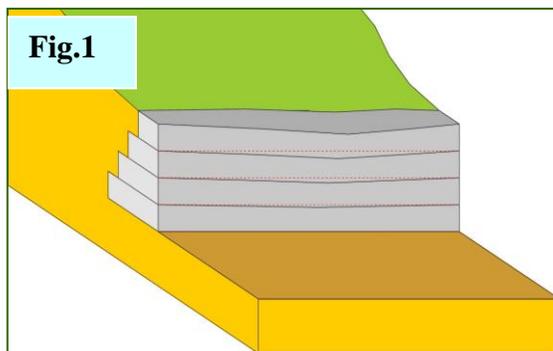
Los gaviones Macaferri representan una solución extremadamente valida, desde el punto de vista técnico y económico para la construcción de obras de contención, para cualquier ambiente incluyendo en zonas de muy difícil acceso.

### 2.5.1 Muro de contención de gaviones.

Los muros de contención de gaviones son diseñados para mantener los niveles del suelo de sus dos lados del cauce a como también para el camino cauce, constituyendo un grupo importante de elementos de soporte y protección cuando se localizan en lechos de laderas y camino causes como es nuestro caso.

<sup>2</sup>Las ventajas que nos ofrecen las estructuras de gaviones son:

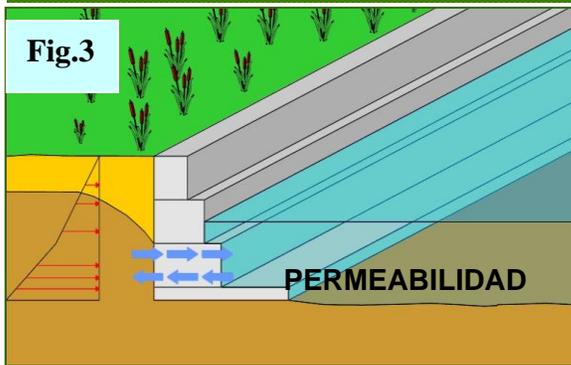
#### ➤ Flexibilidad.



Tanto en la **fig.1** y **fig.2** se puede apreciar la flexibilidad. Las estructuras de gaviones tienen gran adaptabilidad al terreno absorben todos los asentamientos y no requieren ningún tipo de cimentación especial.

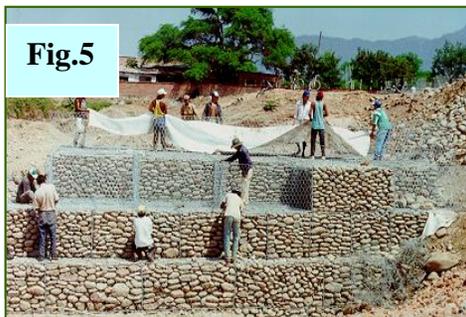
#### ➤ Permeabilidad.

<sup>2</sup> Fuente de información: Sinter, Maccaferri.



En La **fig.3** y **fig.4** podemos apreciar que son estructuras drenantes que desaloja el agua que pueden contener las obras que protegen eliminando de esta manera una de las principales causas de la inestabilidad de las obras.

✓ **Resistencia.**



El conjunto de gaviones forma una estructura estable a todos los esfuerzos de tensión y compresión.

➤ **Durabilidad.**



Los gaviones colocados en obra tienen un periodo de más de 20 años de vida, tiempo en que los arrastres depositados en los intersticios de las piedras y la sedimentación de los mismos originan la formación de un bloque compacto y sólido.

Estas propiedades de las estructuras de gaviones le da una gran ventaja técnica sobre las estructuras rígidas, principalmente en terrenos inestables donde pudiera existir asentamiento o socavaciones.

### ➤ Integración Ambiental



Esta es la manera de cómo se adapta las construcciones hechas de gaviones con la naturaleza.



### **2.5.2 Características de las estructuras de contención en gaviones.**

<sup>3</sup>Los gaviones representan una solución extremadamente valida, desde el punto de vista técnico y económico para la construcción de obras de contención, para cualquier ambiente condición y a un en zonas de muy difícil acceso.

La malla metálica posee elevada resistencia mecánica y la doble torsión impide que estas se desarme ante el cortado de un alambre asegurando que es cada cruce se tenga un punto fijo manteniendo la flexibilidad de la malla y acotando las deformaciones posibles. La permanencia en el tiempo se asegura a través de la fuerte galvanización de los alambres y, en el caso de condiciones particularmente agresivas para el zinc, se dispone de alambres fuertemente galvanizados revestidos en PVC.

En la obra los gaviones son montados en forma individual por medio de costuras continuas con alambre de la misma características de la red de los gaviones. Las costuras son muy simples, pero es necesario que sean realizadas con cuidado para garantizar el perfecto funcionamiento de la estructura. Las mismas costuras son utilizadas a lo largo de las aristas en contacto, para la unión de los diferentes módulos, sea lado a lado sea sobre puesto.

En el primer caso el amarre es más simple si es realizado antes del llenado, en el segundo con los gaviones superiores vacíos. El contacto entre los paños de la red, así asegurado, garantiza que, una vez llenado los gaviones, se produzca el roce en toda la superficie de la malla. De esta manera la estructura se comporta en forma monolítica manteniéndose constante la fricción interna de la piedra. El alambre utilizados en las costuras suministrados con los gaviones, es en general de diámetro menor, lo cual lo vuelve mas maleable, pero con resistencia suficiente para absorber las sollicitaciones de la estructura.

---

<sup>3</sup> Fuente de información: Sinter, Maccaferri.



Las piedras para el lleno deben tener un elevado peso específico, no ser friables, poseer un tamaño mínimo superior a la mayor medida de la malla y un máximo que se encuentre en el orden del doble del mínimo.

Las características más destacadas de las obras en gaviones son en resumen las siguientes:

- ◆ La gran flexibilidad que permite que las estructuras se adapten a las transformaciones del terreno manteniendo su estabilidad y eficiencia.
- ◆ Elevada resistencia debido al gran peso de la obra, la fricción entre las piedras, su resistencia a la compresión y la elevada tensión de tracción que es soportada por la malla (con baja deformación).
- ◆ Permeabilidad adecuada que permite el drenaje de las aguas de infiltración eliminando el empuje hidrostático.
- ◆ La puesta en obra es extremadamente sencilla y económica y no requiere equipo ni mano de obras especiales. El llenado puede ser realizado manualmente o con el auxilio de equipo manual de la obra.
- ◆ Se integra armónicamente con el paisaje, permitiendo el desarrollo de vegetación sin que esto traiga inconveniente, asegurándose por el avance de la naturaleza la estructura construida.

Los gaviones son malla hexagonal a doble torsión, en alambre de acero dulce, galvanizado.

### **2.5.3 Criterios de diseños para muros de gaviones.**

Los muros de gaviones son estructuras de gravedad y como tal pueden ser dimensionadas.

De esta manera, las teorías clásicas de Rankine y de Coulomb, y así también el método del equilibrio límite, pueden ser utilizados en la determinación de los empujes actuantes.



Para los casos más simples, la teoría de Coulomb es generalmente empleada en la determinación del empuje activo, pues abarca una variedad razonable de situaciones encontradas en la práctica.

Las características del suelo contenido deben ser analizadas cuidadosamente, ya que de ellas dependen los resultados del análisis. Se debe tratar que el macizo sea generalmente un relleno, preferentemente ejecutado con material no cohesivo y así es normal considerar como nula la cohesión del suelo.

Para el ángulo de fricción " $\delta$ " entre el suelo y la estructura, se puede adoptar el mismo valor del ángulo interno " $\phi$ " del suelo, pues la superficie de los gaviones es bastante rugosa. En el caso de haber un filtro de geotextil entre el suelo contenido y el muro de gaviones el valor de " $\delta$ " debe ser disminuido, adoptándose normalmente " $\delta = 0,9$  a  $0,95 \cdot \phi$ ".

La rotura se analiza como bidimensional formando una franja unitaria del muro considerando la estructura como continua e infinita.

Para no sobre dimensionar la estructura, dado que el gavión es permeable, se puede omitir el empuje hidrostático. La estructura es armada por la malla que tiene una gran resistencia a la tracción manteniéndose la flexibilidad de la obra.

Es conveniente inclinar el muro contra el terreno en un ángulo  $\alpha$  generalmente de  $6^\circ$  pudiéndose alcanzar los  $10^\circ$ , de esta forma disminuye el valor del coeficiente de empuje activo.

### **2.5.3.1 Criterios de verificación de la estabilidad.**

Se debe calcular:



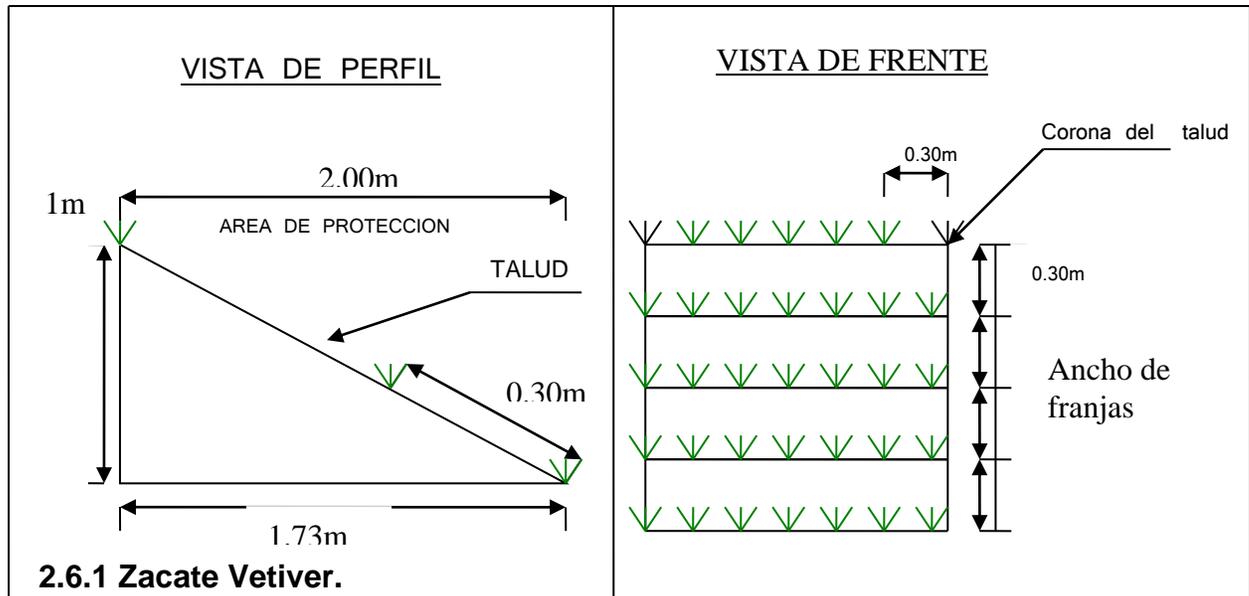
- Seguridad al deslizamiento.
- Seguridad al vuelco.
- Carga sobre el terreno.
- Seguridad de rotura global.

## **2.6 Conformación de taludes para la estabilización de laderas.**

En el diseño se propone la estabilización de taludes con grados de inclinación de  $60^{\circ}$ , estos taludes se protegerán con la siembra de zacate vetiver a cada 30cm (centímetros) de separación en ambas direcciones y esto se combinará también con plantas de espadillo a cada 30cm (centímetros) de separación, ambos se sembraran en la superficie inclinada de los taludes del cauce que es una franja de un 1m (metro) de ancho en todo lo largo del camino, esto se realiza en los extremos del camino cauce las Viudas y evitar la erosión y mejorar el paisaje.



## DISEÑO: SISTEMA DE SIEMBRA DE SACATE VETIVER EN TALUDES, PARA SAN ISIDRO DE LA CRUZ VERDE.



### 2.6.1 Zacate Vetiver.

#### 2.6.1.1 Usos por los cuales se destaca el zacate vetiver.

- Conservación del suelo y agua.
- Estabilización de la tierra y taludes (efectivo contra la erosión)
- Usos medicinales.
- Usos artesanales.

#### 2.6.1.2 Donde se cultiva el zacate Vetiver.

El cultivo del zacate Vetiver en Nicaragua nace gracias al Proyecto FINDAMERICA (PROSESUR) Proyecto de Desarrollo Rural de la Región Seca del Pacífico Sur de Nicaragua, En él trabajan directamente profesionales en el área de la agricultura, agronomía, la administración de empresas y la ecología. Este proyecto se encuentra en la ciudad de Jinotepe, a 45 kilómetros al sur de Managua. Su área de influencia abarca los departamentos de Carazo, Rivas y Managua. La finalidad del Proyecto es desarrollar estrategias con el fin de: apoyar la producción agropecuaria, crear una mentalidad empresarial de autogestión, promover la protección al ambiente y mejorar las capacidades microempresariales. Se puede contactar por medio del Apartado postal: #3, Jinotepe, Nicaragua. Dirección: en Jinotepe de BANIC una cuadra al Oeste y una cuadra al Sur.



Teléfonos: (505) 412-2122 y (505) 412-3349. Fax: (505) 412-2122. Correo electrónico: [prosesur@ibw.com.ni](mailto:prosesur@ibw.com.ni)



Este proyecto surgió con la colaboración de:

**Julio Berdegué**, Coordinador de FIDAMERICA.

**Jorge León**, Especialista en Desarrollo Rural, RUTA-FIDA.

**Carmen Eugenia Morales**, Especialista en Implementación de Proyectos y Capacitación. RUTA.

Decenas de campesinos de Nicaragua utilizan nuevos conocimientos para mejorar sus ingresos económicos y preservar el ambiente del país.

Existe en la actualidad una cooperativa llamada “Humberto Tapia” llamada así en honor a un ilustre nicaragüense- ha adquirido una visión empresarial y está ayudando a decenas de familias a salir de la pobreza.

Estos campesinos están recibiendo el apoyo del proyecto financiado por el Fondo Internacional de desarrollo agrícola (FIDA) y cofinanciado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el gobierno de Nicaragua.



Los cooperativistas y decenas de agricultores que trabajan con ellos están vendiendo vetiver a productores agrícolas de toda Nicaragua, quienes la siembran para proteger los suelos y frenar la erosión. La demanda de esta planta ha crecido exponencialmente no sólo por sus beneficios para la tierra sino por que además es un insumo barato para elaborar artesanías muy apetecidas por el turismo extranjero.

Decenas de agricultores, amas de casa y Jóvenes de los alrededores de Carazo, un deparadamente incrustado a 45 Kilómetro al Sur de Managua, se ha sumado a una iniciativa que esta impulsando la siembra del vetiver.

## *Zona Sur de NICARAGUA*

**Una cooperativa de campesinos de Nicaragua ha encontrado en el Vetiver, una planta de uso múltiple en la agricultura y la medicina, una Fórmula mágica para combatir la Pobreza y, de paso, frenar la erosión de los suelos.**



### **Cultivo de vetiver**



En esta imagen presentamos el cultivo del zacate vetiver que se realiza aquí en Nicaragua, en el Departamento de Carazo.

Por medio de investigación campesinos del lugar usan el vetiver como infusión para quitar el insomnio, la taquicardia, el dolor de cabeza, los mareos y la ansiedad.

Además el vetiver es excelente para evitar la erosión de los suelos, y además mantener la humedad de los suelos, **Doña Narcisa**, y al igual que otros agricultores de Carazo, vende cada planta de Vetiver a un precio que oscila entre los dos y los cuatro córdobas, es decir, entre 15 y 30 centavos de dólar. Y así decenas de campesinos del departamento de Carazo están vendiendo vetiver a otros agricultores del país directamente a través de la cooperativa "Humberto Tapia"

René de Trinidad líder de los cooperativistas del vetiver, es el presidente de la junta directiva de la Cooperativa "Humberto Tapia". Este hombre, pausado pero de un vigor constante, indica que tras muchos años de probar la siembra de diversos productos que generaran bienestar fue el vetiver el que finalmente trajo la bonanza.



Y es que esta planta de delgadas hojas verdes había pasado mucho tiempo inadvertida...

### **2.6.1.3 Vetiver y los Ingenieros.**

#### **2.6.1.3.1 Vetiver y Estructuras:**

Las raíces de la planta Vetiver funcionan como clavos o clavijas “vivos” por sus características de mantener al suelo estable e intacto. Las raíces del vetiver pueden atravesar capas duras de suelo y las rocas y por eso mejorar el drenaje.

#### **2.6.1.3.1 Fuerzas de tensión de la Raíz:**

Las raíces de la planta vetiver tiene fuerza de tensión equivalente a su promedio a 75MPa o sea aproximadamente igual a 1/6 de la fuerza de un acero ligero.

Vetiver y la estabilización de terraplenes: podemos decir que en algunos países, como Malasia, Australia y China, han estudiado a fondo el comportamiento de esta planta y se ha demostrado que las barreras vivas con vetiver son un método eficaz y de bajo costo para la protección y estabilización de terraplenes de toda obra horizontal.

### **2.6.1.4 Características del zacate vetiver.**

#### **2.6.1.4.1 Temperatura:**

- Sobre vivencia: -15° a más de 44° C
- Cuando el suelo se congela, se muere
- No crece cuando la temperatura del suelo esta abajo de 12° a 15° C
- Para crecimiento rápido, se requiere temperaturas altas del verano (25°C+)
- Con manejo adecuado, utilizado en condiciones áridas (de 300 mm), pero de 700 mm por arriba es preferible.
- Aguanta las sequías extremas, pero normalmente requiere una época de lluvias que dure por lo menos de 3 meses. La condición idónea es cuando las lluvias vienen regularmente durante el año.



- Crece mejor bajo condiciones húmedas, pero también se comporta bien bajo condiciones de poca humedad.

#### **2.6.1.4.2 Luz y Sombra:**

Es una planta que requiere pleno sol para desarrollarse bien. Se puede establecer y crecer adecuadamente en condiciones con 40% de sombra con mas de este por ciento es difícil establecerse, pero cuando se quita la sombra, crecen muy rápido.

#### **2.6.1.4.3 Suelos:**

Vetiver prefiere los suelos margos arenosos profundos. Sin embargo, crece bien en un rango amplio de suelos. Puede crecer en pedregales, suelos ácidos (pH 3) o alcalinos (pH 11), aguanta niveles tóxicos de metales como aluminio, manganeso (550 ppm) y condiciones sódicas y lo salinas. Aguanta inundaciones por largos periodos, de 3 meses o mas después de que esta bien establecido. También crece bien en suelos pocos profundos.

#### **2.6.1.4.4 Altitud:**

Desde el nivel del mar hasta más de 2000 msnm esta limitada por las temperaturas bajas en altitudes más altas y con nubosidad.

#### **2.6.1.4.5 Sistema Radical:**

El sistema masivo de raíces generalmente crece verticalmente y no compite con los cultivos adyacentes. En condiciones buenas, el sistema radical puede crecer hasta una profundidad de 5 m, y bajo la superficie del suelo se forma una barrera. Las raíces son muy fuertes.

#### **2.6.1.4.6 Sombra:**



El vetiver no aguanta la sombra. No lo siembre en la sombra. Después del establecimiento puede aguantar niveles de sombra hasta el 50%. También recuperarse rápidamente después de quitarse la sombra.

#### **2.6.1.4.7 Años de Vida:**

Vetiver vive por un largo tiempo. La época mas grande recordad es aproximadamente 60 años de edad (en Zambia - África).

#### **2.6.1.4.8 El Impacto en la pérdida de suelo:**

Datos de muchos lugares indica que los niveles de perdida de suelos se puede reducir por abajo de 10 toneladas/ha por año. Este es un nivel aceptable.

#### **2.6.1.4.9 El Impacto en la reducción de escurrimiento:**

Los datos indican que el escurrimiento se puede reducir por 60 - 70%. La variación es muy alta y depende en la inclinación, intensidad del evento de lluvia, el nivel potencial de infiltración, y la capacidad de los suelos al sumergir agua en el sitio.

#### **2.6.1.4.10 Aumenta de Rendimiento de Cultivos:**

Investigaciones e información de campo, confirman que en la mayoría de situaciones hay aumentos significativos en los rendimientos con el uso de barreras de vetiver en el rango de 10 a 60%. Niveles de aumento son muy variados y son asociados con las variabilidades de lluvias y tipos de suelos. Por lo menos, el riesgo de perdida del cultivo esta reducido por la mayor conservación de humedad asociado con las barreas. Debe ser notado que en la mayoría de situaciones, el pasto vetiver no compite para la humedad y los nutrientes con cultivos adyacentes.



## 2.7 Propiedades físicas de la tierra.

Antes de discutir el manejo de tierra o de analizar problemas involucrados en el trabajo con tierras es aconsejable familiarizarse con algunas de las propiedades físicas de la tierra. Estas propiedades tienen un efecto directo sobre la facilidad o dificultad del manejo de tierra, sobre la selección de equipo, y sobre las producciones del mismo.

### 2.7.1 Abundamiento y enjutamiento:

Es bueno saber que el volumen y la densidad de la tierra sufre cambios considerables cuando se la excava, acarrea, compacta, y coloca. Debidos a estos cambios es necesario especificar si el volumen se mide en su posición original, en estado suelto, o en el relleno después de la compactación.

El volumen medido en banco es el volumen de la tierra medido en el banco de préstamo, en la zanja, en el canal, o en el corte antes de colocarla. Este es el volumen sobre el que usualmente se basan las remuneraciones salariales.

El volumen en estado suelto es el volumen de la tierra después de que ha sido excavada de su posición natural y depositada en camiones, es crepas, o en montones.

El volumen compactado, o volumen de relleno es el volumen de la tierra después de que ha sido colocada en un relleno, como en una presa y compactadas.



## 2.8 Control de erosiones y conservación de los suelos.

Las lluvias que caen con gran violencia frecuentemente producen considerables arrastres de suelo que se depositan en las depresiones y corre por las laderas.

Cuando las corrientes alcanzan altas velocidades por lo regular arrastran y trasportan las capas superficiales de los campos desprovistos de protección vegetal.

Actualmente en la zona de influencia sabemos que los cauces tienden a drenar la humedad del suelo adyacente, produciendo esto, que los campos se sequen con mucha mayor rapidez cerca de ello y esto resulta en una disminución de los rendimientos de las cosechas. A medida que los cauces aumentan de tamaño se ramifican sobre el campo y si no se detiene su desarrollo, en ocasiones es preciso abandonar campos enteros, ya que en cualquier zona que se pierda la capa del suelo vegetal resulta imposible su recuperación, pues este proceso no es reversible.

## 2.9 Parte en que la Hidrológica influye en las zonas de estudio.

### 2.9.1 Infiltración y humedad del suelo.

La lluvia que, llega a la superficie de la tierra, puede producir infiltración lo que dependerá que la intensidad de la lluvia sea inferior o superior a la capacidad de infiltración.

La infiltración es el proceso por el que el agua penetra la superficie de los estratos del suelo. Después de la infiltración, el agua al moverse hacia abajo, llega hasta el nivel hidrostática. Esta agua repone primero el déficit de la humedad del suelo, y todo el exceso restante continúa moviéndose hacia abajo y se convierte en agua subterránea. La tasa máxima a la que un suelo de cualquier condición es capaz de



dejar pasar el agua, se llama capacidad de infiltración en la cuenca de drenaje, en las que ocurre escurrimiento superficial, la capacidad de infiltración verdadera no se mide por la habilidad de los estratos superficiales para absorber el agua, sino más bien, por la habilidad de los sub\_estratos, relativamente impermeables, para absorber el agua y trasmitirla hacia abajo.

### **2.9.1.1 Factores que afectan la capacidad de infiltración.**

La capacidad de infiltración de la mayoría de los suelos se caracteriza por su variabilidad. El valor real, en cualquier tiempo, en una localización particular, es el resultado combinado de la acción reciproca de muchos factores. Algunos de estos factores hacen que la capacidad de infiltración difiera de una localidad a otra, mientras que otros producen variaciones de tiempo en tiempo en una localidad. De este último grupo, algunos factores hacen que los valores disminuyan durante una lluvia, y algunos otros inducen variaciones estacionales. Hay factores, como la cubierta vegetal, que pueden causar variaciones con respecto a la localidad y al tiempo.

#### **2.9.1.1.1 Escurrimiento.**

El escurrimiento se conceptúa como el agua en el cause proveniente de la cuenca, al que ha llegado mediante el flujo superficial, el subsuperficial y el subterráneo. El escurrimiento se define como el movimiento de agua sobre la superficie de tierra, por esto se denomina flujo superficial el que al llegar al cause se denomina escurrimiento superficial.

##### **2.9.1.1.1.1 Proceso de escurrimiento.**

Cuando empieza a llover sobre, una área más o menos permeable hay un periodo inicial durante el que:

1. El agua es interceptada por los árboles los arbustos, las hierbas u otros objetos que le impiden llegar ala tierra.
2. El agua se infiltra en la tierra.



3. El agua encuentra su camino hacia innumerables depresiones pequeñas y grandes, y las llena hasta su nivel de derrame.

La primera de estas cantidades se llama lluvia de interceptación. Aunque no suele tener mayor importancia, es a menudo, el medio de distribución del agua de la mayor parte de las lluvias ligeras.

La segunda cantidad se le llama agua de infiltración. La tasa máxima a que un suelo, en condiciones dadas, puede absorber el agua en su capacidad de infiltración.

A la última cantidad se le da el nombre de almacenamiento de depresión. Todo este almacenamiento se evapora, es usado por la vegetación o se infiltra en el suelo, nada de él aparece como escurrimiento superficial. La diferencia entre la lluvia total y la que es interceptada se le llama lluvia en tierra.

Si una vez llenada las depresiones, la intensidad de la lluvia exceden la capacidad de infiltración del suelo, la diferencia se llama lluvia en exceso o abastecimiento. Este exceso se acumula, primero, en el suelo como detención superficial, y luego fluye sobre la tierra hacia los causes de las corrientes. Este movimiento se llama flujo sobre tierra y el agua que así llega a los causes es el escurrimiento superficial. El escurrimiento superficial solo puede ocurrir como resultado de tormentas con lluvia en exceso.

# INGENIERIA CIVIL

## CAPITULO III

### **PROPUESTA A REALIZAR**





## CAPITULO III

### PROPUESTA A REALIZAR

Al analizar el árbol del problema de las dos comunidades, nosotros planteamos diferentes obras constructivas que a continuación se destacan en este contexto.

Estas propuestas que establecemos son para mejorar el nivel de vidas de los pobladores de la zona y de los alrededores y de todos los demás ciudadanos que circulan por este absceso a las localidades del proyecto que se plantea.

#### 3.1 Obras Hidráulicas y Estabilización de Laderas.

##### 3.1.1 Obras a Ejecutarse.

##### 3.1.1.1 Rampas.

Son estructuras que estarán conformada por piedra cantera a plan y se unirán entre si por una junta de mortero en proporción 1:3 con un espesor de 2.5 cm. La parte superior estará protegida por una capa de mortero con un espesor de 3.0 cm. Para darle mayor Resistencia y Estabilidad se construirán vigas transversales de concreto reforzado a cada 3.0m ó 5.0m de acuerdo al diseño. También estar reforzada por dentellones de concreto Reforzado en los extremos de la rampa perpendicular a la dirección del flujo. En los extremos laterales se construirán cunetas de concreto ciclópeo esto se hace con el objetivo de proveer mayor estabilidad a los taludes del camino y evitar la socavación del mismo, esta actividad deberá realizarse en ambos extremo a lo largo del camino iniciando en el estacionamiento de diseño 0 + 487.08 hasta 0 + 641.71 Esta estructura se construirá en el punto crítico No 2 (Las Viudas). Las rampas deberán ser construidas con la finalidad de Mantener una superficie uniforme del lecho del camino cauce, de detener los avances de los procesos erosivos del lecho de camino cauce, eliminar la formación de zanjas y cárcavas.

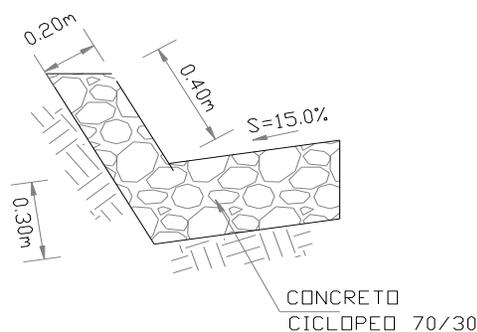


### 3.1.1.2 Canal de Gaviones y Colchón Reno.

Esta estructura tendrá una figura geométrica de sección rectangular, en donde sus paredes laterales se construirán de gaviones y el fondo de colchón reno. El propósito de esta obra es encausar el flujo de las aguas superficiales hacia el canal para no interrumpir el flujo de peatones y vehículos y controlar la velocidad del caudal, así como disminuir la erosión lateral del cauce o camino cauce. Esta es una estructura que se adapta al medio ambiente y que garantizara la estabilidad del camino, y terrenos de propiedades aledañas al canal. Esta tipo de obra se construirá en los puntos críticos No 1 y No 2. Logrando la construcción de esta obra se garantiza, mejorar el contorno del paisaje de los diferentes puntos críticos, eliminar el avance de los procesos erosivos del lecho de canal natural existente, mantener los niveles de rasante proyectados en el camino cauce.

### 3.1.1.3 Cunetas de Concreto Ciclópeo.

Las cunetas se construirán de concreto ciclópeo en proporción 70/30 (El 70% lo conformara concreto clase "C" y el 30 % piedra Bolon). Estas cunetas se ubicaran en ambos lados del camino cauce, tanto en los tramos donde se construirán las rampas como en los espacios donde no será revestido.



Con estas estructuras se estará garantizando la estabilidad del pie de laderas y la durabilidad de los niveles de la rasante proyectada, la vida útil de las rampas y del mismo camino del terreno natural. Estas cunetas se construirán exclusivamente en



el punto crítico No 2 (Las Viudas). La finalidad que también tiene la construcción de estas cunetas de concreto ciclópeo es de mantener de forma permanente a lo largo de todo el camino la imagen de la sección transversal uniforme, disminuir la erosión y formación de cárcavas y zanjas en las orillas del camino.

#### **3.1.1.4 Estabilización de Laderas con Revestimiento Vegetativo.**

Consiste en realizar cortes donde el talud actual en ambos lados del camino cauce o cauce presenta cortes verticales y contra pendientes, la propuesta es realizar cortes en los taludes hasta alcanzar una inclinación del 30% con respecto a la vertical y estabilizarlos con el recubrimiento de material vegetativo (Zacate Vetiver y plantas de espadillo) en una franja de 1.0 a 2.0 metros de ancho a lo largo de todo el camino cauce y cauce.

#### **3.1.1.5 Vados de Piedra Cantera.**

Son estructuras que se construyen con el propósito de garantizar el flujo de vehículos en la temporada de la época lluviosa. Su dimensión esta en función de las características topográficas y ubicación de las estructuras aledañas al sitio de interés. Estas deben de garantizar un ancho de calzada de rodamiento mínimo de 6.0 metros. El contorno del vado deberá de garantizarse su estabilidad con la construcción de un dentellon de concreto reforzado y a lo interno con vigas transversales de concreto reforzado. La fundación donde se construyen estas obras deben mejorar la capacidad soporte del suelo con una capa de suelo cemento de 30 cm. de espesor. Este tipo de estructura se construirá en el punto crítico No.1 (San Isidro de la Cruz Verde). La construcción en su totalidad corresponde a tres vados de piedra cantera, en el cual son ubicados en los sitios de interés como se muestra en los planos constructivos, con la finalidad de encausar las agua pluviales en un mismo sentido, evitando así la circulación descontrolada del agua y de una manera a otra ayudando a los caminos aledaños al cauce de San Isidro de la Cruz Verde.



### **3.1.1.6 Cortina Hidráulicas.**

Estas obras consisten en muros que se construyen perpendiculares a la dirección de las corrientes del flujo del cauce. Estas obras se proponen su construcción con gaviones, piedra bolón y recubrirla para su protección por el vandalismo con una capa de suelo cemento de un espesor de aproximadamente 5 centímetros. La finalidad de la construcción de estas cortinas de gavión es, alimentar en los periodos lluviosos los acuíferos subterráneos y evitar la alteración de la superficie con la disminución de los caudales y erosión, en pocos años las obras hidráulicas pasan a formar parte del entorno de la topografía del terreno, pasando a formar parte como una caída natural, también sirven las cortinas de gavión para retener temporalmente volúmenes de agua que ayudan a incrementar los niveles del manto freático de las aguas subterráneas que abastecen agua a los pozos perforados, también disminuye el impacto sobre el arrastre de basura y sedimento en la parte baja de la cuenca.

### **3.2 Conformación y compactación de rasante en camino de terreno natural.**

Esta actividad consiste en conformar y compactar aquellos espacios en donde el camino no estará cubierto por estructuras de rampas de piedra cantera. La compactación de deberá realizarse al 90% Proctor Standard. El equipo de compactación deberá ser capaz de compactar cada capa de material según lo especificado y llenar los requisitos mínimos del grado de compactación. Con esto se garantiza, disminuir el impacto de las partículas en suspensión en el aire (polvo) en los periodos secos, garantizar el nivel de conformación de la rasante para una libre circulación de peatones y vehículos, conservar los niveles proyectados de rasante para una vida útil de mayor duración.

# INGENIERIA CIVIL

## CAPITULO IV

### MEMORIA DE CÁLCULO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

# UNAN



## CAPITULO IV

### MEMORIA DE CÁLCULO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO.

#### 4.1 La metodología empleada para el cálculo hidrológico.

Primeramente para el cálculo hidrológico se delimito el área de la micro cuenca, por medio de Mapas topográficos que son elaborados por INETER a escala 1:50,000, y se determina el área de las Micro Cuenca con la ayuda del programa Arview.

Para el análisis hidrológico se tomaron en cuenta los siguientes parámetros:

1. La ubicación del punto de interés en donde se construirá la obra hidráulica.
2. Ubicación de los puntos de control.
3. Delimitación y área de cada una de las subcuencas.
4. La pendiente del cauce se calcula mediante las curvas de nivel, aplicando la siguiente formula.

$$S_c = \frac{H_{máx} - H_{mín}}{L}$$

5. La longitud del cauce que se mide sobre el curso de agua mediante las curvas de nivel.
6. Elevación mínima del punto de control de la subcuenca.



7. Tiempo de concentración que se cálculo aplicando el método hidrometeoro lógico centroamericano propuesto por el Ingeniero Eduardo Basso. Formula que se aplica.

$$t_c = 0.0041 * \left( \frac{3.28 * L}{\sqrt{S_c}} \right)^{0.77}$$

Donde:

$t_c$  = Tiempo de concentración en minutos (min.).

L = Longitud de cauce en metros.

$S_c$  = Pendiente en m/m.

8. Intensidad de precipitación obtenida en la curva de Intensidad Duración \_Frecuencia (IDF) de la estación meteorológica de Managua. Por lo tanto se puede obtener por lectura directa en la curva de Intensidad- Duración- Frecuencia o por la aplicación de su respectiva ecuación definida según el período de retorno (Tr) elegido para el diseño la cual es :

$$I = \frac{A}{(t + d)^b}$$

Donde:

I = Es intensidad de precipitación medida en  $mm/hr$ .

t = Tiempo de concentración en minutos.

A,d,b = Son valores constantes obtenidos del análisis estadístico, que se ajustan a cada región estudiada, que podemos mostrar a continuación por medio de una tabla y valido para un determinado periodo de retorno(Tr), el cual es de 25 años .



**1( Tabla No. 1) Parámetro de Ajuste para la Ecuación de la forma :**

$$I = \frac{A}{(t + d)^b}$$

<b><u>Tiempo de Retorno (Tr) en Años.</u></b>	<b><u>R</u></b>	<b><u>A</u></b>	<b><u>d</u></b>	<b><u>b</u></b>
1.5	-0.9974	3187.979	14.0	1.040
2	-0.9997	2820.224	16.0	0.960
5	-0.9990	1872.392	15.0	0.796
10	-0.9993	1502.995	13.0	0.715
15	-0.9982	1287.138	11.0	0.668
<b>25</b>	<b>-0.9988</b>	<b>971.743</b>	<b>7.0</b>	<b>0.595</b>
50	-0.9989	790.915	4.0	0.531
100	-0.9976	930.915	6.0	0.540

Entonces la intensidad de precipitación para un periodo de retorno de 25 años tenemos los valores correspondientes para la formula de la intensidad los cuales son los que se encuentran indicados en color rojo.

9. Coeficiente de escorrentía (“C”). Este dato es obtenido de la tabla No.2 que se muestra a continuación, en donde fue elaborada por el departamento de drenaje pluvial Alcaldía de Managua (ALMA) con base en los documentos: *NORMAS CHECOSLOVACAS PARA LA ESTABILIZACION DE CAUCES Y CÁRCABAS, ESBOSO DE UN PLAN MAESTRO DEL DRENAJE PLUVIAL SUBTERRANEO DE LA CIUDAD DE MANAGUA Y OBSERVACIONES DE CAMPO.*

<sup>1</sup> Fuente: Estación Meteorológica de Managua.



Esta tabla es valida para cuencas con áreas de aportación hasta 5 Km<sup>2</sup>

<sup>2</sup>(Tabla No 2.) Coeficiente de escorrentía (“C”)

<b><u>Uso del suelo</u></b>	<b><u>Us</u></b>
Vegetación densa, bosque, cafetal con sombra, pasto	0.04
Maleza, arbustos (solar baldío), cultivos perennes, cementerios y campos deportivos	0.06
Sin vegetación o con cultivos anuales	0.10
Zonas suburbanas (Viviendas y negocios)	0.20
Casco Urbanos y Zonas Industriales	0.30 – 0.50
<b><u>Factores de ajustes</u></b>	
<b><u>Tipo de Suelo</u></b>	<b><u>Ts</u></b>
Permeable (terreno arenoso, ceniza Volcánica, Pómez)	1.00
Semipermeable (terreno arcillo arenoso)	1.25
Impermeable (terreno arcilloso, limoso, marga)	1.50
<b><u>Pendiente del terreno (%)</u></b>	<b><u>Pt</u></b>
A. 0.00 – 3	1.00
B. 3.1 – 5	1.50
C. 5.1 – 10	2.00
D. 10.1 – 20	2.50
E. 20 – Mas	3.00
<b>Formula: <math>C = Us \times Ts \times Pt</math></b>	

<sup>2</sup> Fuente: Alcaldía de Managua (ALMA).



El coeficiente de rugosidad se obtuvo del manual técnico “revestimiento de canales y curso de agua MACCAFERRI” tomado el valor 0.030 (canales revestidos con gaviones caja llenados con material no seleccionado y colocado en obras sin cuidado.

10. Para el cálculo de los caudales se aplicó el Método Racional, aplicando la siguiente fórmula.

$$Q = 0.2778 CIA$$

Donde:

Q = caudal máximo aportado en m<sup>3</sup>/s

C = coeficiente de escorrentía.

I = Intensidad de lluvia en mm/hr

A = Área de aportación de la cuenca en km<sup>2</sup>

#### 4.2 Metodología empleada para el cálculo hidráulico:

Para los análisis hidráulicos, en cuanto a diseño de canal se realizaron a través del programa Hcanales.

Para el cálculo hidráulico se utilizó la fórmula de Manning (para flujo de canales abiertos), tomando en cuenta datos como: área, perímetro mojado, radio hidráulico, pendiente y coeficiente de Manning;

Para el cálculo del análisis de la capacidad de los vertederos de las cortinas propuestas se aplicó la fórmula de Francis:

$$Q = 1.84[L - (0.1nh)]h^{3/2}$$

Donde:

Q = Caudal en metros cúbicos por segundo.

L = Ancho del vertedor en metros.

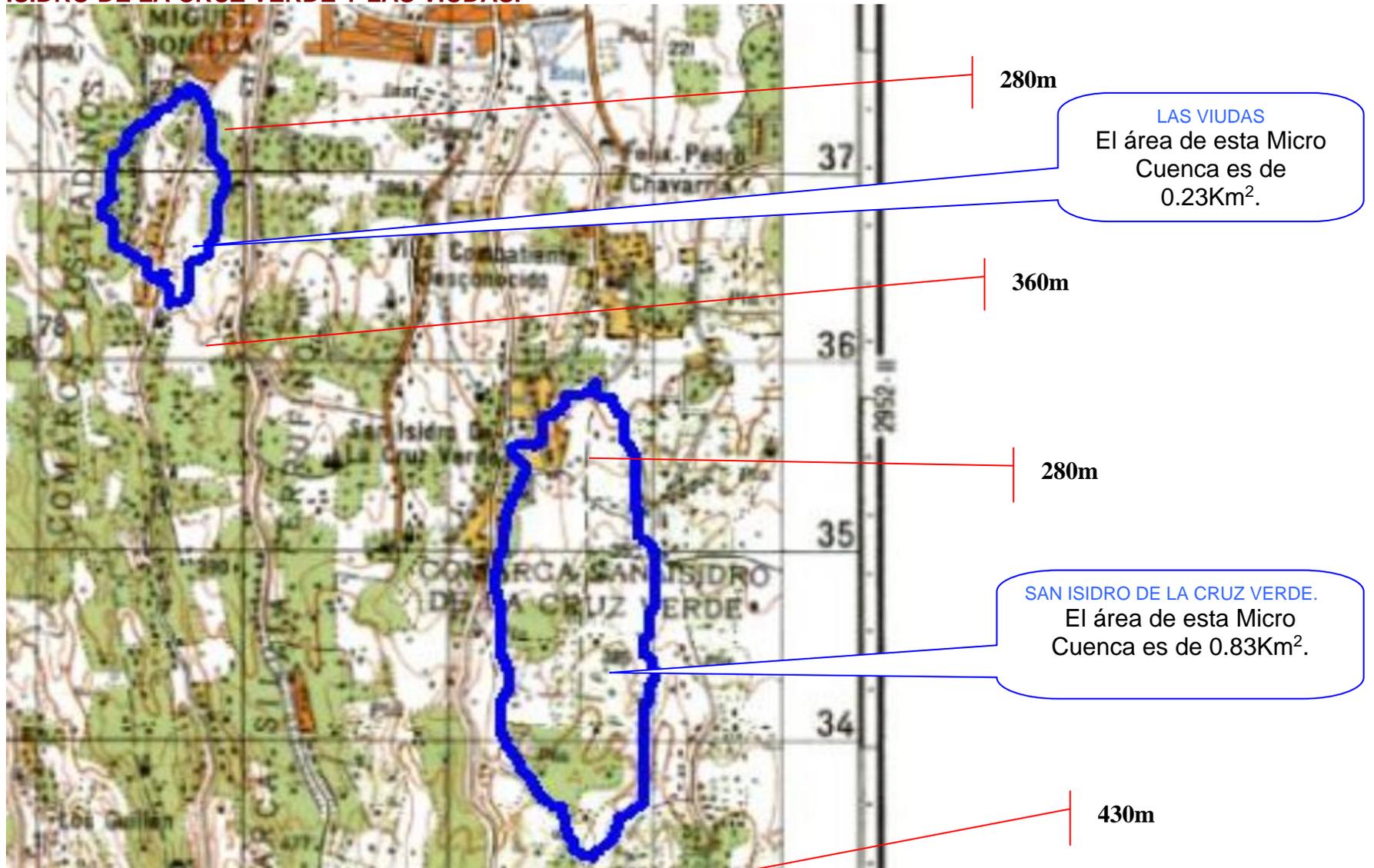
n = Número de lados.

h = Altura del vertedero en metros.



### 4.3 Cálculo hidrológico

MAPA DE MANAGUA, SOLAMENTE SE MUESTRA LOS DATOS DEL ANALISIS DE LAS MICRO CUENCAS, SAN ISIDRO DE LA CRUZ VERDE Y LAS VIUDAS.



Elaborado por:

Br. Raúl Ernesto Castillo Serrano.

Br. Jacqueline Angélica Vásquez Montoya.



#### **4.3.1 Para la Micro Cuenca San Isidro de la Cruz Verde.**

- Área de la Micro cuenca =  $0.83Km^2$  .
  - Longitud = 2318.37m.
  - Altura máxima  $H_{máx} = 43000m$  .
  - Altura mínima  $H_{mín} = 28000m$ .
- ▶ Calculando primeramente la pendiente del cauce mediante las curvas de nivel, aplicando la siguiente formula:

$$S_c = \frac{H_{Máx} - H_{Mín}}{L} = \frac{430m - 280m}{231837m} = 0.065$$

Obteniendo así una pendiente de 6.5%.

- ▶ Calculando el tiempo de concentración, aplicando el método Hidrometeoro lógico Centro Americano propuesto por el Ingeniero Eduardo Basso.

Tiempo de concentración es:

$$t_c = 0.0041 * \left( \frac{3.28 * L}{\sqrt{S_c}} \right)^{0.77} = 0.0041 \left( \frac{3.28 * 2,31837}{\sqrt{0.065}} \right)^{0.77} = 11.4347267 \text{ Minutos}$$

Obteniendo un tiempo de duración de la tormenta de 11.43 Minutos.

- ▶ Para el cálculo de la intensidad de precipitación aplicamos la ecuación definida según el periodo de retorno (Tr) que el cual hemos elegido para el diseño de 25 Años. (**Ver tabla No.1, Pagina 54**) .

Intensidad de precipitación es:

<b>t = 11.43 Minutos.</b>
---------------------------

<b>Datos Obtenidos de la tabla No.1</b>
A =971.743
d = 7
b =0.595

$$I = \frac{A}{(t + d)^b} = \frac{971.743}{(11.43 + 7)^{0.595}} = 171.6183991 \text{ mm/hrs}$$



- ▶ Calculo del coeficiente de escorrentía “C”. Dato que es obtenido de la tabla elaborada por el departamento de Drenaje Pluvial (ALMA). (**Ver tabla No. 2, Pagina 55).**

**Datos Obtenidos de la tabla No.2, de acuerdo a las características del suelo, en cuanto a Uso del suelo(Us), Tipo de Suelo (Ts), Pendiente del terreno(Pt).**

**Us = 0.10** {Porque esta entre una zona sin Vegetación o con cultivos anuales.

**Ts = 1.0** {Permeable (terreno arenoso, Ceniza Volcánica Pómez)}

**Pt = 2.0** (Porque la pendiente del terreno calculada anteriormente esta entre los rangos de {5.1 – 10}% )

El coeficiente de escorrentía es:

$$C = U_s * T_s * P_t = 0.10 * 1.0 * 2 = 0.20$$

- ▶ Cálculo del caudal aplicando el Método Racional.

$$Q = 0.2778CIA = 0.2778(0.20 * 17162 * 0.83) = 7.914221978 \frac{m^3}{s}$$

Este es el caudal que circula en el cauce San Isidro de la Cruz Verde.

#### **4.3.2 Para la Micro Cuenca Las Viudas.**

- Área de la Micro cuenca =  $0.23 Km^2$ .
- Longitud = 1,237.43m.
- Altura máxima  $H_{m\acute{a}x} = 36000m$ .
- Altura mínima  $H_{m\acute{i}n} = 28000m$ .

- ▶ Calculando primeramente la pendiente del cauce mediante las curvas de nivel, aplicando la siguiente formula:

La pendiente es:

$$S_c = \frac{H_{M\acute{a}x} - H_{M\acute{i}n}}{L} = \frac{360m - 280m}{1,237.43m} = 0.064650121$$

Obteniendo así una pendiente de 6.5%.



- ▶ Calculando el tiempo de concentración, aplicando el método Hidrometeoro lógico Centro Americano propuesto por el Ingeniero Eduardo Basso.

Tiempo de concentración es:

$$t_c = 0.004 L^* \left( \frac{3.28 * L}{\sqrt{S_c}} \right)^{0.77} = 0.004 \left( \frac{3.28 * 1,237.43}{\sqrt{0.065}} \right)^{0.77} = 7.05141001 \text{ Minutos}$$

Obteniendo un tiempo de duración de la tormenta de 7.05 Minutos.

- ▶ Para el cálculo de la intensidad de precipitación aplicamos la ecuación definida según el periodo de retorno (Tr) que el cual hemos elegido para el diseño de 25 Años. **(Ver tabla No.1, Pagina 54 )**.

Intensidad de precipitación es:

<b>t = 7.05 Minutos</b>
-------------------------

<b>Datos Obtenidos de la tabla No.1</b>
A =971.743
d = 7
b =0.595

$$I = \frac{A}{(t + d)^b} = \frac{971.743}{(7.05 + 7)^{0.595}} = 201.6898337 \text{ mm}/\text{hrs}$$

- ▶ Calculo del coeficiente de escorrentía “C”. Dato que es obtenido de la tabla elaborada por el departamento de Drenaje Pluvial (ALMA). **(Ver tabla 2, Pagina 55).**

<b>Datos Obtenidos de la tabla No.2, de acuerdo a las características del suelo, en cuanto a Uso del suelo(Us), Tipo de Suelo (Ts), Pendiente del terreno(Pt).</b>
<b>Us = 0.12</b> {Porque esta entre una zona sin Vegetación o con cultivos anuales y zona Suburbanas (viviendas)}
<b>Ts = 1.0</b> {Permeable (terreno arenoso, Ceniza Volcánica Pómez)}
<b>Pt = 2.0</b> (Porque la pendiente del terreno calculada anteriormente esta entre los rangos de {5.1 – 10}% )

El coeficiente de escorrentía es:

$$C = U_s * T_s * P_t = 0.12 * 1.0 * 2 = 0.24$$



► Cálculo del caudal aplicando el Método Racional.

$$Q = 0.2778 CIA = 0.2778(0.24 * 20168 * 0.23) = 3.09267406 \text{ m}^3/\text{s}$$

Este es el caudal que circula en el Camino –Cauce Las Viudas.

A continuación mostraremos una tabla, conteniendo los resultados de los cálculos anteriores, que la llamaremos:

**“Tabla de los cálculos hidrológicos para San Isidro de la Cruz Verde y Las Viudas”.**

Micro Cuenca	Área	L	Hmáx	Hmin	Sc	Tc	I	Us	Ts	Pt	C	Q
	Km <sup>2</sup>	m	m	m	m/m	t	mm/hr					m <sup>3</sup> /s
San Isidro	0.83	2318.37	430.00	280.0	0.065	11.43	171.48	0.10	1.0	2.0	0.20	7.91
Las Viudas	0.23	1237.43	360.00	280.0	0.065	7.05	201.55	0.12	1.0	2.0	0.24	3.09

#### 4.4 Calculo hidráulico.

##### 4.4.1 Diseño de cuneta de Concreto ciclópeo.

1. Calculando el caudal por medio del análisis hidrológico, para determinar las dimensiones de la cuneta.

Teniendo:

- ✓ La longitud del tramo, en análisis es: 150m.
- ✓ El ancho de la calzada es: 6m.

Entonces el área de la sección es:  $A = 150\text{m} * 6\text{m} = 900\text{m}^2 = 0.0009\text{km}^2$ .



### Calculo del caudal por el Método Racional:

Del análisis de la Micro cuencas las Viudas se tienen:

- ✓ El coeficiente de escorrentía que es de: **0.24**
- ✓ La intensidad de precipitación es de: **201.689 mm/hrs**

El caudal entonces se calcula:

$$Q = 0.2778 \text{ CIA}$$

Donde:

C = Coeficiente de escorrentías.

I = es la intensidad medida en mm/hrs.

A = Área del análisis medida en Km<sup>2</sup>.

$$Q = 0.2778 (0.24)(201.689\text{mm/hrs})(0.0009\text{Km}^2) = 0.01210\text{m}^3/\text{s}.$$

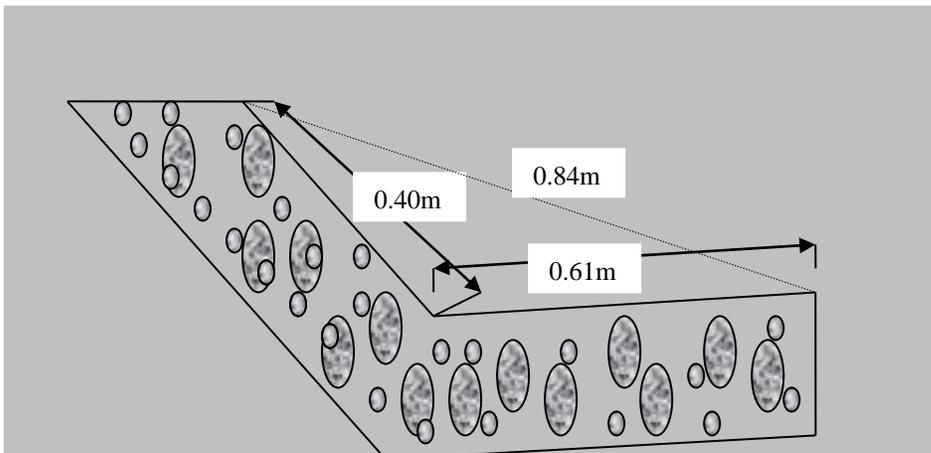
Este es el caudal que circula, en toda la superficie de sección del camino.

**2. Calculando la cantidad de caudal que debe soportar la cuneta de diseño será entonces:**

$$\text{Caudal que debe soportar la cuneta} = \frac{0.01210\text{m}^3/\text{s}}{2} = \underline{\underline{0.00605\text{m}^3/\text{s}}}$$

### Calculado el diseño de la cuneta:

Dimensiones de la cuneta:





► **Por la formula de Manning.**

$$V = \frac{1}{n} R_h^{2/3} \times S^{1/2}$$

Donde:

$R_h$  = Radio hidráulico medido en m.

S = pendiente longitudinal del camino.

n = Coeficiente de Manning para el concreto de 0.015.

► **Formula del radio hidráulico.**

$$R_h = \frac{A}{P}$$

Donde:

A = área de la sección propuesta de la cuneta ( $m^2$ ).

P = es el perímetro mojado en (m).

► **Calculo del área de la sección propuesta.**

Formula de Heron.

$$p = \frac{1}{2}[a + b + c] = \frac{1}{2}[0.61 + 0.40 + 0.84] = 0.295m$$

$$A = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)} = \sqrt{0.295(0.295 - 0.61)(0.295 - 0.40)(0.295 - 0.84)} = 0.114m^2$$

► **Calculo del perímetro mojado.**

$$P = 0.40m + 0.61m = 1.01m$$

► **Calculo del Radio hidráulico.**

$$R_h = \frac{A}{P} = \frac{0.114m^2}{1.01m} = 0.113m$$

Aplicando la formula de Manning para hallar la capacidad de caudal que puede circular por la cuneta.

$$V = \frac{1}{n} R_h^{2/3} S^{1/2} = \frac{1}{0.015} (0.113)^{2/3} (0.09)^{1/2} = 4.675m/s$$

Entonces el caudal es:  $Q = V * A$

$$Q = (4.675m/s)(0.114m^2) = 0.533m^3/s$$

Esta es la capacidad de la cuneta.



Por lo tanto se concluye que las dimensiones propuesta para la cuneta son correctas, de modo que el caudal del análisis hidrológico para todo el tramo de camino de 150m, resulta ser menor que el Caudal calculado para la sección de la cuneta que se propone. Es decir  $0.01210\text{m}^3/\text{s} < 0.533\text{m}^3/\text{s}$  (OK!!!! ESTA BIEN)

### **CÁLCULO HIDRAULICO DE VERTEDERO (Únicamente para San Isidro de la Cruz Verde.)**

Para el diseño del vertedero nos basamos al cálculo obtenido del caudal del análisis hidrológico de la Micro Cuenca San Isidro de la Cruz Verde, también tomamos en cuenta que existen diferentes clases de vertederos según la forma que se obligue a adoptar a la sección de la vena líquida que circula por la escotadura, de modo que proponemos una sección rectangular.

Esta es una de las formas más utilizada en la práctica, con el fin de conocer el gasto, para lo cual se mide el ancho L de la cresta y la carga H del vertedor, por lo tanto para nuestro caso lo tomamos como forma rectangular con dos restricciones laterales

**Diseño.** Se usa la Formula de Francis.

$$Q = 1.84(L - 0.1nh)h^{3/2}$$

Donde:

L= Longitud de la cresta.

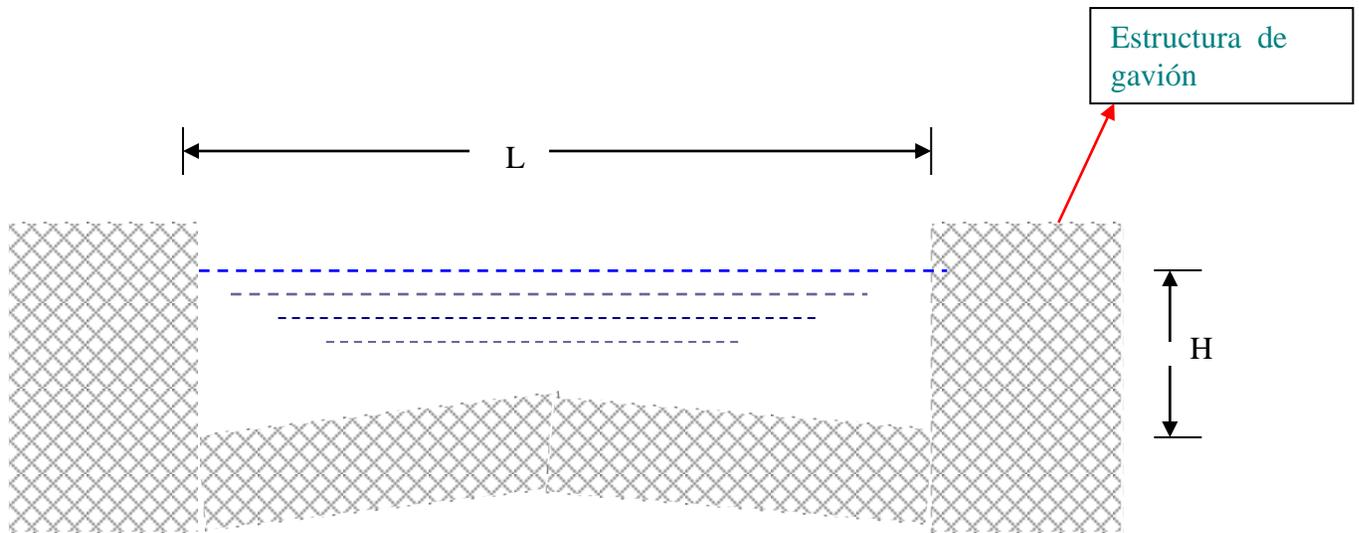
h= Carga del vertedor.

n= Numero de contracciones laterales, para nuestro caso son: 2 contracciones.

$$Q = 1.84(3.0 - 0.1 * 2 * 1.40)(1.40)^{3/2} = 8.290 \text{ m}^3/\text{s}$$



### Forma del Vertedero



DATOS DE ENTRADA				RESULTADO		
Ubicación	L	h	N	Cálculo hidráulico	Cálculo hidrológico	Diferencia
	m	m		$m^3/s$	$m^3/s$	$m^3/s$



---

San Isidro	3.0	1.40	2.0	8.290	7.91	0.38
---------------	-----	------	-----	-------	------	------



#### 4.4.2 Diseño de canal de gaviones por el software Hcanal.

La construcción de canal de Gaviones que se construirá en el camino cauce Las Viudas y en el cauce de San Isidro de la Cruz Verde, es el siguiente que se representará a continuación a través del programa HCanal.

El programa es fácil de usar y además contiene una variedad de opciones para calcular: Tirante Normal, Tirante Critico, Resalto Hidráulico, Remanso, Caudales, de cada una de las formas geométricas más usuales que existen en la práctica de diseños hidráulicos.

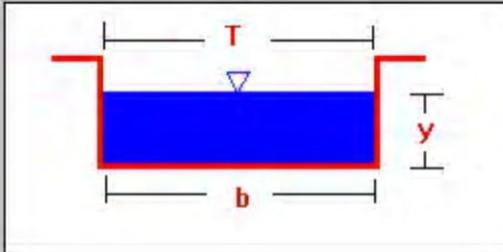
Para nuestro caso tomamos la opción de cálculo de caudales, con una sección rectangular, luego se nos presenta en el programa una pantalla el cual nos especifica datos de entrada los cuales son para nuestro caso, tirante( $y$ ), Ancho de solera( $b$ ), Talud( $Z$ ), Coeficiente de rugosidad( $n$ ), Pendiente( $S$ ), luego de haber llenado todo los datos, que te pide el programa, en la parte inferior Izquierda, nos aparece una opción que dice: **ejecutar** le damos un clip Izquierdo, y Lugo espera que den los resultados. Si en caso usted desea que algunos de los datos que inicialmente a colocado sea cambiado en su totalidad sin necesidad de salir del programa, usted puede ir en la parte inferior del programa y ver la opción que dice limpiar pantalla y inmediatamente los datos colocados anteriormente habrán sido borrados y listo para iniciar nuevamente con su calculo.

El programa hace exactamente igual al cálculo analítico, si lo desea hacer, se podrá comprobar los resultados. Pero es una manera de obtener los resultados más rápido, y con una mayor eficiencia.



## CALCULO HIDRAULICO CANAL DE GAVIONES.

### 4.4.2.1 Para el camino cauce Las Viudas, por el programa Hcanal.

<b>Lugar:</b>	Canal las Vidas	<b>Proyecto:</b>	Monografico		
<b>Tramo:</b>	Canal de Gavion	<b>Revestimiento:</b>	Gavion		
<b>Datos :</b>					
Tirante (y) :	0.8	m			
Ancho de solera (b) :	1.5	m			
Talud (Z) :	0				
Coefficiente de rugosidad (n) :	0.03				
Pendiente (S) :	0.025	m/m			
					
<b>Resultados :</b>					
Caudal (Q) :	3.3593	m <sup>3</sup> /s	Velocidad (v) :	2.7994	m/s
Área hidráulica (A) :	1.2000	m <sup>2</sup>	Perímetro (p) :	3.1000	m
Radio hidráulico (R) :	0.3871	m	Espejo de agua (T) :	1.5000	m
Número de Froude (F) :	0.9993		Energía específica (E) :	1.1994	m-Kg/Kg
Tipo de flujo :	Subcrítico		<b>Cuidado velocidad erosiva</b>		

Podemos decir, que el caudal calculado del análisis Hidrológico es de 3.09m<sup>3</sup>/s, (Ver tabla de los cálculos hidrológicos, para San Isidro de la Cruz Verde y Las Viudas, Página 62) y de acuerdo al análisis hidráulico las dimensiones del canal propuesto tiene una capacidad de 3.3593m<sup>3</sup>/s por lo cual supera el calculo hidrológico.

El coeficiente de rugosidad se obtuvo del Manual técnico “Revestimiento de Canales y Curso de agua – Maccaferri” , tomando el valor de 0.030 (Canales revestidos con gaviones caja llenados con material no seleccionado y colocado en la obra sin cuidado).



El espesor del colchón reno propuesto para el lecho de canal será de 0.30metros, este tiene capacidad de soportar una velocidad máxima de 5.5m/s (Ver tabla 5.2 **Espesores indicados para los gaviones y colchones renos en relación a la velocidad del agua.** Pagina 70) y la velocidad de diseño es de 2.7994m<sup>3</sup>/s; por lo tanto no ocurrirá el fenómeno del desplazamiento de las piedras.

#### 4.4.2.2 Para el cauce San Isidro de la Cruz Verde, por el Programa Hcanal.

<b>Lugar:</b>	San Isidro de la Cruz Verde	<b>Proyecto:</b>	Monografico		
<b>Tramo:</b>	Canal de Gavion	<b>Revestimiento:</b>	Gavion		
<b>Datos :</b>					
Tirante (y) :	0.7	m			
Ancho de solera (b) :	3	m			
Talud (Z) :	0				
Coefficiente de rugosidad (n) :	0.030				
Pendiente (S) :	0.04	m/m			
<b>Resultados :</b>					
Caudal (Q) :	8.5501	m <sup>3</sup> /s	Velocidad (v) :	4.0715	m/s
Area hidráulica (A) :	2.1000	m <sup>2</sup>	Perímetro (p) :	4.4000	m
Radio hidráulico (R) :	0.4773	m	Espejo de agua (T) :	3.0000	m
Número de Froude (F) :	1.5537		Energía específica (E) :	1.5449	m-Kg/Kg
Tipo de flujo :	Subcrítico		<b>Cuidado velocidad erosiva</b>		

Podemos decir, que el caudal calculado del análisis Hidrológico es de 7.91m<sup>3</sup>/s, (ver tabla de los cálculos hidrológico, para San Isidro de la Cruz Verde y las Viudas, Pagina 62) y de acuerdo al análisis hidráulico las dimensiones del canal propuesto tiene una capacidad de 8.5501m<sup>3</sup>/s por lo cual supera el calculo hidrológico.

El coeficiente de rugosidad se obtuvo del Manual técnico “Revestimiento de Canales y Curso de agua – Maccaferri” , tomando el valor de 0.030 (Canales



revestidos con gaviones caja llenados con material no seleccionado y colocado en la obra sin cuidado).

El espesor del colchón reno propuesto para el lecho de canal será de 0.30metros, este tiene capacidad de soportar una velocidad máxima de 5.5m/s (**Ver tabla 5.2 Espesores indicados para los gaviones y colchones renos en relación a la velocidad del agua.**) y la velocidad de diseño es de 4.0715m<sup>3</sup>/s; por lo tanto no ocurrirá el fenómeno del desplazamiento de las piedras.

<sup>3</sup>Tabla 5.2 Espesores indicados para los gaviones y colchones renos en relación a la velocidad del agua.

Tipo	Espesor (cm)	Piedra para relleno (mm)		Velocidad Crítica	Velocidad Límite. m/s
		Dimensiones	d <sub>50</sub> .		
Colchón Reno	17	70 a 100	0.085	3.5	4.2
Colchón Reno	17	70 a 150	0.110	4.2	4.5
Colchón Reno	23	70 a 100	0.085	3.6	5.5
Colchón Reno	23	70 a 150	0.120	4.5	6.1
<b>Colchón Reno</b>	<b>30</b>	<b>70 a 120</b>	<b>0.100</b>	<b>4.2</b>	<b>5.5</b>
Colchón Reno	30	100 a 150	0.125	5.0	6.4
Gavión	50	100 a 200	0.150	5.8	7.6
Gavión	50	120 a 250	0.190	6.4	8.0

**Nota:** El espesor del colchón reno, para la base del canal de gavión se, se eligió con relación a la velocidad del agua, calculada en el diseño del canal por el software Hcanal. El dato es el que se encuentra en la tabla, coloreado por el color Azul.

<sup>3</sup> Fuente: Manual de Gaviones Maccaferri.



### 4.4.3 Análisis de los vados ubicados en san Isidro de la Cruz Verde por el Sftware Hcanal.

<b>Lugar:</b>	Vado No.1	<b>Proyecto:</b>	Monografico		
<b>Tramo:</b>	0 + 040	<b>Revestimiento:</b>	Piedra Cantera		
<b>Datos :</b>					
Tirante (y) :	0.40	m			
Ancho de solera (b) :	3	m			
Talud (Z) :	2				
Coefficiente de rugosidad (n) :	0.017				
Pendiente (S) :	0.04	m/m			
<b>Resultados :</b>					
Caudal (Q) :	8.3208	m <sup>3</sup> /s	Velocidad (v) :	5.4742	m/s
Área hidráulica (A) :	1.5200	m <sup>2</sup>	Perímetro (p) :	4.7889	m
Radio hidráulico (R) :	0.3174	m	Espejo de agua (T) :	4.6000	m
Número de Froude (F) :	3.0405		Energía específica (E) :	1.9274	m-Kg/Kg
Tipo de flujo :	Subcrítico				

<b>Lugar:</b>	Vado No.2	<b>Proyecto:</b>	Monografico		
<b>Tramo:</b>	0 + 435	<b>Revestimiento:</b>	Piedra Cantera		
<b>Datos :</b>					
Tirante (y) :	0.40	m			
Ancho de solera (b) :	3	m			
Talud (Z) :	2				
Coefficiente de rugosidad (n) :	0.017				
Pendiente (S) :	0.04	m/m			
<b>Resultados :</b>					
Caudal (Q) :	8.3208	m <sup>3</sup> /s	Velocidad (v) :	5.4742	m/s
Área hidráulica (A) :	1.5200	m <sup>2</sup>	Perímetro (p) :	4.7889	m
Radio hidráulico (R) :	0.3174	m	Espejo de agua (T) :	4.6000	m
Número de Froude (F) :	3.0405		Energía específica (E) :	1.9274	m-Kg/Kg
Tipo de flujo :	Subcrítico				



<b>Lugar:</b>	<input type="text" value="Vado No.3"/>	<b>Proyecto:</b>	<input type="text" value="Monografico"/>		
<b>Tramo:</b>	<input type="text" value="0 + 610.763"/>	<b>Revestimiento:</b>	<input type="text" value="Piedra Cantera"/>		
<b>Datos :</b>					
Tirante (y) :	<input type="text" value="0.40"/>	m			
Ancho de solera (b) :	<input type="text" value="4"/>	m			
Talud (Z) :	<input type="text" value="2"/>				
Coefficiente de rugosidad (n) :	<input type="text" value="0.017"/>				
Pendiente (S) :	<input type="text" value="0.04"/>	m/m			
<b>Resultados :</b>					
Caudal (Q) :	<input type="text" value="10.8232"/>	m <sup>3</sup> /s	Velocidad (v) :	<input type="text" value="5.6371"/>	m/s
Área hidráulica (A) :	<input type="text" value="1.9200"/>	m <sup>2</sup>	Perímetro (p) :	<input type="text" value="5.7889"/>	m
Radio hidráulico (R) :	<input type="text" value="0.3317"/>	m	Espejo de agua (T) :	<input type="text" value="5.6000"/>	m
Número de Froude (F) :	<input type="text" value="3.0737"/>		Energía específica (E) :	<input type="text" value="2.0196"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo :	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

# INGENIERIA CIVIL

## CAPITULO V

### **DISEÑO DE MUROS DE GAVIONES.**



# UNAN



## CAPITULO V

### DISEÑO MUROS DE GAVIONES.

#### 5.1 Criterios teóricos, consideraciones.

Es importante atender para el hecho de que el macizo es generalmente un relleno compactado, de preferencia ejecutado con material no cohesivo, siendo normal considerar como nula su cohesión.

Así mismo cuando se utiliza suelo arcilloso en el relleno, la cohesión disponible es muy pequeña, una vez que además del amalgamiento provocado por la construcción, se debe recordar que el **estado activo** surge en una situación de descarga del macizo; y de esta manera la situación más crítica es aquella que corresponde a la condición no drenada de la resistencia.

Para la determinación del empuje activo que actúa sobre la estructura de contención, es necesario que los parámetros del suelo contenido sean correctamente seleccionados, estos parámetros son: el peso específico del suelo " $\gamma$ " y su cohesión "C" el peso específico puede ser estimado a partir de ensayos "in situ", tales como el embudo de arena. Se puede también estimar el valor del peso específico del material a partir de la siguiente tabla que se muestra a continuación:

<sup>1</sup>Tabla 5.1 Valores típicos de peso específicos de los suelos.

Tipo de suelo	Peso específico KN/m <sup>3</sup>
Arena angular, suelta	17
Arena Angular, Compacta	20
<b>Arena Limosa, suelta</b>	<b>18</b>
Arena Limosa, Compacta	19
Limo	17 - 19
Limo Arcilloso	16 - 18
Arcilla inorgánica	15 - 17
Arcilla orgánica	13 - 16

<sup>1</sup> Manual de gaviones, Maccaferri, Sinter Nicaragua.



Para la determinación del ángulo de fricción interno del suelo debe ser determinado a partir de ensayos de resistencia al corte, tales como al corte directo o a la compresión triaxial. Por lo tanto deben ser efectuados ensayos que permitan determinar la envolvente de la resistencia efectiva del suelo. Existen también valores tabulados para el ángulo de fricción interna de varios tipos de suelo, como los mostrados en la siguiente tabla.

<sup>2</sup>Tabla 5.2 Valores típicos de ángulo de fricción de suelos no cohesivos.

Tipo de suelo	Angulo de fricción (grados)
Arena angular, suelta	32 – 36
Arena angular, compacta	35 – 45
Arena Sub-angular, suelta	30 – 34
Arena Sub-angular, compacta	34 – 40
Arena redondeada, suelta	28 – 32
Arena redondeada, compacta	32 – 38
<b>Arena limosa, suelta</b>	<b>25 – 35</b>
Arena limosa, Compacta	30 – 36
limo	25 - 35

El ángulo de fricción “ $\delta$ ” entre el suelo y la estructura, puede ser considerado igual al ángulo de fricción interno “ $\varphi$ ” del suelo, pues la superficie de los gaviones es bastante rugosa. En caso de haber un filtro de geotextil entre el suelo contenido y el muro el valor de “ $\delta$ ” debe ser disminuido, adoptándose normalmente (geotextil = “ $\delta = 0,9$  a  $0,95.\varphi$ ”).

<sup>2</sup> Manual de gaviones, Maccaferri, Sinter Nicaragua.



Es importante destacar en todo diseño de estructuras de gaviones, un análisis de laboratorio de las rocas, para el relleno de los gaviones ya que de ella depende mucho el diseño. A continuación mostraremos una tabla con los diferentes tipos de rocas que comúnmente se usan para el relleno de los gaviones.

**<sup>3</sup>Tabla 5.3 Peso de las Estructuras en Gaviones.**

TIPO DE ROCA	PESO ESPECIFICO
Basalto	2.90t/m <sup>3</sup> .
Granito	2.60t/m <sup>3</sup> .
Calcario Compacto	2.60t/m <sup>3</sup> .
Traquito	2.50t/m <sup>3</sup> .
Cantos rodados	2.30t/m <sup>3</sup> .
Areniscas	2.30t/m <sup>3</sup> .
Calcario blando	2.20t/m <sup>3</sup> .
Piedra Porosa	1.70t/m <sup>3</sup> .

El granito que tiene un peso específico de 2.60 t/m<sup>3</sup>, que para nuestro caso trabajamos con las unidades de KN/m<sup>3</sup>, que por lo tanto es de 26.0 KN/m<sup>3</sup>.

### 5.1.1 Resistencia del Terreno.

La resistencia del terreno es un factor determinante en la vulnerabilidad de los componentes de los sistemas de agua y saneamiento, sobre todo en estructuras civiles como reservorios, unidades de tratamiento, tanques sépticos y otras unidades de peso y volumen apreciable que puedan presentar problemas de asentamiento del terreno.

Para reducir estos riesgos y los daños en el componente es necesario identificar la resistencia del terreno y verificar que sea la que se requiere para soportar la estructura a construir. En el medio rural, se puede usar la siguiente tabla como referencia.

<sup>3</sup> Fuente: Manual de gaviones Maccaferri.



<sup>4</sup>Tabla 5.4 Valores admisible para terreno de fundación.

Tensiones Admisibles para terreno de fundación	Resistencia admisible Kg/cm <sup>2</sup>
Roca Viva, maciza sin laminaciones, fisuras, gneis, granito, basalto	100
Rocas laminadas, con pequeñas fisuras, estratificadas: esquistos.	35
Depósitos compactos y continuos de rocas y piedras de diversos tipos.	10
Suelo cementado.	8
Gravas compacta o mezclas compactas de arena y grava.	5
Gravas sueltas o mezclas de arena y grava. Arena gruesa compacta.	3
<b>Arena Gruesa suelta. Arena fina compacta.</b>	<b>2</b>
Arena fina suelta.	1
Arcilla dura.	3
Arcilla compacta.	2
Arcilla medianamente compacta.	1
Arcilla blanda	Se exige estudios especiales o experiencias locales.
Arcilla muy blanda	
Rellenos	
Otros suelos no incluidos en esta tabla	

La tabla anterior se refiere a valores estimados par suelos secos.

Si los suelos son húmedos, esta resistencia disminuye pudiendo generar problemas, como en el caso de arcillas expansivas. En todo caso de arcillas expansivas. En todo caso, cuando la estructura es de mayor envergadura es necesario medir la resistencia in situ.

Para nuestro caso tomamos una tensión admisible para terreno de fundación, de 2Kg/cm<sup>2</sup> en donde su equivalente es 200kN/m<sup>2</sup>.

<sup>4</sup> Fuente: <http://www.soluciones.vdirect.com>



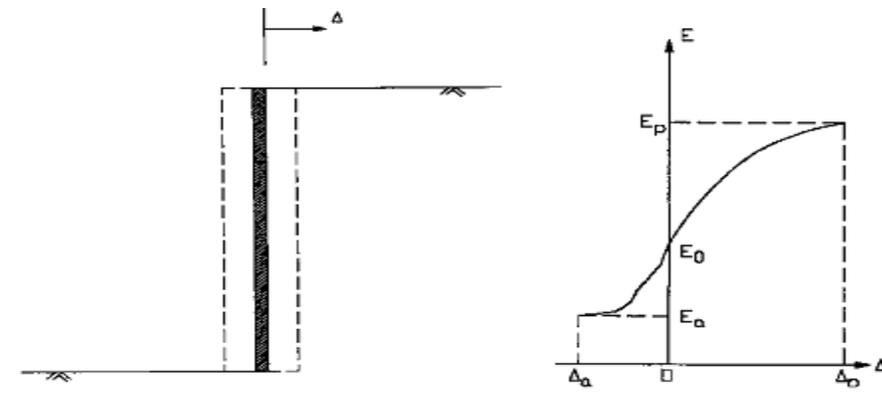
**Nota:** En Nicaragua la mayoría de Ing. Estructurales consideran, que para suelos en condiciones normales un esfuerzo permisible de 3000psi a como también un valor de  $20.83\text{lb/plg}^2. = 1.47\text{Kg/cm}^2$ .

### 5.1.2 Determinación del empuje.

La determinación de los empujes actuantes es el paso más importante en el análisis. En el cual los valores calculados por las teorías citadas anteriormente depende de la correcta evaluación de los parámetros del suelo que forma el macizo y de las condiciones generales del problema. Es necesario considerar:

1. La resistencia al corte del suelo, normalmente expresa por el criterio de Mohr-Coulomb, en la forma de su ángulo de fricción interno  $\phi$  y de su cohesión  $c$ .
2. El peso específico del suelo,
3. El ángulo de fricción entre el suelo y la estructura;
4. La posición del nivel de agua y las condiciones de flujo a través del macizo;
5. Cargamentos externos aplicados sobre el macizo por estructuras construidas sobre él y por el tráfico de vehículos.
6. Cargamentos dinámicos generados por sismos generalmente especificados por códigos locales en función de la sismicidad de la zona.

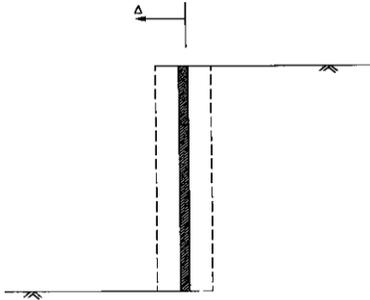
El valor del empuje sobre una estructura depende de la deformación que esta sufre bajo su acción. Efectuándose un experimento utilizando un paramento vertical móvil, soportando un desnivel de suelo, se verifica que la presión ejercida por el suelo varía con el desplazamiento del paramento:





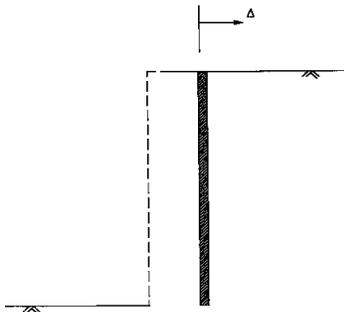
### 5.1.2.1 Empuje activo.

Cuando el paramento es movido contra el suelo sostenido, hay una disminución del valor del empuje hasta un valor mínimo que corresponde al total desarrollo de la resistencia a fricción del suelo.



### 5.1.2.2 Empuje pasivo.

Si al contrario el paramento es movido contra el suelo, tendremos un aumento del valor del empuje hasta un máximo cuando habrá la movilización total de la resistencia del suelo.



### 5.1.2.3 Empuje en reposo.

En este caso el paramento se mantenga inmóvil. No hay una completa movilización de la resistencia de l suelo.

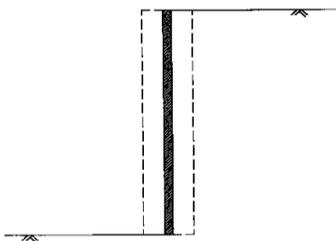
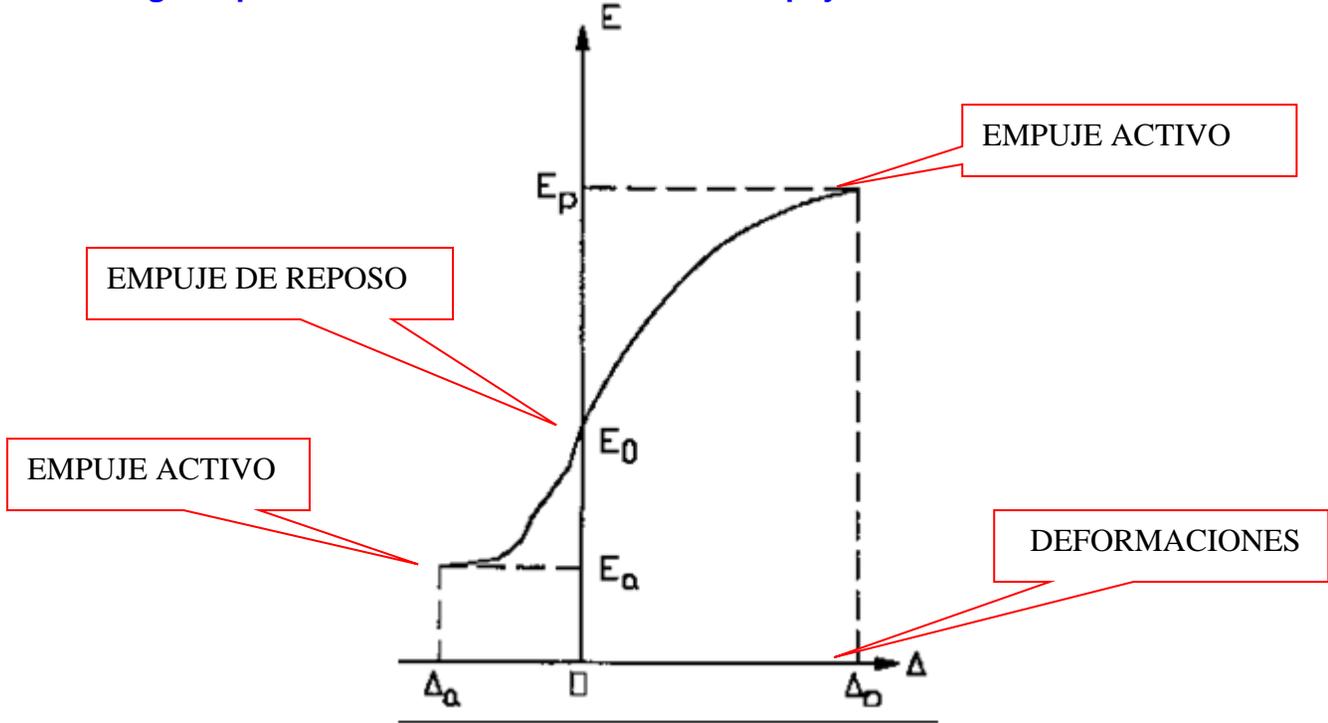




Figura que muestra la determinación del empuje.



¿Cual es el empuje que se debe considerar en el diseño?

**EMPUJE ACTIVO**



## **5.2 Diseño de muro de retención con gaviones realizado con el software Gawacwin®, proporcionado por Maccaferri.**

El programa **GawacWin® 1.0** es un sistema de análisis de estabilidad de muros de contención de gaviones sujetos a las más diversas situaciones. Es una herramienta poderosa de auxilio al proyectista de estructuras de contención.

El programa lleva en consideración las características mecánicas de los gaviones, producidos por el Grupo MACCAFERRI; los resultados de los cálculos y análisis no serán reales en el caso de la utilización de otros tipos de materiales.

La primera hipótesis de cálculo adoptada por el programa es la que considera el problema con una configuración plana. Por lo tanto son necesarias solamente las dimensiones del problema en el plano de la sección. Esta hipótesis es comúnmente adoptada en geotecnia, a tal punto que pocas veces se hace referencia a ella. Obviamente un análisis tridimensional sería más preciso, del punto de vista de la representación de la realidad. Por otro lado este tipo de análisis envuelve un aumento en la complejidad de los cálculos, exige mayor cantidad de datos precisos además del aumento en la demanda computacional. Otro factor que debe ser resaltado es que el análisis plano es más pesimista que un análisis tridimensional, conduciendo al usuario a resultados del lado de la seguridad.

Para utilizar el programa el usuario necesita apenas proveer los datos del problema y accionar los comandos de análisis. Al final de este proceso el programa presenta un informe con los datos del problema y los resultados de este análisis.

A la medida que el usuario provee los datos, la ventana principal del programa presenta una visión de la geometría del problema. Esta visión puede ser ampliada,



disminuida o desplazada utilizando los comandos del menú visualizar o los comandos de la barra de herramientas.

El usuario tiene todavía la opción de corregir el diseño presentado en la ventana principal, como en un programa de CAD, utilizando el mouse para alterar la geometría.

El sistema de ayuda del programa puede ser activado a través de la opción Ayuda del menú principal. Se puede también presionar la tecla F1 para esta finalidad en cualquier momento durante la utilización del programa.

Finalizando es necesario esclarecer que las teorías anteriormente descritas tienen limitaciones cuanto a su uso en algunas situaciones especiales (como todas las teorías). Siendo así, aún si el programa es capaz de lidiar con una gran variedad de situaciones que pueden ocurrir en la práctica, en algunos casos, debido tales limitaciones, tal vez sean necesarias comparaciones y análisis complementarios. En estas situaciones solicitamos que los usuarios contacten a MACCAFERRI informando el problema observado, de esta forma será posible considerar tales observaciones en el desenvolvimiento de las nuevas versiones del programa.



**A continuación se presentara una aclaración de los datos que se le proporcionan al Programa GawacWin® .**

La inclinación del muro, según el manual de nombre de “Estructuras flexibles en gaviones” en obras de contención dice, que es conveniente inclinar el muro contra el terreno en un ángulo generalmente de  $6^{\circ}$  o  $10^{\circ}$ , que en el cual, para nuestro caso inclinamos el muro con un ángulo de  $6^{\circ}$ , con la finalidad de disminuir el valor del coeficiente de empuje activo.

El peso especifico de las piedras, se toma del manual de gaviones Maccaferri, establece una Tabla que se llama: “Peso de las estructuras en gaviones” que la podrá ver en la **pagina 75, Tabla 5.3**. Que para nuestro caso seleccionamos una piedra con el nombre de granito que contiene un peso especifico de  $2.60 \text{ t/m}^3$ , que es igual a  $26.0 \text{ KN/m}^3$ .

Porosidad de los gaviones, según “Manual de estructuras flexibles en gaviones” considera que el gavión tiene un porcentaje de vacíos(n) alrededor del 30%.

Los datos obtenidos sobre el suelo, tales como: peso específico, ángulo de fricción, son tomados de las tablas 5.1 y 5.2 (Ver Pagina73 y 74).

La presión aceptable en la fundación, **Tabla 5.4 (Ver pagina 76)** Valores admisible para terreno de fundación, en el cual tomamos dependiendo del tipo de suelo de  $2\text{Kg/cm}^2$ , que es igual a  $200\text{KN/m}^2$ .

Se considera en el diseño datos sobre efecto sísmico, en el cual se tomo con el Reglamento Nacional de la Construcción, un coeficiente sísmico horizontal de 0.20.



## 5.2.1 Realización de los muros de gaviones para el cauce San Isidro de la Cruz Verde.

GawacWin 1.0

Página 1

Programa licenciado para: SINTER SA

Proyecto: SAN ISIDRO MURO DE CANAL

Archivo: PROYECTO MONOGRAFICO

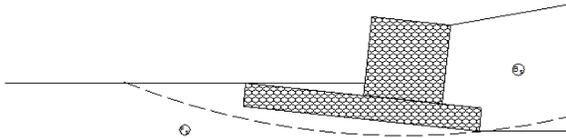
Fecha: 11/11/2008

### DATOS INICIALES

#### Datos sobre el muro

Inclinación del muro : 6,00 grad.  
 Peso esp. de las piedras : 26,00 kN/m<sup>3</sup>  
 Porosidad de los gaviones : 30,00 %  
 Geotextil en el terraplén : No  
 Reducción en la fricción : %  
 Geotextil en la base : No  
 Reducción en la fricción : %  
 Malla y diám. del alamb.: 8x10, ø 2.7 mm CD

Camada	Largo m	Altura m	Distancia m
1	3,00	0,30	-
2	1,00	1,00	1,50



#### Datos sobre el suelo del terraplén

Inclinación del primer trecho : 10,00 grad.  
 Largo del primer trecho : 3,00 m  
 Inclinación del segundo trecho : 15,00 grad.  
 Peso específico del suelo : 18,00 kN/m<sup>3</sup>  
 Ángulo de fricción del suelo : 25,00 grad.  
 Cohesión del suelo : 0,00 kN/m<sup>2</sup>

#### Camadas adicionales en el terraplén

Camada	Altura inicial m	Inclinación grad.	Peso específico kN/m <sup>3</sup>	Cohesión kN/m <sup>2</sup>	Ángulo de fricción grad.
--------	---------------------	----------------------	--------------------------------------	-------------------------------	-----------------------------



**GawacWin 1.0**

**Página 2**

Programa licenciado para: SINTER SA

Proyecto: SAN ISIDRO MURO DE CANAL

Archivo: PROYECTO MONOGRAFICO

Fecha: 11/11/2008

**Datos sobre la fundación**

Profundidad de la fundación : 0,30 m  
 Largo horiz. en la fundación : 2,00 m  
 Inclinación de la de fundación : 0,00 grad.  
 Peso específico del suelo : 18,00 kN/m<sup>3</sup>  
 Ángulo de fricción del suelo : 25,00 grad.  
 Cohesión del suelo : 0,00 kN/m<sup>2</sup>  
 Presión aceptable en la fundación : 200,00 kN/m<sup>2</sup>  
 Nivel del agua : m

Camada adicional en la fundación

Camada	Profundidad m	Peso específico kN/m <sup>3</sup>	Cohesión kN/m <sup>2</sup>	Ángulo de fricción grad.
--------	------------------	--------------------------------------	-------------------------------	-----------------------------

**Datos sobre la napa freática**

Altura inicial : m  
 Inclinación del primer trazo : grad.  
 Largo del primer trazo : m  
 Inclinación del segundo trazo : grad.  
 Largo del segundo trazo : m

**Datos sobre las cargas**

Cargas distribuidas sobre el terraplén  
 Primer trazo : kN/m<sup>2</sup>  
 Segundo trazo : kN/m<sup>2</sup>

Cargas distribuidas sobre el muro  
 Carga : kN/m<sup>2</sup>

Línea de carga sobre el terraplén  
 Carga 1 : kN/m Dist. al tope del muro : m  
 Carga 2 : kN/m Dist. al tope del muro : m  
 Carga 3 : kN/m Dist. al tope del muro : m

Línea de carga sobre el muro  
 Carga : kN/m Dist. al tope del muro : m

**Datos sobre efectos sísmicos**

Coefficiente Horizontal : 0,20      Coeficiente Vertical :



Programa licenciado para: SINTER SA

Proyecto: SAN ISIDRO MURO DE CANAL

Archivo: PROYECTO MONOGRAFICO

Fecha: 11/11/2008

### RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE ESTABILIDAD

#### Empuje Activo y Pasivo

Empuje Activo	:	14,36 kN/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	2,71 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	0,44 m
Dirección del empuje con ref. al eje X	:	33,38 grad.
Empuje Pasivo	:	2,00 kN/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	0,01 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	0,10 m
Dirección del empuje con ref. al eje X	:	0,00 grad.

#### Deslizamiento

Fuerza normal en en la base	:	45,24 kN/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	1,74 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	-0,18 m
Fuerza de corte en la base	:	12,49 kN/m
Fuerza resistente en la base	:	25,22 kN/m
<b>Coef. de Seg. Contra el Deslizamiento</b>	:	<b>1,74</b>

#### Vuelco

Momento Activo	:	7,60 kN/m x m
Momento Resistente	:	86,91 kN/m x m
<b>Coef. de Seg. Contra el Vuelco</b>	:	<b>11,43</b>

#### Tensiones Actuantes en la Fundación

Excentricidad	:	-0,33 m
Tensión normal a la izquierda	:	5,18 kN/m <sup>2</sup>
Tensión normal a la derecha	:	27,05 kN/m <sup>2</sup>
Máx. Tensión aceptable en la Fundación	:	200,00 kN/m <sup>2</sup>



**GawacWin 1.0**

**Página 4**

Programa licenciado para: SINTER SA

Proyecto: SAN ISIDRO MURO DE CANAL

Archivo: PROYECTO MONOGRAFICO

Fecha: 11/11/2008

**Estabilidad Global**

Distancia inicial a la izquierda : m  
Distancia inicial a la derecha : m  
Profundidad inicial con ref. a la base : m  
Máx. profundidad aceptable para el cálculo : m  
Centro del arco con referencia al eje X : 2,02 m  
Centro del arco con referencia al eje Y : 9,11 m  
Radio del arco : 9,49 m  
Número de superficies analizadas : 58  
**Coef. de Seg. Contra la Rotura Global : 1,20**

**Estabilidad Interna**

Camada	H m	N kN/m	T kN/m	M kN/m x m	$\tau$ Máx. kN/m <sup>2</sup>	$\tau$ Adm. kN/m <sup>2</sup>	$\sigma$ Máx. kN/m <sup>2</sup>	$\sigma$ Adm. kN/m <sup>2</sup>
1	0,99	21,03	7,18	7,87	7,18	35,31	28,08	



**GawacWin 1.0**

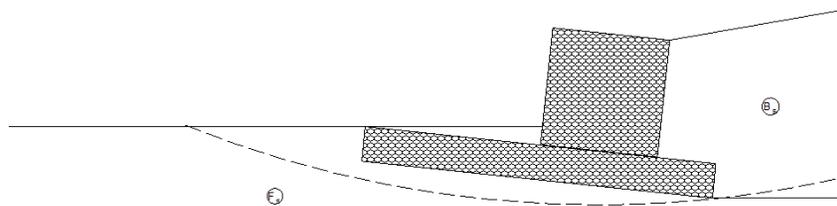
**Resumen**

Programa licenciado para: SINTER SA

Proyecto: SAN ISIDRO MURO DE CANAL

Archivo: PROYECTO MONOGRAFICO

Fecha: 11/11/2008



**DATOS SOBRE EL SUELO**

Suelo	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	c kN/m <sup>2</sup>	$\phi$ grad.	Suelo	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	c kN/m <sup>2</sup>	$\phi$ grad.
B <sub>s</sub>	18,00	0,00	25,00	F <sub>s</sub>	18,00	0,00	25,00

**CARGAS**

Carga	Valor kN/m <sup>2</sup>	Carga	Valor kN/m

**VERIFICACIONES DE ESTABILIDAD**

Coef. de seg. contra el Desliz.	1,74	Tensión en la base (izq.)	5,18kN/m <sup>2</sup>
Coef. de seg. contra el Vuelco	11,43	Tensión en la base (der.)	27,05kN/m <sup>2</sup>
Coef. de seg. contra la Rot. Global	1,20	Máx. tensión aceptable	200,00kN/m <sup>2</sup>



## SAN ISIDRO MURO DE CANAL.

GawacWin 1.0

Página 1

Programa licenciado para: SINTER SA

Proyecto: SAN ISIDRO DISIPADOR DE ENERGIA

Archivo: PROYECTO MONOGRAFICO 2

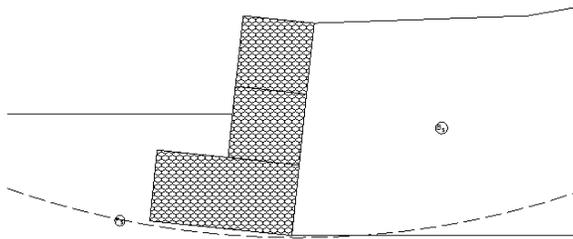
Fecha: 11/11/2008

### DATOS INICIALES

#### Datos sobre el muro

Inclinación del muro : 6,00 grad.  
 Peso esp. de las piedras : 26,00 kN/m<sup>3</sup>  
 Porosidad de los gaviones : 30,00 %  
 Geotextil en el terraplén : No  
 Reducción en la fricción : %  
 Geotextil en la base : No  
 Reducción en la fricción : %  
 Malla y diám. del alamb.: 8x10, ø 2.7 mm CD

Camada	Largo m	Altura m	Distancia m
1	2,00	1,00	-
2	1,00	1,00	1,00
3	1,00	1,00	1,00



#### Datos sobre el suelo del terraplén

Inclinación del primer trazo : 2,00 grad.  
 Largo del primer trazo : 3,00 m  
 Inclinación del segundo trazo : 10,00 grad.  
 Peso específico del suelo : 18,00 kN/m<sup>3</sup>  
 Ángulo de fricción del suelo : 25,00 grad.  
 Cohesión del suelo : 0,00 kN/m<sup>2</sup>

#### Camadas adicionales en el terraplén

Camada	Altura inicial m	Inclinación grad.	Peso específico kN/m <sup>3</sup>	Cohesión kN/m <sup>2</sup>	Ángulo de fricción grad.
--------	---------------------	----------------------	--------------------------------------	-------------------------------	-----------------------------



**GawacWin 1.0**

**Página 2**

Programa licenciado para: SINTER SA

Proyecto: SAN ISIDRO DISIPADOR DE ENERGIA

Archivo: PROYECTO MONOGRAFICO 2

Fecha: 11/11/2008

**Datos sobre la fundación**

Profundidad de la fundación : 1,50 m  
 Largo horiz. en la fundación : 2,00 m  
 Inclinación de la de fundación : 0,00 grad.  
 Peso específico del suelo : 18,00 kN/m<sup>3</sup>  
 Ángulo de fricción del suelo : 25,00 grad.  
 Cohesión del suelo : 0,00 kN/m<sup>2</sup>  
 Presión aceptable en la fundación : 200,00 kN/m<sup>2</sup>  
 Nivel del agua : m

Camada adicional en la fundación

Camada	Profundidad m	Peso específico kN/m <sup>3</sup>	Cohesión kN/m <sup>2</sup>	Ángulo de fricción grad.
--------	------------------	--------------------------------------	-------------------------------	-----------------------------

**Datos sobre la napa freática**

Altura inicial : m  
 Inclinación del primer tramo : grad.  
 Largo del primer tramo : m  
 Inclinación del segundo tramo : grad.  
 Largo del segundo tramo : m

**Datos sobre las cargas**

Cargas distribuidas sobre el terraplén  
 Primer tramo : kN/m<sup>2</sup>  
 Segundo tramo : kN/m<sup>2</sup>

Cargas distribuidas sobre el muro  
 Carga : kN/m<sup>2</sup>

Línea de carga sobre el terraplén  
 Carga 1 : kN/m Dist. al tope del muro : m  
 Carga 2 : kN/m Dist. al tope del muro : m  
 Carga 3 : kN/m Dist. al tope del muro : m

Línea de carga sobre el muro  
 Carga : kN/m Dist. al tope del muro : m

**Datos sobre efectos sísmicos**

Coefficiente Horizontal : 0,20      Coeficiente Vertical :



Programa licenciado para: SINTER SA

Proyecto: SAN ISIDRO DISIPADOR DE ENERGIA

Archivo: PROYECTO MONOGRAFICO 2

Fecha: 11/11/2008

### RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE ESTABILIDAD

#### Empuje Activo y Pasivo

Empuje Activo	:	43,17 kN/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	2,16 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	1,46 m
Dirección del empuje con ref. al eje X	:	19,00 grad.
Empuje Pasivo	:	49,89 kN/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	0,05 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	0,50 m
Dirección del empuje con ref. al eje X	:	0,00 grad.

#### Deslizamiento

Fuerza normal en en la base	:	86,95 kN/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	0,82 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	-0,09 m
Fuerza de corte en la base	:	-3,63 kN/m
Fuerza resistente en la base	:	95,03 kN/m
<b>Coef. de Seg. Contra el Deslizamiento</b>	:	<b>2,07</b>

#### Vuelco

Momento Activo	:	75,69 kN/m x m
Momento Resistente	:	155,38 kN/m x m
<b>Coef. de Seg. Contra el Vuelco</b>	:	<b>2,05</b>

#### Tensiones Actuantes en la Fundación

Excentricidad	:	0,18 m
Tensión normal a la izquierda	:	75,23 kN/m <sup>2</sup>
Tensión normal a la derecha	:	22,15 kN/m <sup>2</sup>
Máx. Tensión aceptable en la Fundación	:	200,00 kN/m <sup>2</sup>



**GawacWin 1.0**

**Pagina 4**

Programa licenciado para: SINTER SA

Proyecto: SAN ISIDRO DISIPADOR DE ENERGIA  
Archivo: PROYECTO MONOGRAFICO 2

Fecha: 11/11/2008

**Estabilidad Global**

Distancia inicial a la izquierda : m  
 Distancia inicial a la derecha : m  
 Profundidad inicial con ref. a la base : m  
 Máx. profundidad aceptable para el cálculo : m  
 Centro del arco con referencia al eje X : 2,08 m  
 Centro del arco con referencia al eje Y : 12,15 m  
 Radio del arco : 12,40 m  
 Número de superficies analizadas : 44  
**Coef. de Seg. Contra la Rotura Global : 1,44**

**Estabilidad Interna**

Camada	H m	N kN/m	T kN/m	M kN/m x m	$\tau$ Máx. kN/m <sup>2</sup>	$\tau$ Adm. kN/m <sup>2</sup>	$\sigma$ Máx. kN/m <sup>2</sup>	$\sigma$ Adm. kN/m <sup>2</sup>
1	1,99	44,79	20,23	5,91	20,23	52,83	169,87	615,79
2	0,99	20,44	5,92	8,22	5,92	34,88	25,42	



**GawacWin 1.0**

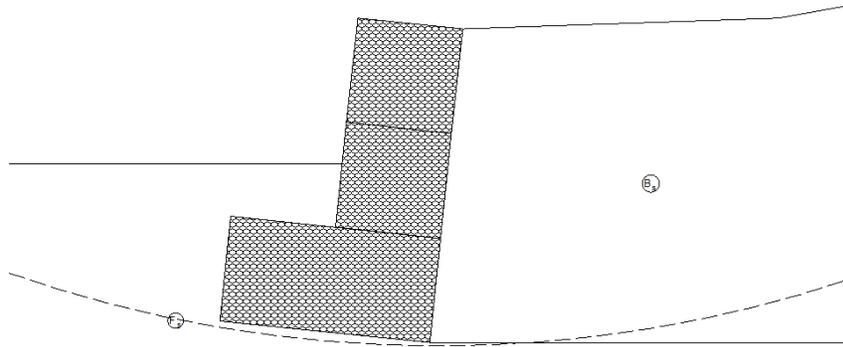
**Resumen**

Programa licenciado para: SINTER SA

Proyecto: SAN ISIDRO DISIPADOR DE ENERGIA

Archivo: PROYECTO MONOGRAFICO 2

Fecha: 11/11/2008



**DATOS SOBRE EL SUELO**

Suelo	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	c kN/m <sup>2</sup>	$\phi$ grad.	Suelo	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	c kN/m <sup>2</sup>	$\phi$ grad.
B <sub>s</sub>	18,00	0,00	25,00	F <sub>s</sub>	18,00	0,00	25,00

**CARGAS**

Carga	Valor kN/m <sup>2</sup>	Carga	Valor kN/m

**VERIFICACIONES DE ESTABILIDAD**

Coef. de seg. contra el Desliz.	2,07	Tensión en la base (izq.)	75,23kN/m <sup>2</sup>
Coef. de seg. contra el Vuelco	2,05	Tensión en la base (der.)	22,15kN/m <sup>2</sup>
Coef. de seg. contra la Rot. Global	1,44	Máx. tensión aceptable	200,00kN/m <sup>2</sup>



## SAN ISIDRO MURO DE DESCARGA

GawacWin 1.0

Página 1

Programa licenciado para: SINTER SA

Proyecto: SAN ISIDRO MURO DE DESCARGA

Archivo: PROYECTO MONOGRAFICO 3

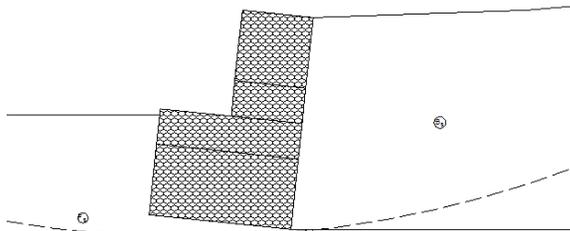
Fecha: 11/11/2008

### DATOS INICIALES

#### Datos sobre el muro

Inclinación del muro : 6,00 grad.  
 Peso esp. de las piedras : 26,00 kN/m<sup>3</sup>  
 Porosidad de los gaviones : 30,00 %  
 Geotextil en el terraplén : No  
 Reducción en la fricción : %  
 Geotextil en la base : No  
 Reducción en la fricción : %  
 Malla y diám. del alamb.: 8x10, ø 2.7 mm CD

Camada	Largo m	Altura m	Distancia m
1	2,00	1,00	-
2	2,00	0,50	0,00
3	1,00	0,50	1,00
4	1,00	1,00	1,00



#### Datos sobre el suelo del terraplén

Inclinación del primer trazo : 2,00 grad.  
 Largo del primer trazo : 3,00 m  
 Inclinación del segundo trazo : 5,00 grad.  
 Peso específico del suelo : 18,00 kN/m<sup>3</sup>  
 Ángulo de fricción del suelo : 25,00 grad.  
 Cohesión del suelo : 0,00 kN/m<sup>2</sup>

#### Camadas adicionales en el terraplén

Camada	Altura inicial m	Inclinación grad.	Peso específico kN/m <sup>3</sup>	Cohesión kN/m <sup>2</sup>	Ángulo de fricción grad.
--------	---------------------	----------------------	--------------------------------------	-------------------------------	-----------------------------



Programa licenciado para: SINTER SA

Proyecto: SAN ISIDRO MURO DE DESCARGA

Archivo: PROYECTO MONOGRAFICO 3

Fecha: 11/11/2008

### Datos sobre la fundación

Profundidad de la fundación : 1,40 m  
 Largo horiz. en la fundación : 2,00 m  
 Inclinación de la de fundación : 0,00 grad.  
 Peso específico del suelo : 18,00 kN/m<sup>3</sup>  
 Ángulo de fricción del suelo : 25,00 grad.  
 Cohesión del suelo : 0,00 kN/m<sup>2</sup>  
 Presión aceptable en la fundación : 200,00 kN/m<sup>2</sup>  
 Nivel del agua : m

#### Camada adicional en la fundación

Camada	Profundidad m	Peso específico kN/m <sup>3</sup>	Cohesión kN/m <sup>2</sup>	Ángulo de fricción grad.
--------	------------------	--------------------------------------	-------------------------------	-----------------------------

### Datos sobre la napa freática

Altura inicial : m  
 Inclinación del primer trecho : grad.  
 Largo del primer trecho : m  
 Inclinación del segundo trecho : grad.  
 Largo del segundo trecho : m

### Datos sobre las cargas

Cargas distribuidas sobre el terraplén  
 Primer trecho : kN/m<sup>2</sup>  
 Segundo trecho : kN/m<sup>2</sup>

Cargas distribuidas sobre el muro  
 Carga : kN/m<sup>2</sup>

Línea de carga sobre el terraplén  
 Carga 1 : kN/m Dist. al tope del muro : m  
 Carga 2 : kN/m Dist. al tope del muro : m  
 Carga 3 : kN/m Dist. al tope del muro : m

Línea de carga sobre el muro  
 Carga : kN/m Dist. al tope del muro : m

### Datos sobre efectos sísmicos

Coefficiente Horizontal : 0,20      Coeficiente Vertical :



Programa licenciado para: SINTER SA

Proyecto: SAN ISIDRO MURO DE DESCARGA

Archivo: PROYECTO MONOGRAFICO 3

Fecha: 11/11/2008

### RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE ESTABILIDAD

#### Empuje Activo y Pasivo

Empuje Activo	:	42,00 kN/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	2,15 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	1,34 m
Dirección del empuje con ref. al eje X	:	19,00 grad.
Empuje Pasivo	:	43,46 kN/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	0,05 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	0,47 m
Dirección del empuje con ref. al eje X	:	0,00 grad.

#### Deslizamiento

Fuerza normal en en la base	:	96,37 kN/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	0,80 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	-0,08 m
Fuerza de corte en la base	:	2,57 kN/m
Fuerza resistente en la base	:	92,40 kN/m
<b>Coef. de Seg. Contra el Deslizamiento</b>	:	<b>2,02</b>

#### Vuelco

Momento Activo	:	71,49 kN/m x m
Momento Resistente	:	155,43 kN/m x m
<b>Coef. de Seg. Contra el Vuelco</b>	:	<b>2,17</b>

#### Tensiones Actuantes en la Fundación

Excentricidad	:	0,20 m
Tensión normal a la izquierda	:	85,00 kN/m <sup>2</sup>
Tensión normal a la derecha	:	20,46 kN/m <sup>2</sup>
Máx. Tensión aceptable en la Fundación	:	200,00 kN/m <sup>2</sup>



**GawacWin 1.0**

**Página 4**

Programa licenciado para: SINTER SA

Proyecto: SAN ISIDRO MURO DE DESCARGA

Archivo: PROYECTO MONOGRAFICO 3

Fecha: 11/11/2008

**Estabilidad Global**

Distancia inicial a la izquierda : m  
Distancia inicial a la derecha : m  
Profundidad inicial con ref. a la base : m  
Máx. profundidad aceptable para el cálculo : m  
Centro del arco con referencia al eje X : 0,59 m  
Centro del arco con referencia al eje Y : 15,07 m  
Radio del arco : 15,40 m  
Número de superficies analizadas : 48  
**Coef. de Seg. Contra la Rotura Global : 1,50**

**Estabilidad Interna**

Camada	H m	N kN/m	T kN/m	M kN/m x m	$\tau$ Máx. kN/m <sup>2</sup>	$\tau$ Adm. kN/m <sup>2</sup>	$\sigma$ Máx. kN/m <sup>2</sup>	$\sigma$ Adm. kN/m <sup>2</sup>
1	1,99	54,03	21,09	55,10	10,54	49,73	26,49	615,79
2	1,49	32,13	12,02	9,17	12,02	53,49	56,25	
3	0,99	20,44	5,92	8,22	5,92	34,88	25,42	



**GawacWin 1.0**

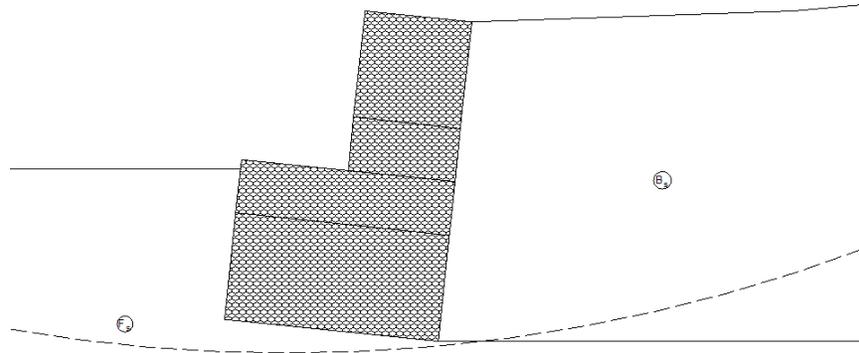
**Resumen**

Programa licenciado para: SINTER SA

Proyecto: SAN ISIDRO MURO DE DESCARGA

Archivo: PROYECTO MONOGRAFICO 3

Fecha: 11/11/2008



**DATOS SOBRE EL SUELO**

Suelo	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	c kN/m <sup>2</sup>	$\phi$ grad.	Suelo	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	c kN/m <sup>2</sup>	$\phi$ grad.
B <sub>s</sub>	18,00	0,00	25,00	F <sub>s</sub>	18,00	0,00	25,00

**CARGAS**

Carga	Valor kN/m <sup>2</sup>	Carga	Valor kN/m

**VERIFICACIONES DE ESTABILIDAD**

Coef. de seg. contra el Desliz.	2,02	Tensión en la base (izq.)	85,00kN/m <sup>2</sup>
Coef. de seg. contra el Vuelco	2,17	Tensión en la base (der.)	20,46kN/m <sup>2</sup>
Coef. de seg. contra la Rot. Global	1,50	Máx. tensión aceptable	200,00kN/m <sup>2</sup>



## SAN ISIDRO MURO DE CAIDAS.

GawacWin 1.0

Página 1

Programa licenciado para: SINTER SA

Proyecto: SAN ISIDRO MURO DE CAIDAS

Archivo: PROYECTO MONOGRAFICO 4

Fecha: 11/11/2008

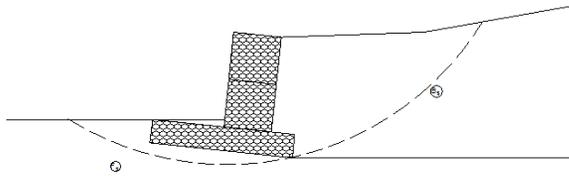
### DATOS INICIALES

#### Datos sobre el muro

Inclinación del muro : 6,00 grad.  
 Peso esp. de las piedras : 26,00 kN/m<sup>3</sup>  
 Porosidad de los gaviones : 30,00 %  
 Geotextil en el terraplén : No  
 Reducción en la fricción : %  
 Geotextil en la base : No  
 Reducción en la fricción : %  
 Malla y diám. del alamb.: 8x10, ø 2.7 mm CD

Camada	Largo m	Altura m	Distancia m
1	3,00	0,50	-
2	1,00	1,00	1,50
3	1,00	1,00	1,50

+



#### Datos sobre el suelo del terraplén

Inclinación del primer tramo : 2,00 grad.  
 Largo del primer tramo : 3,00 m  
 Inclinación del segundo tramo : 10,00 grad.  
 Peso específico del suelo : 18,00 kN/m<sup>3</sup>  
 Ángulo de fricción del suelo : 25,00 grad.  
 Cohesión del suelo : 0,00 kN/m<sup>2</sup>

#### Camadas adicionales en el terraplén

Camada	Altura inicial m	Inclinación grad.	Peso específico kN/m <sup>3</sup>	Cohesión kN/m <sup>2</sup>	Ángulo de fricción grad.



Programa licenciado para: SINTER SA

Proyecto: SAN ISIDRO MURO DE CAIDAS

Archivo: PROYECTO MONOGRAFICO 4

Fecha: 11/11/2008

### Datos sobre la fundación

Profundidad de la fundación : 0,50 m  
 Largo horiz. en la fundación : 2,00 m  
 Inclinación de la de fundación : 0,00 grad.  
 Peso específico del suelo : 18,00 kN/m<sup>3</sup>  
 Ángulo de fricción del suelo : 25,00 grad.  
 Cohesión del suelo : 0,00 kN/m<sup>2</sup>  
 Presión aceptable en la fundación : 200,00 kN/m<sup>2</sup>  
 Nivel del agua : m

#### Camada adicional en la fundación

Camada	Profundidad m	Peso específico kN/m <sup>3</sup>	Cohesión kN/m <sup>2</sup>	Ángulo de fricción grad.
--------	------------------	--------------------------------------	-------------------------------	-----------------------------

### Datos sobre la napa freática

Altura inicial : m  
 Inclinación del primer trazo : grad.  
 Largo del primer trazo : m  
 Inclinación del segundo trazo : grad.  
 Largo del segundo trazo : m

### Datos sobre las cargas

Cargas distribuidas sobre el terraplén  
 Primer trazo : kN/m<sup>2</sup>  
 Segundo trazo : kN/m<sup>2</sup>

Cargas distribuidas sobre el muro  
 Carga : kN/m<sup>2</sup>

Línea de carga sobre el terraplén  
 Carga 1 : kN/m Dist. al tope del muro : m  
 Carga 2 : kN/m Dist. al tope del muro : m  
 Carga 3 : kN/m Dist. al tope del muro : m

Línea de carga sobre el muro  
 Carga : kN/m Dist. al tope del muro : m

### Datos sobre efectos sísmicos

Coefficiente Horizontal : 0,20      Coeficiente Vertical :



Programa licenciado para: SINTER SA

Proyecto: SAN ISIDRO MURO DE CAIDAS

Archivo: PROYECTO MONOGRAFICO 4

Fecha: 11/11/2008

### RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE ESTABILIDAD

#### Empuje Activo y Pasivo

Empuje Activo	:	37,84 kN/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	2,85 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	1,08 m
Dirección del empuje con ref. al eje X	:	30,31 grad.
Empuje Pasivo	:	5,54 kN/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	0,02 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	0,17 m
Dirección del empuje con ref. al eje X	:	0,00 grad.

#### Deslizamiento

Fuerza normal en en la base	:	93,44 kN/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	1,56 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	-0,16 m
Fuerza de corte en la base	:	31,63 kN/m
Fuerza resistente en la base	:	49,63 kN/m

**Coef. de Seg. Contra el Deslizamiento** : **1,34**

#### Vuelco

Momento Activo	:	46,30 kN/m x m
Momento Resistente	:	193,58 kN/m x m

**Coef. de Seg. Contra el Vuelco** : **4,18**

#### Tensiones Actuantes en la Fundación

Excentricidad	:	-0,07 m
Tensión normal a la izquierda	:	27,95 kN/m <sup>2</sup>
Tensión normal a la derecha	:	35,12 kN/m <sup>2</sup>
Máx. Tensión aceptable en la Fundación	:	200,00 kN/m <sup>2</sup>



**GawacWin 1.0**

**Pagina 4**

Programa licenciado para: SINTER SA

Proyecto: SAN ISIDRO MURO DE CAIDAS

Archivo: PROYECTO MONOGRAFICO 4

Fecha: 11/11/2008

**Estabilidad Global**

Distancia inicial a la izquierda : m  
 Distancia inicial a la derecha : m  
 Profundidad inicial con ref. a la base : m  
 Máx. profundidad aceptable para el cálculo : m  
 Centro del arco con referencia al eje X : 1,62 m  
 Centro del arco con referencia al eje Y : 5,83 m  
 Radio del arco : 6,29 m  
 Número de superficies analizadas : 35  
**Coef. de Seg. Contra la Rotura Global : 1,17**

**Estabilidad Interna**

Camada	H m	N kN/m	T kN/m	M kN/m x m	$\tau$ Máx. kN/m <sup>2</sup>	$\tau$ Adm. kN/m <sup>2</sup>	$\sigma$ Máx. kN/m <sup>2</sup>	$\sigma$ Adm. kN/m <sup>2</sup>
1	1,99	44,79	20,23	5,91	20,23	52,83	169,87	615,79
2	0,99	20,44	5,92	8,22	5,92	34,88	25,42	



**GawacWin 1.0**

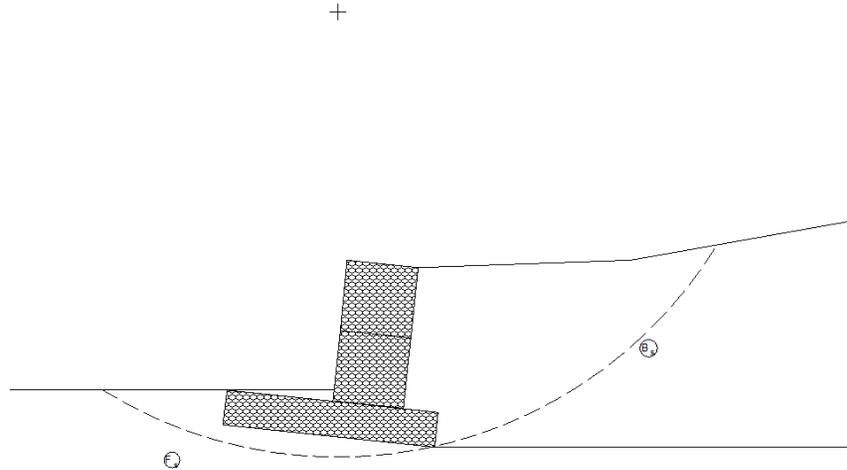
**Resumen**

Programa licenciado para: SINTER SA

Proyecto: SAN ISIDRO MURO DE CAIDAS

Archivo: PROYECTO MONOGRAFICO 4

Fecha: 11/11/2008



**DATOS SOBRE EL SUELO**

Suelo	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	c kN/m <sup>2</sup>	$\phi$ grad.	Suelo	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	c kN/m <sup>2</sup>	$\phi$ grad.
B <sub>s</sub>	18,00	0,00	25,00	F <sub>s</sub>	18,00	0,00	25,00

**CARGAS**

Carga	Valor kN/m <sup>2</sup>	Carga	Valor kN/m

**VERIFICACIONES DE ESTABILIDAD**

Coef. de seg. contra el Desliz.	1,34	Tensión en la base (izq.)	27,95kN/m <sup>2</sup>
Coef. de seg. contra el Vuelco	4,18	Tensión en la base (der.)	35,12kN/m <sup>2</sup>
Coef. de seg. contra la Rot. Global	1,17	Máx. tensión aceptable	200,00kN/m <sup>2</sup>



## 5.2.2 Realización de los muros de gaviones para el Camino cauce Las Viudas.

GawacWin 1.0

Página 1

Programa licenciado para: SINTER SA

Proyecto: LAS VIUDAS MURO DE CANAL

Archivo: PROYECTO MONOGRAFICO 5

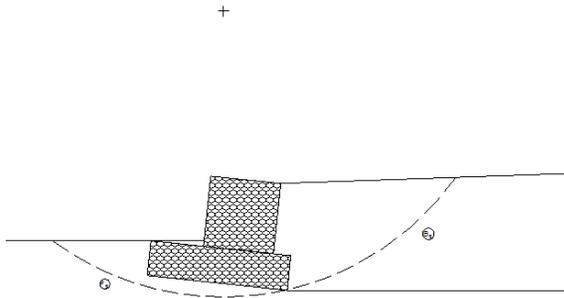
Fecha: 12/11/2008

### DATOS INICIALES

#### Datos sobre el muro

Inclinación del muro : 6,00 grad.  
 Peso esp. de las piedras : 26,00 kN/m<sup>3</sup>  
 Porosidad de los gaviones : 30,00 %  
 Geotextil en el terraplén : Si  
 Reducción en la fricción : 10,00 %  
 Geotextil en la base : No  
 Reducción en la fricción : %  
 Malla y diám. del alamb.: 8x10, ø 2.7 mm CD

Camada	Largo m	Altura m	Distancia m
1	2,00	0,50	-
2	1,00	1,00	0,75



#### Datos sobre el suelo del terraplén

Inclinación del primer tramo : 2,00 grad.  
 Largo del primer tramo : 0,00 m  
 Inclinación del segundo tramo : 15,00 grad.  
 Peso específico del suelo : 18,00 kN/m<sup>3</sup>  
 Ángulo de fricción del suelo : 25,00 grad.  
 Cohesión del suelo : 0,00 kN/m<sup>2</sup>

#### Camadas adicionales en el terraplén

Camada	Altura inicial m	Inclinación grad.	Peso específico kN/m <sup>3</sup>	Cohesión kN/m <sup>2</sup>	Ángulo de fricción grad.
--------	---------------------	----------------------	--------------------------------------	-------------------------------	-----------------------------



Programa licenciado para: SINTER SA

Proyecto: LAS VIUDAS MURO DE CANAL

Archivo: PROYECTO MONOGRAFICO 5

Fecha: 12/11/2008

**Datos sobre la fundación**

Profundidad de la fundación : 0,50 m  
 Largo horiz. en la fundación : 2,00 m  
 Inclinación de la de fundación : 0,00 grad.  
 Peso específico del suelo : 18,00 kN/m<sup>3</sup>  
 Ángulo de fricción del suelo : 25,00 grad.  
 Cohesión del suelo : 0,00 kN/m<sup>2</sup>  
 Presión aceptable en la fundación : 200,00 kN/m<sup>2</sup>  
 Nivel del agua : m

Camada adicional en la fundación

Camada	Profundidad m	Peso específico kN/m <sup>3</sup>	Cohesión kN/m <sup>2</sup>	Ángulo de fricción grad.
--------	------------------	--------------------------------------	-------------------------------	-----------------------------

**Datos sobre la napa freática**

Altura inicial : m  
 Inclinación del primer trecho : grad.  
 Largo del primer trecho : m  
 Inclinación del segundo trecho : grad.  
 Largo del segundo trecho : m

**Datos sobre las cargas**

Cargas distribuidas sobre el terraplén  
 Primer trecho : kN/m<sup>2</sup>  
 Segundo trecho : kN/m<sup>2</sup>

Cargas distribuidas sobre el muro  
 Carga : kN/m<sup>2</sup>

Línea de carga sobre el terraplén  
 Carga 1 : kN/m Dist. al tope del muro : m  
 Carga 2 : kN/m Dist. al tope del muro : m  
 Carga 3 : kN/m Dist. al tope del muro : m

Línea de carga sobre el muro  
 Carga : kN/m Dist. al tope del muro : m

**Datos sobre efectos sísmicos**

Coefficiente Horizontal : 0,20      Coeficiente Vertical :



Programa licenciado para: SINTER SA

Proyecto: LAS VIUDAS MURO DE CANAL

Archivo: PROYECTO MONOGRAFICO 5

Fecha: 12/11/2008

### RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE ESTABILIDAD

#### Empuje Activo y Pasivo

Empuje Activo	:	12,57 kN/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	1,94 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	0,54 m
Dirección del empuje con ref. al eje X	:	25,96 grad.
Empuje Pasivo	:	5,54 kN/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	0,02 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	0,17 m
Dirección del empuje con ref. al eje X	:	0,00 grad.

#### Deslizamiento

Fuerza normal en en la base	:	44,19 kN/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	1,03 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	-0,11 m
Fuerza de corte en la base	:	8,70 kN/m
Fuerza resistente en la base	:	26,66 kN/m
<b>Coef. de Seg. Contra el Deslizamiento</b>	:	<b>1,88</b>

#### Vuelco

Momento Activo	:	10,01 kN/m x m
Momento Resistente	:	56,82 kN/m x m
<b>Coef. de Seg. Contra el Vuelco</b>	:	<b>5,68</b>

#### Tensiones Actuantes en la Fundación

Excentricidad	:	-0,04 m
Tensión normal a la izquierda	:	20,48 kN/m <sup>2</sup>
Tensión normal a la derecha	:	24,87 kN/m <sup>2</sup>
Máx. Tensión aceptable en la Fundación	:	200,00 kN/m <sup>2</sup>



GawacWin 1.0

Página 4

Programa licenciado para: SINTER SA

Proyecto: LAS VIUDAS MURO DE CANAL

Archivo: PROYECTO MONOGRAFICO 5

Fecha: 12/11/2008

### Estabilidad Global

Distancia inicial a la izquierda : m  
Distancia inicial a la derecha : m  
Profundidad inicial con ref. a la base : m  
Máx. profundidad aceptable para el cálculo : m  
Centro del arco con referencia al eje X : 1,08 m  
Centro del arco con referencia al eje Y : 3,76 m  
Radio del arco : 4,07 m  
Número de superficies analizadas : 46  
**Coef. de Seg. Contra la Rotura Global : 1,46**

### Estabilidad Interna

Camada	H m	N kN/m	T kN/m	M kN/m x m	$\tau$ Máx. kN/m <sup>2</sup>	$\tau$ Adm. kN/m <sup>2</sup>	$\sigma$ Máx. kN/m <sup>2</sup>	$\sigma$ Adm. kN/m <sup>2</sup>
1	0,99	20,24	5,97	8,00	5,97	34,73	25,63	



**GawacWin 1.0**

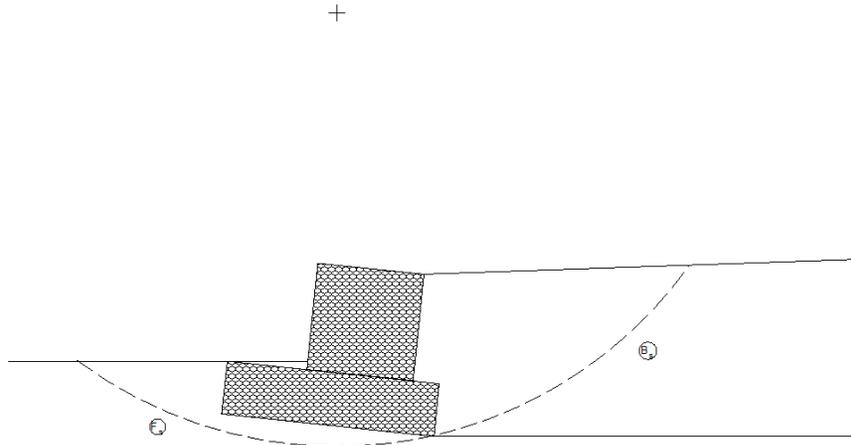
**Resumen**

Programa licenciado para: SINTER SA

Proyecto: LAS VIUDAS MURO DE CANAL

Archivo: PROYECTO MONOGRAFICO 5

Fecha: 12/11/2008



**DATOS SOBRE EL SUELO**

Suelo	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	c kN/m <sup>2</sup>	$\phi$ grad.	Suelo	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	c kN/m <sup>2</sup>	$\phi$ grad.
B <sub>s</sub>	18,00	0,00	25,00	F <sub>s</sub>	18,00	0,00	25,00

**CARGAS**

Carga	Valor kN/m <sup>2</sup>	Carga	Valor kN/m

**VERIFICACIONES DE ESTABILIDAD**

Coef. de seg. contra el Desliz.	1,88	Tensión en la base (izq.)	20,48kN/m <sup>2</sup>
Coef. de seg. contra el Vuelco	5,68	Tensión en la base (der.)	24,87kN/m <sup>2</sup>
Coef. de seg. contra la Rot. Global	1,46	Máx. tensión aceptable	200,00kN/m <sup>2</sup>



**Presentación del formulario para la comprobación de las dimensiones del muro “San Isidro Muro de canal”.**

**Formulario empleado para el diseño.**

Nombre	Formula	Nombres característicos de los coeficientes de la formula a emplear.
Angulo $\beta$ es formado por el plano de empuje y la horizontal.	$\beta = \arctg \frac{h}{B-a} + \alpha$	<p>h = Altura del muro.            B = Base del muro.            a = Ancho de la cima del muro.  <math>\alpha</math> = La inclinación del muro contra el terreno, que generalmente es de <math>6^\circ</math>.</p>
Valor del coeficiente de empuje activo $K_a$ .	$K_a = \frac{\text{sen}^2(\beta + \phi)}{\text{sen}^2 \beta \text{sen}(\beta - \delta) \left( 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \text{sen}(\phi - \varepsilon)}{\text{sen}(\beta - \delta) \text{sen}(\beta + \varepsilon)}} \right)^2}$	<p><math>\beta</math> = ángulo formado por el plano empuje y la horizontal.  <math>\Phi</math> = ángulo de fricción interna del terreno.  <math>\delta</math> = ángulo de fricción entre el muro y el terreno.  <math>\varepsilon</math> = ángulo del talud sobre el muro con la horizontal</p>
El empuje activo $E_a$ .	$E_a = \frac{1}{2} \gamma_s H^2 K_a$	<p><math>\gamma_s</math> = peso específico del suelo.            H = altura del muro con la influencia de la inclinación de <math>6^\circ</math>.</p>
Altura del muro H influenciada por la inclinación del muro	$H = h * \cos \alpha$	<p>h = Altura del muro.  <math>\alpha</math> = inclinación del muro contra el terreno.</p>



contra el terreno de 6°.		
--------------------------	--	--

**Formulario empleado para el diseño.**

Nombre	Formula	Nombres característicos de los coeficientes de la formula a emplear.
Altura de aplicación del empuje d.	$d = \frac{H}{3} - B \operatorname{sen} \alpha$	H = Altura del muro influenciada por la inclinación del muro contra el terreno de 6°. α = La inclinación del muro contra el terreno, que generalmente es de 6°. B = base del muro.
Peso específico del gavión γ <sub>g</sub> .	$\gamma_g = \gamma_p (1 - n)$	γ <sub>p</sub> = Peso específico de la piedra. n = Porcentaje de vacíos de 30%
Peso propio de la estructura W.	$W = A * \gamma_g$	A = área de la sección del muro. γ <sub>g</sub> = peso específico del gavión.
Componente vertical del empuje E <sub>v</sub> .	$E_v = E_a \operatorname{sen}(90 + \delta - \beta)$	E <sub>a</sub> = empuje activo. δ = ángulo de fricción entre el muro y el terreno. β = ángulo formado por el plano empuje y la horizontal.
Componente horizontal del empuje E <sub>h</sub> .	$E_h = E_a \operatorname{cos}(90 + \delta - \beta)$	E <sub>a</sub> = empuje activo. δ = ángulo de fricción entre el muro y el terreno. β = ángulo formado por el plano empuje y la horizontal.
Fuerza estabilizante nominal F <sub>en</sub> .	$F_{en} = (W + E_v) \operatorname{cos} \alpha + E_h \operatorname{sen} \alpha$	W = Peso propio de la estructura. E <sub>v</sub> = Componente vertical de la estructura. E <sub>h</sub> = Componente horizontal del empuje. α = La inclinación del muro contra el terreno, que generalmente es de 6°.



Formulario empleado para el diseño.

Nombre	Formula	Nombres característicos de los coeficientes de la formula a emplear.
Fuerza estabilizante horizontal $F_{eh}$ .	$F_{eh} = (W + E_v) \text{sen} \alpha + cB$	W = Peso propio de la estructura. Ev = Componente vertical de la estructura. $\alpha$ = La inclinación del muro contra el terreno, que generalmente es de $6^\circ$ . c = Cohesión del suelo en este caso es despreciable. B = base del muro.
Fuerza desestabilizante	$F_d = E_h \cos \alpha$	E <sub>h</sub> = Componente horizontal del empuje. $\alpha$ = La inclinación del muro contra el terreno, que generalmente es de $6^\circ$ .
Factor de seguridad	$f = \text{Tan} \phi_2$	$\Phi_2$ = ángulo de fricción del suelo de la base.
Comprobación de condición	$\frac{(f_{en} * f) + F_{eh}}{F_d} \geq 1.5$	F <sub>en</sub> = Fuerza estabilizante nominal. f = factor de seguridad. F <sub>eh</sub> = Fuerza estabilizante horizontal.
Momento Volcador	$M_v = E_h * d$	E <sub>h</sub> = Componente horizontal del empuje. d = Altura de aplicación del empuje.
Momento Resistente	$M_R = WS' + E_v * S$	W = Peso propio de la estructura. S' = análisis de coordenadas del muro. Ev = Componente vertical de la estructura. S = Es la distancia entre el fulcro y el punto de aplicación del empuje medida sobre la horizontal.
Análisis de coordenadas del muro S'	$S' = X_g * \text{Cos} \alpha + Y_g * \text{Sen} \alpha$	X <sub>g</sub> y Y <sub>g</sub> = Son las coordenadas del centro de gravedad del muro referidas a un sistema de ejes cartesianos. $\alpha$ = La inclinación del muro contra el terreno, que generalmente es de $6^\circ$ .



Formulario empleado para el diseño.

Nombre	Formula	Nombres característicos de los coeficientes de la formula a emplear.
Distancia entre el fulcro y el punto de aplicación del empuje medida sobre la horizontal, S	$S = B * \text{Cos}\alpha - \frac{H}{3} \left( H \right) \left( \frac{1}{\text{Tan}\beta} \right)$	B = base del muro. $\alpha$ = La inclinación del muro contra el terreno, que generalmente es de 6°. H = Altura del muro influenciada por la inclinación del muro contra el terreno de 6°. $\beta$ = ángulo formado por el plano empuje y la horizontal.
Comprobar que	$\frac{M_R}{M_V} \geq 1.5$	M <sub>R</sub> = momento resistente. M <sub>V</sub> = momento volcador.
La excentricidad	$e = \frac{B}{2} - \left[ \frac{M_R - M_V}{N} \right]$	B = base del muro. M <sub>R</sub> = momento resistente. M <sub>V</sub> = momento volcador. N = Resultantes de las fuerzas normales a la base del muro.
Resultantes de Fuerzas Normales.	$N = (W + E_v) \text{Cos}\alpha + E_h \text{Sen}\alpha$	W = Peso propio de la estructura. E <sub>v</sub> = Componente vertical de la estructura. $\alpha$ = La inclinación del muro contra el terreno, que generalmente es de 6°. E <sub>h</sub> = Componente horizontal del empuje.
Esfuerzos	$\sigma_1 = \frac{N}{B} \left( 1 + 6 \frac{e}{B} \right)$ $\sigma_2 = \frac{N}{B} \left( 1 - 6 \frac{e}{B} \right)$	N = Resultantes de las fuerzas normales a la base del muro. B = base del muro. e = excentricidad.



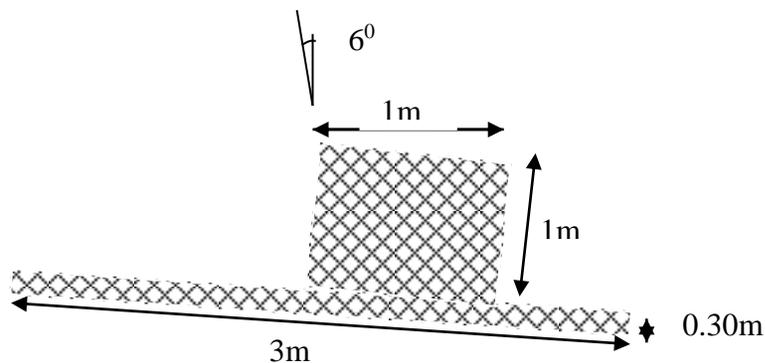
### 5.3 Diseño de muro de contención a manera analítica.

Solamente se diseña un muro a manera analítica, porque gracias al programa Gawacwin® distribuido por Maccaferri, hemos diseñado los muros de gaviones, de modo que, únicamente queremos demostrar, que las dimensiones propuestas para este muro son las adecuadas cumpliendo con las condiciones de: deslizamiento, Vuelco, verificaciones de las tensiones transmitidas al terreno, por medios analíticos usando un método comúnmente utilizado, como es el método de coulomb y luego también comparar los resultados Obtenidos por el Programa y Obtenidos por medios analíticos. .

#### 5.3.1 Cálculo para el diseño de muro de gavión por el método de Coulomb.

##### 1. Datos y dimensiones del muro propuesto.

- ✓ Altura (h): 1.30m
- ✓ Base (B): 3m
- ✓ Acho de la Cima (a): 1.00



- ✓ Área de la sección del muro(A):  
Se calcula de la siguiente manera:  
$$A = (0.30m \times 3m) + (1m \times 1m) = 1.90m^2$$
- ✓ Inclinación ( $\alpha$ ) =  $6^\circ$  es conveniente inclinar el muro contra el terreno en un ángulo  $\alpha$  generalmente de  $6^\circ$ , de esta forma disminuye el valor del coeficiente de empuje activo.
- ✓ Peso específico de la piedra ( $\gamma_p$ ) = 26.0KN/m<sup>3</sup>.
- ✓ Profundidad de desplante = 0.30m.



## 2. Características del terreno a contener.

- ✓ Peso específico del relleno ( $\delta_s$ ) = 18 KN/m<sup>3</sup>.
- ✓ Angulo de fricción ( $\phi_1$ ) = 25°.
- ✓ Angulo del talud sobre el muro ( $\varepsilon$ ) = 10°
- ✓ Sobre Carga = 0.00
- ✓ Cohesión = 0.00

## 3. Suelo de la base.

- ✓ Capacidad de soporte = 200KN/m<sup>2</sup>.
- ✓ Angulo de Fricción ( $\phi_2$ ) = 25°.

## 4. Calculo para el coeficiente de fricción activo.

**Nota:** Para los muros de gaviones se puede asumir  $\delta = \phi_1$ . Pero si tras el muro hay un geotextil entonces  $\delta = 0.9\phi$ . Para este caso:

$$\delta = 0.9\phi \quad (\text{No aplicamos geotextil})$$

$$\text{Por lo tanto: } \delta = \phi_1 \Rightarrow \delta = 25^\circ$$

$$\beta = 90^\circ + \alpha$$

$$\beta = 90^\circ + 6^\circ = 96^\circ$$

El valor del coeficiente de empuje activo  $K_a$  es determinado por la expresión:

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\beta + \phi)}{\text{sen}^2 \beta \text{sen}(\beta - \delta) \left( 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \text{sen}(\phi - \varepsilon)}{\text{sen}(\beta - \delta) \text{sen}(\beta + \varepsilon)}} \right)^2}$$

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(96 + 25)}{\text{sen}^2(96) \text{sen}(96 - 25) \left( 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(25 + 25) \text{sen}(25 - 10)}{\text{sen}(96 - 25) \text{sen}(96 + 10)}} \right)^2} = \frac{0.734735781}{(0.93518765)(2.152254228)} = 0.36$$

Entonces el valor de  $K_a$  es **0.36**



### 5. Calculo del empuje activo.

El empuje activo  $E_a$  esta determinado por la expresión:

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma_s H^2 K_a$$

Donde H se calcula de la siguiente manera:

$$H = [h + (B - a) \operatorname{tg} \alpha] \cos \alpha$$

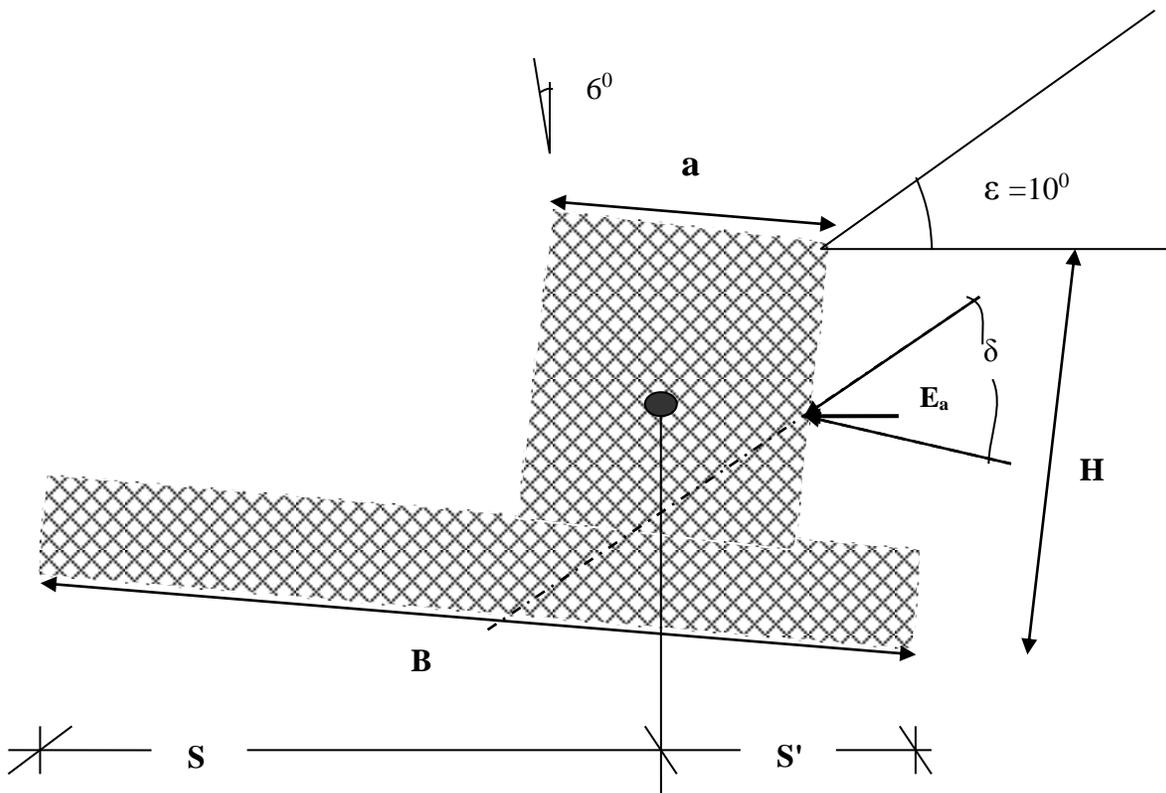
$$H = [1.30 + (3 - 1) \operatorname{tg} 6^\circ] \cos 6^\circ$$

$$H = 1.50m$$

Entonces el empuje activo es:

$$E_a = \frac{1}{2} \left( 18.0 \frac{KN}{m^3} \right) (1.50m)^2 (0.365)$$

$$E_a = 7.39125 \frac{KN}{m}$$





## 6. *Calculo de la altura de la aplicación del empuje(d).*

Normalmente se considera a  $1/3$  de  $H$ , que en verdad es correcto usar, pero como en este caso presenta un muro de gavión que es conveniente inclinar contra el terraplén  $6^\circ$ , entonces se calcula de otra manera, además, como en este caso no tenemos sobre carga la altura de aplicación de empuje sobre el muro se calcula de la siguiente manera:

$$d = \frac{H}{3} - B \operatorname{sen} \alpha$$

$$d = \frac{1.50}{3} - 3 \operatorname{sen} 6^\circ = 0.186 \text{ m} \cong 19 \text{ cm}$$

## 7. *Verificación de la seguridad al deslizamiento.*

Para el calculo del peso propio de la estructura ( $W$ ), se considera que el gavión tiene un porcentaje de vacíos ( $n$ ) alrededor del 30%. Con lo que tenemos  $\gamma_g$  (peso específico del gavión) según la siguiente expresión:

$$\gamma_g = \gamma_p (1 - n)$$

$$\gamma_g = 26.0(1 - 0.3)$$

$$\gamma_g = 18.2 \text{ KN/m}^3$$

Entonces el peso propio de la estructura ( $W$ ) se calcula de la siguiente manera:

$$W = A * \gamma_g$$

$$W = 1.90 \text{ m}^2 * 18.2 \text{ KN/m}^3$$

$$W = 34.58 \text{ KN/m}$$

Calculando la componente vertical de empuje se tiene:

$$E_v = E_a \operatorname{sen}(90 + \delta - \beta)$$

$$E_v = 7.391 \operatorname{sen}(90 + 25^\circ - 96^\circ)$$

$$E_v = 2.406 \text{ KN/m}$$

Calculando la componente horizontal del empuje se tiene:

$$E_h = E_a \cos(90 + \delta - \beta)$$

$$E_h = 7.391 \cos(90 + 25^\circ - 96^\circ)$$

$$E_h = 6.988 \text{ KN/m}$$

A continuación se considera el plano ortogonal que pasa por la base del muro, además se ha transformado la fuerza normal  $F_{em}$  en horizontal multiplicándola por el coeficiente  $F$  (coeficiente de fricción suelo gavión) entonces debe cumplirse que:



$$n' = \frac{(F_{en} * f) + F_{eh}}{F_d} \geq 1.5$$

Donde:  $F_{en}$  : Fuerza estabilizante nominal.

$F_{eh}$  : Fuerza estabilizante horizontal.

$F_d$  : Fuerza desestabilizante.

$f$  : Por seguridad siempre se adopta siempre el valor de:  $\tan \phi_2$

$$F_{en} = (W + E_v) \cos \alpha + E_h \sin \alpha$$

$$F_{eh} = (W + E_v) \sin \alpha + cB$$

$$F_d = E_h \cos \alpha$$

$$f = \tan \phi_2$$

$$F_{en} = (34.58 \text{ KN/m} + 2.406 \text{ KN/m}) \cos 6^\circ + 6.988 \text{ KN/m} \sin 6^\circ = 37.514 \text{ KN/m}$$

$$F_{eh} = (34.58 \text{ KN/m} + 2.406 \text{ KN/m}) \sin 6^\circ + 0(3) = 3.866 \text{ KN/m}$$

$$F_d = (6.988 \text{ KN/m}) \cos 6^\circ = 6.949 \text{ KN/m}$$

$$f = \tan 25^\circ = 0.466$$

Procediendo posteriormente a probar la condición tenemos:

$$n' = \frac{(37.514 * 0.466) + 3.866}{6.949} \geq 1.5$$

$$3.07 \geq 1.5$$

Entonces: 3.07 > 1.5 Cumple

### 8. Verificación de la seguridad al vuelco.

Se considera como fuerza estabilizante, el peso propio del muro y la componente vertical del empuje activo, y como desestabilizante, la componente horizontal del empuje activo.

Momento volcador:

$$M_v = E_h * d$$

$$M_v = (6.988)(0.186) = 1.299 \text{ KN} * m$$

Momento Resistente:

$$M_R = W * S' + E_v * s$$

$$\text{Donde: } S' = X_g * \cos \alpha + Y_g * \sin \alpha$$

$X_g$  y  $Y_g$  son las coordenadas del centro de gravedad del muro referidas a un sistema de ejes cartesianos cuyo origen coincide con el punto F.



Calculando las coordenadas del centro de gravedad:

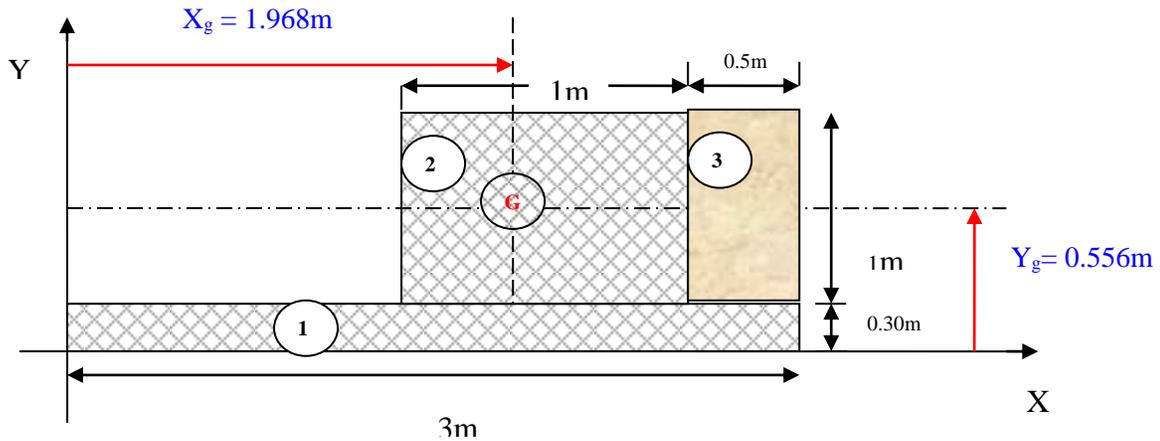


Tabla de cálculo de las coordenadas  $Y_g$  y  $X_g$  del centro de gravedad del muro en estudio.

Figura	A	$X_i$	$AX_i$
	( $m^2$ )	(m)	
1	0.9	1.5	1.35
2	1	2	2
3	0.5	2.75	1.375
$\Sigma$	<b>2.4</b>		<b>4.725</b>

$$X_g = \frac{\sum AX_i}{\sum A} = \frac{4.725}{2.4} = 1.968m$$

Figura	A	$Y_i$	$AY_i$
	( $m^2$ )	(m)	
1	0.9	0.15	0.135
2	1	0.8	0.8
3	0.5	0.8	0.4
$\Sigma$	<b>2.4</b>		<b>1.335</b>



$$Y_g = \frac{\sum AY_i}{\sum A} = \frac{1.335}{2.4} = 0.556m$$

Entonces teniendo las coordenadas  $X_g$  y  $Y_g$  del centro de gravedad procedemos a calcular  $S'$  el cual nos resulta:

$$S' = 1.968 \cos 6^\circ + 0.556 \sin 6^\circ = 2.015m$$

$S$ , es la distancia entre el fulcro y el punto de aplicación del empuje medida sobre la horizontal.

$$S = B * \cos \alpha - \frac{H}{3} \left( \frac{1}{\tan \beta} \right)$$

$$S = 3 * \cos 6^\circ - \frac{1.50}{3} \left( \frac{1}{\tan 96^\circ} \right)$$

$$S = 3.036m$$

Por lo tanto el Momento el momento resistente es:

$$M_R = WS' + E_v * S$$

$$M_R = (34.58)(2.015) + 2.406(3.036)$$

$$M_R = 76.983KN * m$$

Ahora teniendo el Momento resistente y el Momento de Volcamiento se procede a verificar la seguridad al vuelco el cual es como se muestra a continuación:

Se tiene que cumplir que:  $n'' = \frac{M_R}{M_V} \geq 1.5$

Que por lo tanto nosotros tenemos lo siguiente de acuerdo a nuestros cálculos:

$$n'' = \frac{76.983KN * m}{1.299KN * m} \geq 1.5$$

$$59.26 \geq 1.5$$

Entonces: 59.26 > 1.5 Cumple

### 9. Verificación de las tensiones transmitidas al terreno.

Calculo de la excentricidad (e):

La excentricidad se calcula con la siguiente expresión:

$$e = \frac{B}{2} - \left[ \frac{M_R - M_V}{N} \right]$$

Donde:  $N = (W + E_v) \cos \alpha + E_h \sin \alpha$

(Resultante de las fuerzas normales a la base del muro)



Entonces:

$$N = (34.58 \text{ KN/m} + 2.406 \text{ KN/m}) \cos 6^\circ + 6.988 \text{ KN/m} (\sin 6^\circ)$$

$$N = 38.508 \text{ KN/m}$$

Por lo tanto la excentricidad es:

$$e = \frac{3m}{2} - \left[ \frac{76.983 \text{ KN} * m - 1.299 \text{ KN} * m}{38.508 \text{ KN/m}} \right]$$

$$e = -0.631m$$

Entonces demostramos que  $e < B/6$

$e = -0.631 < 0.5 = (B/6)$  Que por lo tanto Cumple

Dado que la resultante cae dentro del núcleo central entonces:

$$\sigma_1 = \frac{N}{B} \left( 1 + 6 \frac{e}{B} \right)$$

$$\sigma_2 = \frac{N}{B} \left( 1 - 6 \frac{e}{B} \right)$$

Entonces tenemos:

$$\sigma_1 = \frac{38.508 \text{ KN/m}}{3m} \left( 1 + 6 \left( \frac{0.631m}{3m} \right) \right) = 29.035 \text{ KN/m}^2 \implies \text{Tensiones Máximas en el Suelo de Fundación.}$$

$$\sigma_2 = \frac{38.508 \text{ KN/m}}{3m} \left( 1 - 6 \left( \frac{0.631m}{3m} \right) \right) = 3.363 \text{ KN/m}^2 \implies \text{Tensiones Mínimas en el Suelo de Fundación.}$$

Por lo tanto:

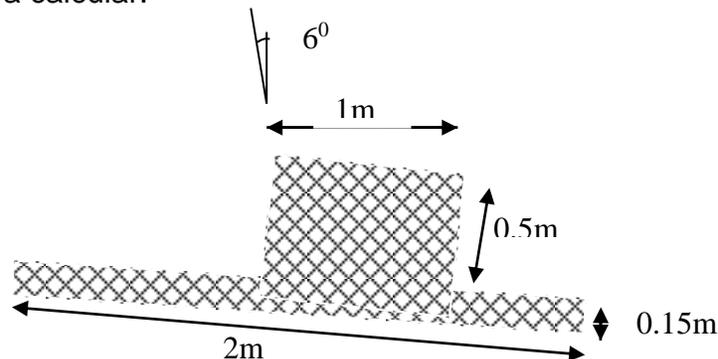
$$\sigma_1 = 0.29035 \text{ Kg/cm}^2 < 2 \text{ Kg/cm}^2 \text{ Cumple.}$$

$$\sigma_2 = 0.03363 \text{ Kg/cm}^2 < 2 \text{ Kg/cm}^2 \text{ Cumple.}$$

### 10. Verificación de la sección interna del muro.

Se verifica la sección que surge al despreciar una parte de la altura del muro, entonces  $B = 1.80m$   $h = 0.78m$

Procediendo entonces a calcular:





Sabemos que por anterioridad tenemos los siguientes datos.  
 $K_a = 0.46$ ,  $\beta = 96^\circ$ ,  $\varepsilon = 10^\circ$ ,  $\varphi = 20^\circ$ ,  $\delta = 20^\circ$ ,  $\gamma_g = 18.2 \text{ KN/m}$ .

FORMULAS	DESARROLLO	SOLUCION
$H = [h + (B - a) \operatorname{tg} \alpha] \cos \alpha$	$H = [0.65 + (2 - 1) \operatorname{tg} 6^\circ] \cos 6^\circ$	$H = 0.751 \text{ m}$
$E_a = \frac{1}{2} \gamma_s H^2 K_a$	$E_a = \frac{1}{2} (18.0 \text{ KN/m}^3) (0.751 \text{ m})^2 (0.36)$	$E_a = 2.43 \text{ KN/m}$
$d = \frac{H}{3} - B \operatorname{sen} \alpha$	$d = \frac{0.751}{3} - 2 \operatorname{sen} 6^\circ$	$d = 0.041 \text{ m}$
$A = \sum (b \otimes a)$	$A = (2 \times 0.15) + (0.5 \times 1)$	$A = 0.8 \text{ m}^2$
$W = A * \gamma_g$	$W = 0.8 \text{ m}^2 \times 18.2 \text{ KN/m}$	$W = 14.56 \text{ KN/m}$
$E_v = E_a \operatorname{sen}(90 + \delta - \beta)$	$E_v = 2.43 \operatorname{sen}(90 + 25^\circ - 96^\circ)$	$E_v = 0.791 \text{ KN/m}$
$E_h = E_a \cos(90 + \delta - \beta)$	$E_h = 2.43 \cos(90 + 25^\circ - 96^\circ)$	$E_h = 2.297 \text{ KN/m}$
$N = (W + E_v) \operatorname{Cos} \alpha + E_h \operatorname{Sen} \alpha$	$N = (14.56 + 0.791) \operatorname{Cos} 6^\circ + 2.297 (\operatorname{Sen} 6^\circ)$	$N = 15.507 \text{ KN/m}$
$T = E_h \cos \alpha - (W + E_v \operatorname{sen} \alpha)$	$T = 2.297 \cos 6^\circ - (14.56 + 0.791) \operatorname{sen} 6^\circ$	$T = 0.679 \text{ KN/m}$
$S = B * \operatorname{Cos} \alpha - \frac{H}{3} \left( \frac{1}{\operatorname{Tan} \beta} \right)$	$S = 2 * \operatorname{Cos} 6^\circ - \frac{0.751}{3} \left( \frac{1}{\operatorname{Tan} 96^\circ} \right)$	$S = 2.015 \text{ m}$
$X_g = 1.120 \text{ m}$	$X_g$ y $Y_g$ son las coordenadas del centro de gravedad del muro referidas a un sistema de ejes cartesianos cuyo origen coincide con el punto G.	
$Y_g = 0.337 \text{ m}$		
$S' = X_g * \operatorname{Cos} \alpha + Y_g * \operatorname{Sen} \alpha$	$S' = 1.120 \operatorname{Cos} 6^\circ + 0.337 \operatorname{Sen} 6^\circ$	$S' = 1.149 \text{ m}$
$M_R = WS' + E_v * S$	$M_R = (14.56)(1.149) + 0.791(2.015)$	$M_R = 18.32 \text{ KN} * \text{ m}$
$M_v = E_h * d$	$M_v = 2.297 \times 0.041$	$M_v = 0.094 \text{ KN} * \text{ m}$
$M = M_R - M_v$	$M = 18.32 - 0.094$	$M = 18.23 \text{ KN} * \text{ m}$
$n'' = \frac{M_R}{M_v} \geq 1.5$	$n'' = \frac{18.32}{0.094} \geq 1.5$	194.89 > 1.5 OK!!!!ESTA BIEN



FORMULA	DESARROLLO	SOLUCION
$e = \frac{B}{2} - \frac{M}{N}$	$e = \frac{2}{2} - \frac{18.23}{15.507}$	$e = -0.175m$
$x = \frac{\left[ \frac{B}{2} - e \right]}{0.4}$	$x = \frac{\left[ \frac{2}{2} - (-0.175) \right]}{0.4}$	$x = 2.937m$
$\sigma_{Max} = \frac{N}{0.80x}$	$\sigma_{Max} = \frac{15.507}{0.80 \times 2.937}$	$\sigma_{Max} = 6.599 \text{ KN/m}^2$
$\sigma_{Adm} = 5.0\gamma_g - 30$	$\sigma_{Adm} = 5.0 \times 18.2 - 30$	$\sigma_{Adm} = 61 \text{ KN/m}^2$
$\sigma_{Max} \leq \sigma_{Adm}$	$6.599 < 61$	OK!!! ESTA BIEN
$\tau = \frac{T}{B}$	$\tau = \frac{0.679}{2}$	$\tau = 0.339 \text{ KN/m}^2$
$\phi' = 2.5\gamma_g - 10$	$\phi' = 2.5 \times 18.2 - 10$	$\phi' = 35.5^\circ$
$C_g = (0.03P_u - 0.05) \times 10$ (ton/m <sup>3</sup> )	Siendo $P_u$ el peso de la red Metálica, que para gaviones Standard de $h = 1m$ vale $P_u = 8.6 \text{ Kg/m}^3$ , malla $8 \times 10$ , $\Phi = 2.70 \text{ mm}$ .	
	$C_g = (0.03 \times 8.6 - 0.05) \times 10$	$C_g = 2.08 \text{ ton/m}^2 = 20.8 \text{ KN/m}^2$
$\tau_{adm} = \frac{N}{B} \text{tg} \phi' + C_g$	$\tau_{adm} = \frac{15.507}{2} \text{tg} 35.5^\circ + 20.8$	$\tau_{adm} = 26.33 \text{ KN/m}^2$
$T < T_{adm}$	$0.679 < 26.33$	OK!!! ESTA BIEN

# INGENIERIA CIVIL

## CAPITULO VI

### PLANEACION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO



# UNAN



## CAPITULO VI

### PLANEACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO.

Sabemos que los proyectos pueden definirse normalmente como una secuencia de actividades que tienen como fin de satisfacer las necesidades o solucionar un problema a un costo y tiempo limitado. Se desarrolla una organización de proyecto para asegurar que la planeación, programación de todas las actividades es relativamente conveniente para un mejor desarrollo y control de todas las actividades ha realizar en los proyectos.

La planeación que se plantea para este caso consiste en dos proyecto que se ejecutaran en diferentes zonas equidistantes llamadas San Isidro de la Cruz Verde y Las Viudas, para esto se realizaron un conjunto de decisiones, en cuanto la clasificación de las actividades del proceso productivo y así facilitar un mejor planteamiento del problema a solucionar.

Dentro del desarrollo de este proyecto, abordamos dos zonas: San Isidro de la cruz verde y Las Viudas, ahora bien para [San Isidro de la Cruz Verde](#) contemplamos la construcción de muros de contención que a la misma ves funcionara como canal construido de gaviones en ambas bandas y además en el fondo de canal estará constituido por colchón reno de 0.30m de espesor. Estas obras se ubican a partir del estacionamiento 0 + 050 hasta 0 + 426.39, y del estacionamiento 0 + 440 hasta 0 + 607.40. Además en esta zona se construye tres vados ubicados en los siguientes estacionamientos 0 + 030, 0 + 430, 0 + 609.675. También se contempla en el proyecto revestir los taludes del cauce partiendo del estacionamiento 0 + 050 hasta 0+ 607.62.



Ahora para Las Viudas en esta Zona contempla la construcción de cunetas de concreto ciclópeo en ambas bandas del camino cauce, esto se construirá en tramos que son del estacionamiento 0 + 055 hasta 0 + 098.69, también del estacionamiento 0 + 460 hasta 0 + 641.71, en los tramos en donde no se construirá cunetas se construirá un canal de gavión únicamente si en una sola banda del camino que va del estacionamiento 0 + 098.69 hasta 0 + 641.71, también se construirá 3 rampas en los siguientes estacionamientos: 1-. 0 + 055 hasta 0 + 098.69. 2-. 0 + 460 hasta 0 + 490. 3-. 0 + 590 hasta 0 + 641.71. Además en los tramos donde no se construirá rampas se deberá conformar y compactar. También se deberá revestir los taludes en ambos lados del camino con sacate vetiver y espadillo.

### 6.1 Planeación.

A continuación se muestra la planeación de ambos proyectos de las localidades de San Isidro de La Cruz Verde y Las viudas, en el cual se plantea un conjunto de decisiones que deben de elaborarse para realizar en el futuro los objetivos del proceso, de la manera más eficiente posible.

#### 6.1.1 Planeación de San Isidro de la Cruz Verde (Punto Crítico No.1)

No.	ACTIVIDAD	NOMENCLATURA	DURACIÓN
			DIAS
01	Preliminares	A	6
02	Movimiento de tierra.	B	21
03	Construcción de Canal de Gavión	C	34
04	Disipador de Energía	D	12
05	Construcciones de vados	E	12
06	Protección de talud.	F	9
07	Limpieza Final.	G	3



### 6.1.1.1 Elaboración de la Tabla de Secuencia.

Esta tabla representa las actividades del proyecto de acuerdo de una secuencia lógica y representa información sobre las actividades que se realizan Antes, Durante, Después de cada una de ellas.

NOMENCLATURA	ANTES	DURANTE	DESPUES
A	-	B	E
B	-	A	C
C	B	E	G
D	E	C	F
E	A	C	D
F	D	-	G
G	F,C	-	-

### 6.1.1.2 Elaboración de la Tabla de la Matriz de Secuencia.

En la línea de la matriz se indican las actividades que deben hacer después de la actividad indicada para esa línea se marca con una x en el casillero correspondiente en la columna que debe seguir a la que encabeza la línea.

	A	B	C	D	E	F	G
A					X		
B			X				
C							X
D						X	
E				X			
F							X
G							



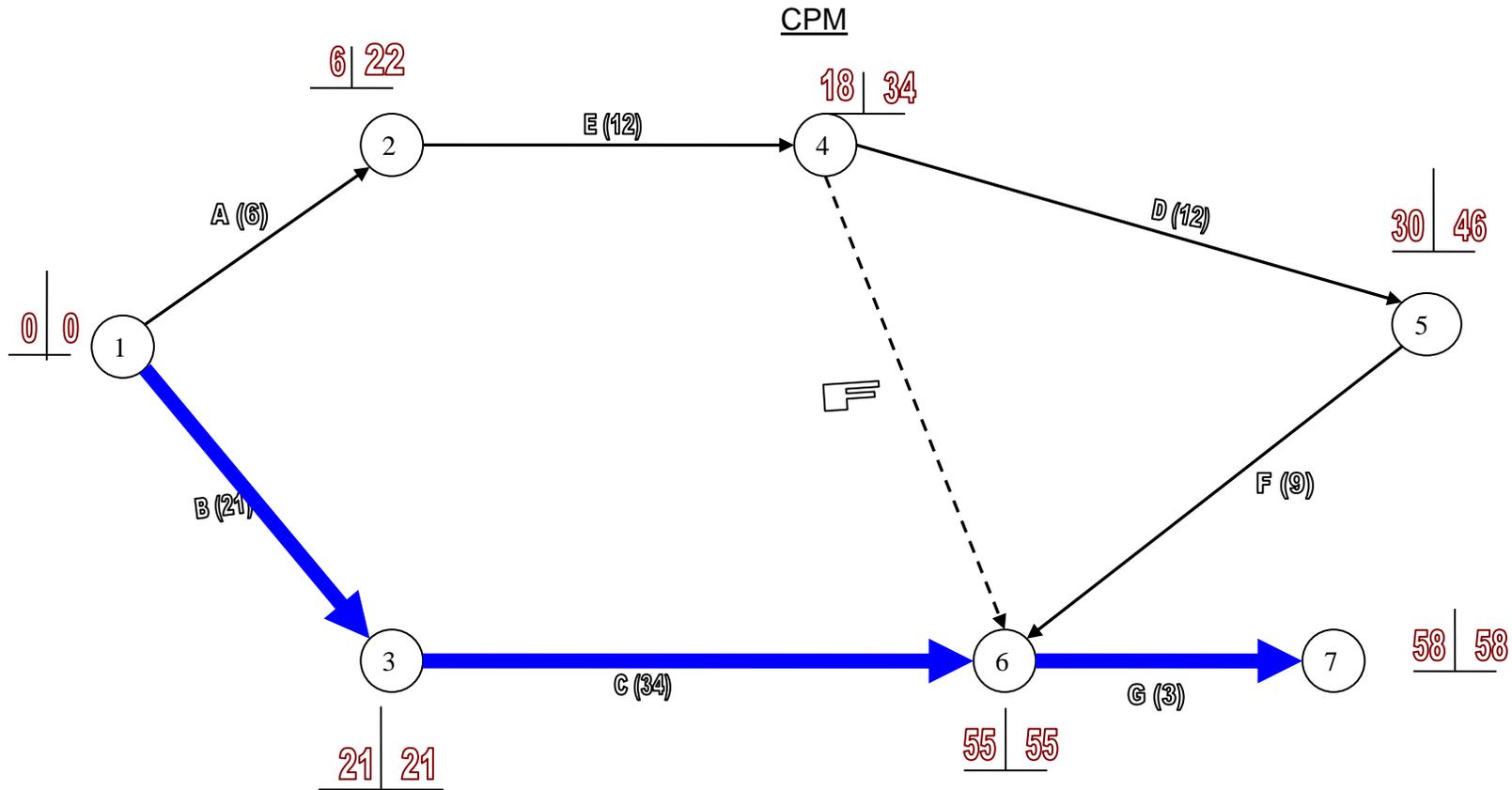
### **6.1.1.3 Elaboración del Diagrama de Redes.**

La esquematización o representación esquemática del proyecto se hace con un diagrama de flujo en el cual aparecen todas las actividades en las que se divide debidamente interrelacionar.

Para la elaboración del diagrama de flujo se siguieron las siguientes etapas:

1. Identificación del proyecto.
2. Identificación de todas las actividades en que se divide el proyecto.
3. Análisis de la relación de cada una de las actividades en que se divide el proyecto.
4. Análisis de la relación de cada una de las actividades con respecto a las demás.
5. elaboración del diagrama en si.

El diagrama de flujo construido según estas normas muestra la secuencia de interrelación de todas las actividades del proyecto, es decir, nos indican las actividades que se pueden efectuar simultáneamente las que se deben haber completado para iniciar otra y las que no se pueden iniciar, sino las que han completado las presentes.



→ Ruta Crítica.

58 Representa la duración total del proyecto en Días.



Según el diagrama de redes que se mostró anteriormente, nos representa la duración total del proyecto que es de 58 días que es equivalente a 10 Semanas, claro esta, trabajando de Lunes a Sábado los seis días de la semana. Que también puede decirse por meses que equivale a 2 ½ meses.

#### 6.1.1.4 Elaboración de la Tabla de Tiempos Máximos, Mínimos y Holguras.

			Tiempos Máximos, Mínimos				Holguras		
ACTIVIDAD	DURACION	DESPUES	INICIACION MAS PROXIMA	TIEMPO MAS PROXIMO	INICIACION MAS TARDIA	TIEMPO MAS TARDIA	TIEMPO FLOTANTE TOTAL	TIEMPO FLOTANTE	RUTA CRITICA
			IMP	TMP	IMT	TMT	FT	FL	RC
A	6	E	0	6	16	22	16	0	
B	21	C	0	21	0	21	0	0	X
C	34	G	21	55	21	55	0	0	X
D	12	F	18	30	34	46	16	0	
E	12	D	6	18	22	34	16	0	
F	9	G	30	39	46	55	16	0	
G	3	-	55	58	55	58	0	0	X

En la tabla se muestra los valores de iniciación mas próxima (IMP) y tiempos mas tardíos (TMT) en color azul, por que estos valores son tomados de forma directa de la red realizada anteriormente, los demás valores como: TMP, IMT, FT, FL, se calculan con las siguientes ecuaciones que a continuación se muestra:

$$\text{TMP} = \text{IMP} + \text{DURACION.}$$

$$\text{FT} = \text{IMT} - \text{IMP.}$$

$$\text{IMT} = \text{TMT} - \text{DURACION.}$$

$$\text{FL} = \text{TMP} - \text{IMP} - \text{DURACION.}$$

#### 6.1.1.5 Calculando los Márgenes de los eventos.

Sabemos que estos márgenes representan lo que puede demostrarse el evento en ocurrir sin que se retrase el cumplimiento del tiempo mínimo del evento final de la red o bien sin que se prolongue la duración total del proyecto. Podemos observar, en la tabla de tiempos máximos, mínimos y holguras que en cualquier evento del



proyecto los tiempos mas tardíos (TMT) son siempre mayor o igual que los tiempos mas próximos (TMP), que por lo tanto la diferencia de TMT – TMP en cada uno de los eventos, es lo que se llama “Margen del evento”.

$$\text{Margen del evento} = \text{TMT} - \text{TMP}$$

$$M = 22 - 6 = 16$$

$$M = 21 - 21 = 0$$

$$M = 55 - 55 = 0$$

$$M = 46 - 30 = 16$$

$$M = 34 - 18 = 16$$

$$M = 55 - 39 = 16$$

$$M = 58 - 58 = 0$$

#### **6.1.1.6 Construcción del Diagrama de Gantt.**

Las ventajas del grafico de Gantt son su sencillez para expresar la programación, a si también sirve como un instrumento de comunicación entre los miembros del equipo del proyecto. Puede ser aprovechado si este se construye como un elemento auxiliar de la red.

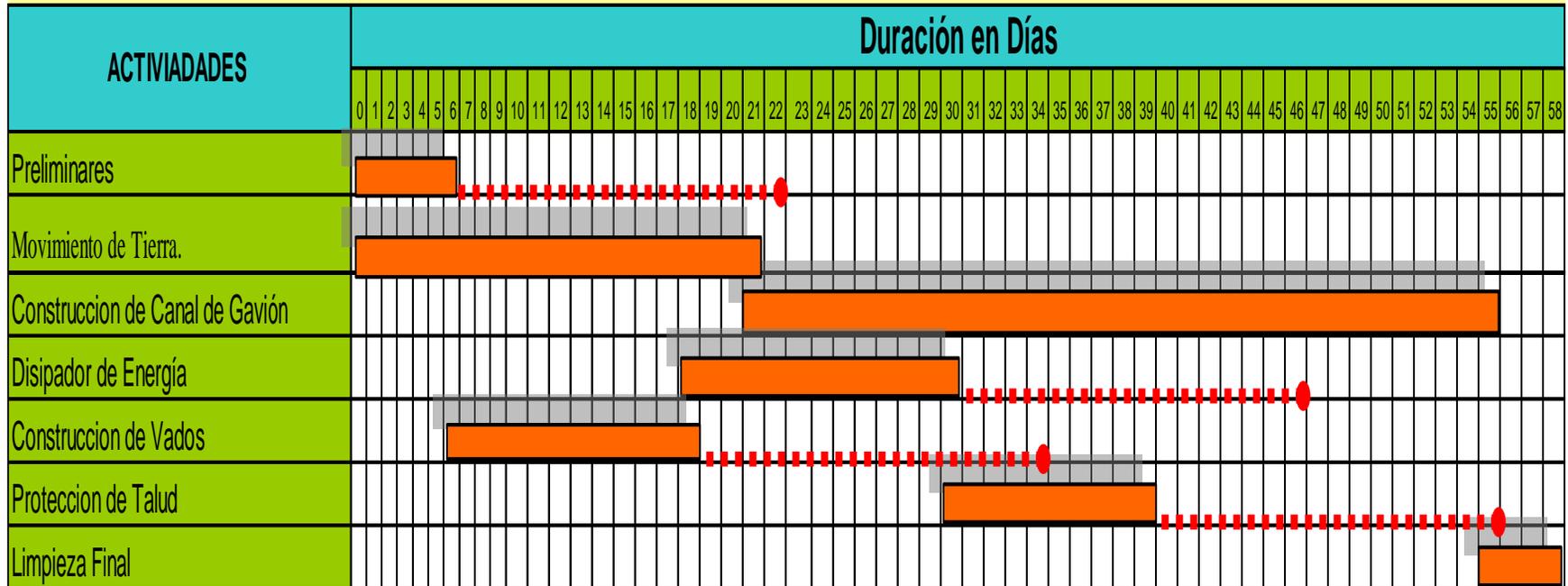
Para construir el grafico de gantt se pone en la horizontal el tiempo total calculado en la red y las barras correspondientes se pasan a partir de sus tiempos más tempranos y con una longitud igual a su duración.

Representación que se apreciará en el diagrama de gantt:

- ✓ Se representara unas barras en cada una de las actividades de cierta longitud el cual nos dice que tanto dura la actividad en cuestión.
- ✓ Los flotantes totales (Holguras) se deberá representar en el diagrama por medio de una línea punteada de color rojo.



## CONSTRUCCION DEL DIAGRAMA DE GANTT





## 6.1.2 CÁLCULO DEL PRESUPUESTO DEL PROYECTO PARA EL CAUCE SAN ISIDRO DE LACRUZ VERDE PUNTO CRITICO No.1

No.	ACTIVIDAD	UM	CANTIDAD	COSTO		
				UNITARIO	TOTAL (C\$)	TOTAL (\$)
<b>1.-</b>	<b>PRELIMINARES</b>	glb				
1.1	Replanteo topográfico	glb	1.00	8,000.00	8,000.00	410.26
1.2	Obras temporales	glb	1.00	6,000.00	6,000.00	307.69
1.3	Limpieza inicial	glb	1.00	6,000.00	6,000.00	307.69
<b>2.-</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>	m <sup>3</sup>				
2.1	Corte	m <sup>3</sup>	2,192.70	30.60	67,096.62	3,440.85
2.2	Relleno normal con material del sitio	m <sup>3</sup>	2,356.00	22.71	53,504.76	2,743.83
2.3	Acarreo de material faltante para el relleno	m <sup>3</sup>	163.30	38.85	6,344.21	325.34
<b>3.-</b>	<b>DEMOLICIONES Y REMOCIONES</b>	m <sup>3</sup>				
3.1	Demoler cortinas de gaviones	m <sup>3</sup>	95.25	117.50	11,191.88	573.94
3.2	Demoler muros ubicados en la descarga del sistema.	m <sup>3</sup>	5.50	117.50	646.25	33.14
<b>4.-</b>	<b>CONSTRUCCION DE CANAL DE GAVIONES</b>					
4.1	Muro de gaviones	m <sup>3</sup>	1087.14	1,224.35	1,331,039.86	68,258.45
4.2	Fondo del canal de colchón reno	m <sup>3</sup>	489.21	1,293.00	632,552.41	32,438.59
4.3	Relleno de Material Selecto	m <sup>3</sup>	978.43	116.00	113,497.42	5,820.38
4.4	Pringado de Mortero 1:3 (Capa de 3.0 cm)	m <sup>2</sup>	1087.14	15.00	16,307.10	836.26
<b>5.-</b>	<b>CONSTRUCCION DE DISIPADOR DE ENERGIA</b>					
5.1	Muro de gaviones	m <sup>3</sup>	36.00	1,224.35	44,076.60	2,260.34
5.2	Fondo del canal de colchón reno	m <sup>3</sup>	7.20	1,293.00	9,309.60	477.42
5.3	Relleno de suelo cemento (1:4)	m <sup>3</sup>	7.20	541.70	3,900.24	200.01
5.4	Pringado de Mortero 1:3 (Capa de 3.0 cm)	m <sup>2</sup>	0.64	15.00	9.60	0.49
<b>6.-</b>	<b>CONSTRUCCION DE VADO No. 1</b>					
6.1	Vado de piedra cantera acostada de 0.15m*0.40m*0.60m con repello fino de 3.0 cm de espesor. Proporción 1:3. Área=70.80m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	70.80	285.00	20,178.00	1,034.77
6.2	Dentellón de concreto reforzado de 0.20m*1.0m. Ref. No 4 @ 0.15m A/D	m	34.16	1,102.00	37,644.32	1,930.48
6.3	Vigas transversales de concreto reforzado de 0.20m*0.60m. Ref. No 4 @ 0.15m A/D	m	20.00	680.36	13,607.20	697.81
6.4	Lecho de colchón reno	m <sup>3</sup>	22.57	1,293.00	29,186.54	1,496.75



6.5	Relleno de suelo cemento (1:4)	m <sup>3</sup>	18.78	541.70	10,173.13	521.70
6.6	Relleno de material selecto	m <sup>3</sup>	22.57	116.00	2,618.44	134.28
<b>7.- CONSTRUCCION DE VADO No. 2</b>						
7.1	Vado de piedra cantera acostada de 0.15m*0.40m*0.60m con repello fino de 3.0 cm de espesor. Proporción 1:3. Area= 58.98m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	58.98	285.00	16,808.27	861.96
7.2	Dentellón de concreto reforzado de 0.20m*6.0*1.0m. Ref. No 4 @ 0.15m A/D	m	28.66	1,102.00	31,583.32	1,619.66
7.3	Vigas transversales de concreto reforzado de 0.20m*0.60m*6.0m. Ref. No 4 @ 0.15m A/D	m	12.00	680.36	8,164.32	418.68
7.4	Lecho de colchon reno	m <sup>3</sup>	9.24	1,293.00	11,941.45	612.38
7.5	Relleno de suelo cemento (1:4)	m <sup>3</sup>	15.64	541.70	8,474.21	434.58
7.6	Relleno de material selecto	m <sup>3</sup>	9.24	116.00	1,071.31	54.94
<b>8.- CONSTRUCCION DE VADO No. 3</b>						
8.1	Vado de piedra cantera acostada de 0.15m*0.40m*0.60m con repello fino de 3.0 cm de espesor. Proporción 1:3.	m <sup>2</sup>	64.43	285.00	18,361.98	941.64
8.2	Dentellón de concreto reforzado de 0.20m*6.0*1.0m. Ref. No 4 @ 0.15m A/D	m	30.20	1,102.00	33,280.40	1,706.69
8.3	Vigas transversales de concreto reforzado de 0.20m*0.60m*6.0m. Ref. No 4 @ 0.15m A/D	m	18.00	680.36	12,246.48	628.02
8.4	Relleno de suelo cemento (1:4)	m <sup>3</sup>	13.19	541.70	7,147.12	366.52
<b>9.- PROTECCION DE TALUDES</b>						
9.1	Colocación y suministro de zacate vetiver y plantas de espadillo (Engramado).	m <sup>2</sup>	1114.47	45.00	50,151.15	2,571.85
<b>10.- LIMPIEZA FINAL</b>						
		glb	1.00	4,000.00	4,000.00	205.13
<b>COSTO DIRECTO (SUB-TOTAL)</b>					<b>2,626,114.18</b>	<b>134,672.52</b>
	ADMINISTRACION (8%)				210,089.13	10,773.80
	ELABORACION DE CONTRATO (1%)				26,261.14	1,346.73
	FIANZAS (2%)				52,522.28	2,693.45
	UTILIDAD (10%)				262,611.42	13,467.25
	IMPREVISTO(2%)				52,522.28	2,693.45
<b>COSTO INDIRECTO (SUB-TOTAL)</b>					<b>604,006.26</b>	<b>30,974.68</b>
<b>TOTAL</b>					<b>3,230,120.44</b>	<b>165,647.20</b>



### 6.1.3 Planeación de las Viudas (Punto Critico No.2)

**Nota:** A continuación se procede a hacer la planeación para el segundo punto crítico el cual le corresponde a la Comarca Las Viudas.

No.	ACTIVIDAD	NOMENCLATURA	DURACIÓN
			DIAS
01	Preliminares.	A	6
02	Movimiento de tierra.	B	29
03	Construcción de Rampas.	C	38
04	Construcción de Canal de Gavión	D	25
05	Construcción de Cunetas.	E	13
06	Conformación y Compactación de Rasante en camino Terreno Natural	F	2
07	Protección de Taludes.	G	9
09	Limpieza Final.	H	3

#### 6.1.3.1 Elaboración de la Tabla de Secuencia.

Esta tabla representa las actividades del proyecto de acuerdo de una secuencia lógica y representa información sobre las actividades que se realizan Antes, Durante, Después de cada una de ellas.

NOMENCLATURA	ANTES	DURANTE	DESPUES
A	-	B	F
B	-	A	C
C	B	F	H
D	E	G	G
E	F	H	D
F	A	C	E
G	D	E	-
H	C	D	-



### **6.1.3.2 Elaboración de la Tabla de la Matriz de Secuencia.**

En la línea de la matriz se indican las actividades que deben hacer después de la actividad indicada para esa línea se marca con una x en el casillero correspondiente en la columna que debe seguir a la que encabeza la línea.

	A	B	C	D	E	F	G	H
A						X		
B			X					
C								X
D							X	
E				X				
F					X			
G								-
H								-

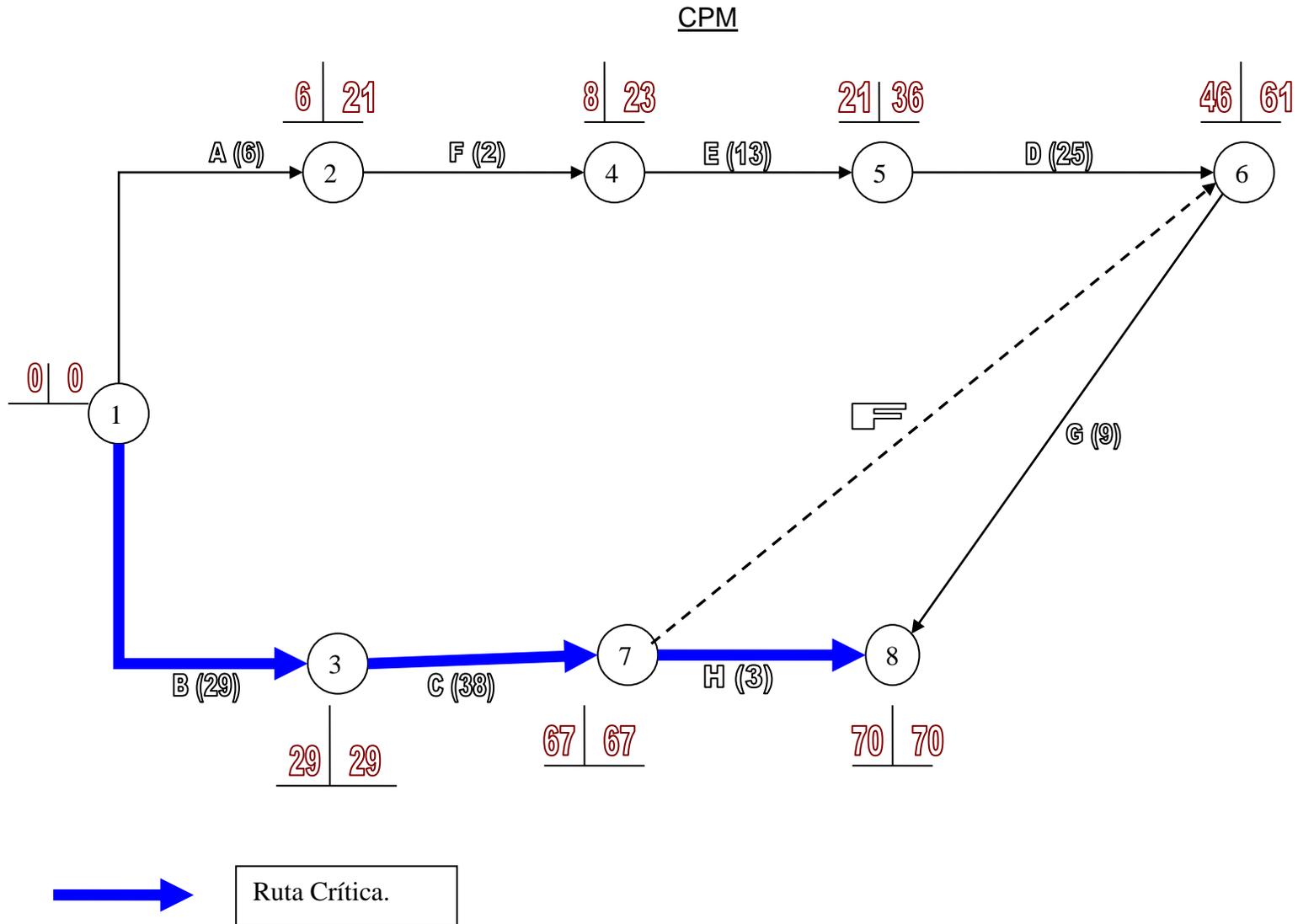
### **6.1.3.3 Elaboración del Diagrama de Redes.**

La esquematización o representación esquemática del proyecto se hace con un diagrama de flujo en el cual aparecen todas las actividades en las que se divide debidamente interrelacionar.

Para la elaboración del diagrama de flujo se siguieron las siguientes etapas:

6. Identificación del proyecto.
7. Identificación de todas las actividades en que se divide el proyecto.
8. Análisis de la relación de cada una de las actividades en que se divide el proyecto.
9. Análisis de la relación de cada una de las actividades con respecto a las demás.
10. elaboración del diagrama en si.

El diagrama de flujo construido según estas normas muestra la secuencia de interrelación de todas las actividades del proyecto, es decir, nos indican las actividades que se pueden efectuar simultáneamente las que se deben haber completado para iniciar otra y las que no se pueden iniciar, sino las que han completado las presentes.





Según el diagrama de redes que se mostró anteriormente, nos representa la duración total del proyecto que es de 70 días que es equivalente a 12 Semanas, claro esta trabajando de Lunes a Sábado los seis días de la semana. Que también puede decirse por meses, que equivale a 3 meses.

#### 6.1.3.4 Elaboración de la Tabla de Tiempos Máximos, Mínimos y Holguras.

			Tiempos Máximos, Mínimos				Holguras		
ACTIVIDAD	DURACION	DESPUES	INICIACION MAS PROXIMA	TIEMPO MAS PROXIMO	INICIACION MAS TARDIA	TIEMPO MAS TARDIA	TIEMPO FLOTANTE TOTAL	TIEMPO FLOTANTE	RUTA CRITICA
			IMP	TMP	IMT	TMT	FT	FL	RC
A	6	F	0	6	15	21	15	0	
B	29	C	0	29	0	29	0	0	X
C	38	H	29	67	29	67	0	0	X
D	25	G	21	46	36	61	15	0	
E	13	D	8	21	23	36	15	0	
F	2	E	6	8	21	23	15	0	
G	9	-	46	55	61	70	15	0	
H	3	-	67	70	67	70	0	0	X

En la tabla se muestra los valores de iniciación mas próxima (IMP) y tiempos mas tardíos (TMT) en color azul, por que estos valores son tomados de forma directa de la red realizada anteriormente, los demás valores como: TMP, IMT, FT, FL, se calculan con las siguientes ecuaciones que a continuación se muestra:

$$\text{TMP} = \text{IMP} + \text{DURACION.}$$

$$\text{FT} = \text{IMT} - \text{IMP.}$$

$$\text{IMT} = \text{TMT} - \text{DURACION.}$$

$$\text{FL} = \text{TMP} - \text{IMP} - \text{DURACION.}$$

#### 6.1.3.5 Cálculo los Márgenes de los eventos.

Sabemos que estos márgenes representan lo que puede demostrarse el evento en ocurrir sin que se retrase el cumplimiento del tiempo mínimo del evento final de la red o bien sin que se prolongue la duración total del proyecto. Podemos



observar, en la tabla de tiempos máximos, mínimos y holguras que en cualquier evento del proyecto los tiempos mas tardíos (TMT) son siempre mayor o igual que los tiempos mas próximos (TMP), que por lo tanto la diferencia de TMT – TMP en cada uno de los eventos, es lo que se llama “Margen del evento”.

$$\text{Margen del evento} = \text{TMT} - \text{TMP}$$

$$M = 21 - 6 = 15$$

$$M = 29 - 29 = 0$$

$$M = 67 - 67 = 0$$

$$M = 61 - 46 = 15$$

$$M = 36 - 21 = 15$$

$$M = 23 - 8 = 15$$

$$M = 70 - 55 = 15$$

$$M = 70 - 70 = 0$$

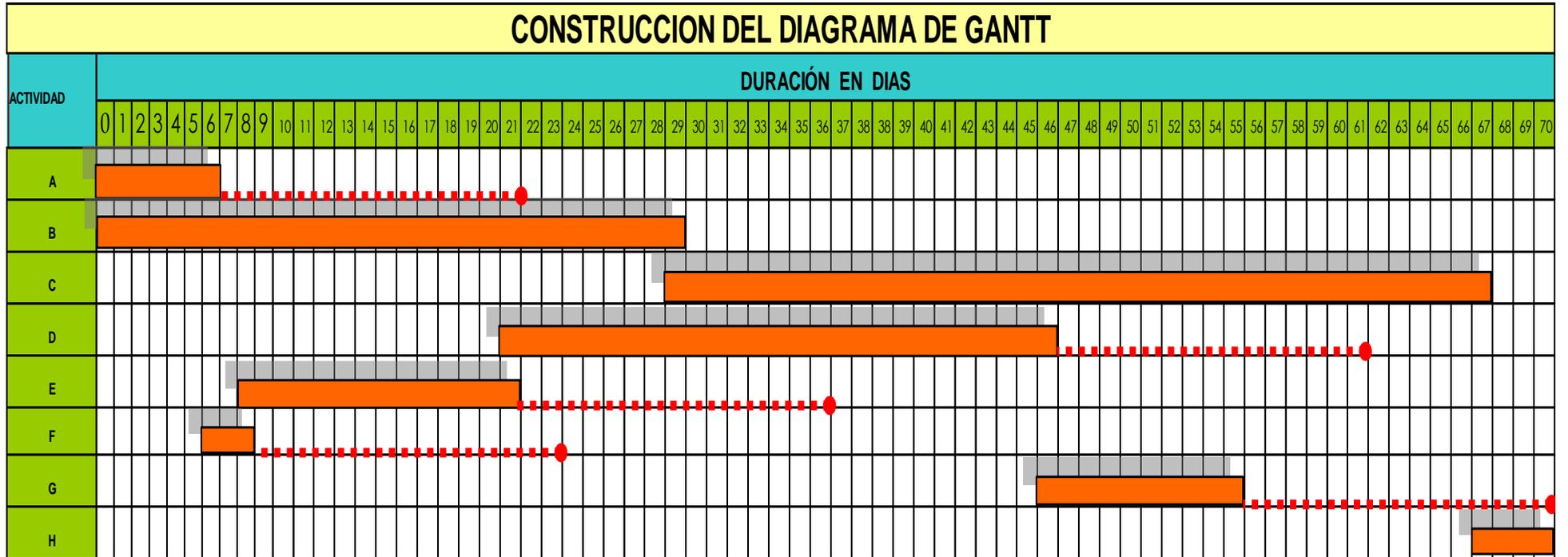
### **6.1.3.6 Construcción del Diagrama de Gantt.**

Las ventaja del grafico de Gantt son su sencillez para expresar la programación, a si también sirve como un instrumento de comunicación entre los miembros del equipo del proyecto. Puede ser aprovechado si este se construye como un elemento auxiliar de la red.

Para construir el grafico de gantt se pone en la horizontal el tiempo total calculado en la red y las barras correspondientes se pasan a partir de sus tiempos más tempranos y con una longitud igual a su duración.

Representación que se apreciará en el diagrama de gantt:

- ✓ Se representara unas barras en cada una de las actividades de cierta longitud el cual nos dice que tanto dura la actividad en cuestión.
- ✓ El flotante total (Holguras) se deberá representar en el diagrama por medio de una línea punteada de color rojo.





6.1.4 CÁLCULO DEL PRESUPUESTO DEL PROYECTO PARA EL CAMINO CAUCE LAS VIUDAS  
PUNTO CRITICO No.2

No.	ACTIVIDAD	UM	CANTIDAD	COSTO		
				UNITARIO	TOTAL (C\$)	TOTAL (\$)
<b>1.-</b>	<b>PRELIMINARES</b>	<b>glb</b>				
1.1	Replanteo topográfico	glb	1.00	8,000.00	8,000.00	432.43
1.2	Obras temporales	glb	1.00	6,000.00	6,000.00	324.32
1.3	Limpieza inicial	glb	1.00	6,000.00	6,000.00	324.32
<b>2.-</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>	<b>m<sup>3</sup></b>				
2.1	Corte	m <sup>3</sup>	3,867.40	30.60	118,342.44	6,396.89
2.2	Relleno normal con material del sitio	m <sup>3</sup>	2,623.95	22.71	59,589.90	3,221.08
2.3	Acarreo de material sobrante	m <sup>3</sup>	1,243.45	38.85	48,308.03	2,611.25
<b>3.-</b>	<b>DEMOLICIONES Y REMOCIONES</b>	<b>m<sup>3</sup></b>				
3.1	Demoler cortinas de gaviones	m <sup>3</sup>	42.05	117.50	4,940.88	267.07
<b>4.-</b>	<b>CONSTRUCCION DE CANAL DE GAVIONES</b>					
4.1	Muro de gaviones	m <sup>3</sup>	776.78	1,224.35	951,050.59	51,408.14
4.2	Fondo del canal de colchon reno	m <sup>3</sup>	699.10	1,293.00	903,938.89	48,861.56
4.3	Relleno de Material Selecto	m <sup>3</sup>	334.02	116.00	38,745.79	2,094.37
4.4	Pringado de Mortero 1:3 (Capa de 3.0 cm)	m <sup>2</sup>	2136.15	15.00	32,042.18	1,732.01
4.5	Geotextil	m <sup>2</sup>	850.57	26.00	22,114.93	1,195.40
<b>5.-</b>	<b>CONSTRUCCION DE RAMPA NO.1</b>					
5.1	Rampa de piedra cantera acostada de 0.15m*0.40m*0.60m con repello fino de 3.0 cm de espesor. Proporción 1:3. Area=456.50m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	456.50	285.00	130,102.50	7,032.57
5.2	Dentellón de concreto reforzado de 0.20m*1.0m. Ref. No 4 @ 0.15m A/D	m	24.50	1,102.00	26,999.00	1,459.41
5.3	Vigas transversales de concreto reforzado de 0.20m*0.60m. Ref. No 4 @ 0.15m A/D	m	86.32	680.36	58,728.68	3,174.52
5.4	Relleno de material selecto	m <sup>3</sup>	91.30	116.00	10,590.80	572.48
5.6	Construccion de cuneta de concreto ciclópeo70/30	m	106.21	1,025.00	108,865.25	5,884.61
<b>6.-</b>	<b>CONSTRUCCION DE RAMPA No. 2</b>					
6.1	Rampa de piedra cantera acostada de 0.15m*0.40m*0.60m con repello fino de 3.0 cm de espesor. Proporción 1:3. Area=218.66m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	218.66	285.00	62,318.10	3,368.55
6.2	Dentellón de concreto reforzado de 0.20m*6.0*1.0m. Ref. No 4 @ 0.15m A/D	m	15.49	1,102.00	17,069.98	922.70
6.3	Vigas transversales de concreto reforzado de 0.20m*0.60m. Ref. No 4 @ 0.15m A/D	m	47.73	680.36	32,473.58	1,755.33



6.4	Relleno de material selecto	m <sup>3</sup>	43.73	116.00	5,072.91	274.21
6.5	Construcción de cuneta concreto ciclópeo 70/30	m	62.55	1,025.00	64,113.75	3,465.61
<b>7.-</b>	<b>CONSTRUCCION DE RAMPA No. 3</b>					
7.1	Rampa de piedra cantera acostada de 0.15m*0.40m*0.60m con repello fino de 3.0 cm de espesor. Proporción 1:3. Area=181.1m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	181.10	285.00	51,613.50	2,789.92
7.2	Dentellón de concreto reforzado de 0.20m*6.0*1.0m. Ref. No 4 @ 0.15m A/D	m	12.00	1,102.00	13,224.00	714.81
7.3	Vigas transversales de concreto reforzado de 0.20m*0.60m*6.0m. Ref. No 4 @ 0.15m A/D	m	30.00	680.36	20,410.80	1,103.29
7.4	Relleno de material selecto.	m <sup>3</sup>	36.22	116.00	4,201.52	227.11
7.5	Construcción de cuneta de concreto cicópeo 70/30	m	60.45	1,025.00	61,961.25	3,349.26
<b>8.-</b>	<b>CONSTRUCCION DE RAMPA No. 4</b>					
8.1	Rampa de piedra cantera acostada de 0.15m*0.40m*0.60m con repello fino de 3.0 cm de espesor. Proporción 1:3. Area=345.16m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	346.77	285.00	98,829.45	5,342.13
8.2	Dentellón de concreto reforzado de 0.20m*1.0m. Ref. No 4 @ 0.15m A/D	m	16.74	1,102.00	18,447.48	997.16
8.3	Vigas transversales de concreto reforzado de 0.20m*0.60m*6.0m. Ref. No 4 @ 0.15m A/D	m	107.87	680.36	73,390.43	3,967.05
8.4	Relleno de material selecto.	m <sup>3</sup>	89.35	116.00	10,365.06	560.27
8.5	Construcción de cuneta de concreto cicópeo 70/30	m <sup>3</sup>	106.63	1,025.00	109,295.75	5,907.88
<b>9.-</b>	<b>CONSTRUCCION DE CUNETAS DE CONCRETO CICLÓPEO</b>					
9.1	Cunetas de concreto ciclópeo 70/30. L=138.62m	m	138.62	1,025.00	142,085.50	7,680.30
<b>10.-</b>	<b>CONFORMACION Y COMPACTACION DE RAZANTE EN CAMINO DE TERRENO NATURAL.</b>					
		m	456.62	52.00	23,744.24	1,283.47
<b>11.-</b>	<b>PROTECCION DE TALUDES</b>					
11.1	Colocación y suministro de zacate vetiver y plantas de espadillo (Emgramado).	m <sup>2</sup>	2450.84	45.00	110,287.80	5,961.50
<b>12.-</b>	<b>LIMPIEZA FINAL</b>	glb	1.00	8,000.00	8,000.00	432.43
	<b>COSTO DIRECTO (SUB-TOTAL)</b>				<b>3,461,264.96</b>	<b>187,095.40</b>
	ADMINISTRACION (8%)				276,901.20	14,967.63
	ELABORACION DE CONTRATO (1%)				34,612.65	1,870.95
	FIANZAS (2%)				69,225.30	3,741.91
	UTILIDAD (10%)				346,126.50	18,709.54
	IMPREVISTO(2%)				69,225.30	3,741.91
	<b>COSTO INDIRECTO (SUB-TOTAL)</b>				<b>796,090.94</b>	<b>43,031.94</b>
	<b>T O T A L</b>				<b>4,257,355.90</b>	<b>230,127.35</b>

# INGENIERIA CIVIL

## CAPITULO VII

### **IMPACTO AMBIENTAL.**



# UNAN



## CAPITULO VII

### IMPACTO AMBIENTAL.

El Impacto Ambiental es la evaluación que permite planificar ambientalmente los programas y proyectos, para tomar decisiones no sólo con criterios financieros, sino bajo parámetros sociales y ambientales como elemento vital del diseño.

Es importante tener en cuenta que, las consecuencias de los fenómenos naturales y las condiciones ambientales de nuestro país, son enteramente diferentes que en cualquier otro país, en cuanto a la economía, como en el desarrollo del país, sin dejar a un lado la falta de recursos sistemáticos que permitan estar al tanto de fenómenos naturales recientes para así tener un conocimiento más amplio de alternativas para el mejoramiento de las obras y su futuro.

El proyecto de Estabilización de Laderas y Mejoramiento de Caminos de las Comarcas de San Isidro de la Cruz Verde y Las Viudas, se encuentra dentro de la Cuenca Sur, que cuenta con una área de 825Km<sup>2</sup>, en la cual sabemos que esta Cuenca Sur, rodea y drena la Ciudad de Managua, es la Cuenca más prioritaria del país. La cuenca abastece de agua, leña, frutas y otros servicios ambientales a la Ciudad Capital, por lo tanto, para la realización de este proyecto, fue necesario la delimitación de la cuenca Sur, para nuestro lugares específicos correspondiente al proyecto, como la Micro cuenca San Isidro de la Cruz Verde de 0.83 Km<sup>2</sup> y para la Micro cuenca Las Viudas de 0.23 Km<sup>2</sup>.

El proyecto para comarca San Isidro de la Cruz Verde, corresponde al cauce con una longitud de 609.67m y para las Viudas corresponde al Camino \_ cauce con una longitud de 660.00m.



## 7.1 Reconocimiento de la zona.

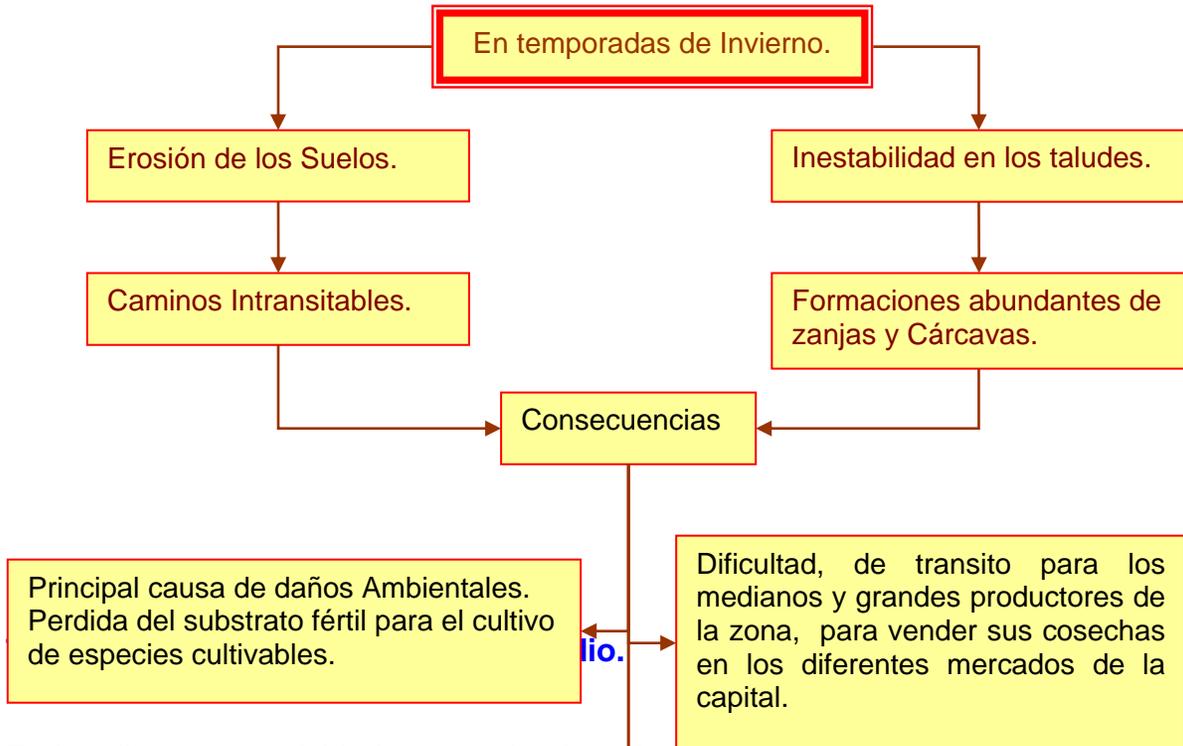
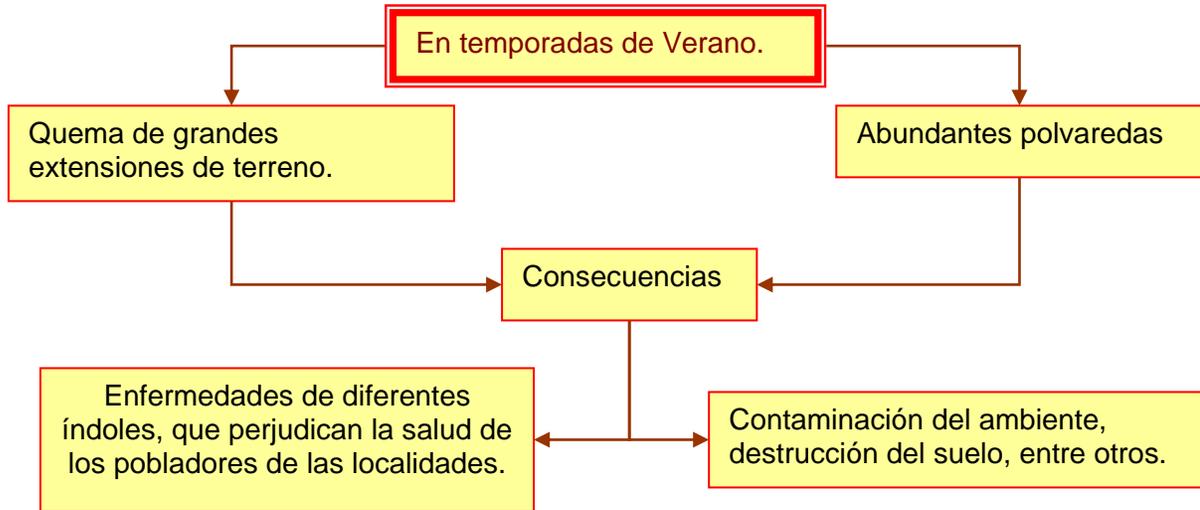
Las áreas de los proyectos: San Isidro de la Cruz Verde y Las Viudas, ambas comarcas se encuentran con poca vegetación en las áreas en donde se pretende ejecutar el proyecto, mientras que a los alrededores del proyecto se encuentran terrenos, que son utilizados algunos para cultivo de granos básicos como: Maíz, frijoles, también se dedican al pastoreo de ganado, además a distancias de 10m a 5m del cauce se encuentran casas habitacionales que se ven gravemente afectado por las corrientes de agua que circulan en los en cauce arrastrando grandes cantidades de sedimentos y socavando terrenos aledaños al cauce, el suelo se encuentra continuamente degradado por los efectos de la erosión, los pobladores de la zona peligran que sus casas se caigan, no reciben ningún apoyo por parte de las instituciones encargadas por la Mitigación de desastres, ya que el tiempo mas critico para los pobladores de las localidades, son en la temporada de invierno, que además, esta problemática año con año es mas complicada porque se están haciendo construcciones en las zonas altas de las comarcas, por lo cual estas grandes construcciones encausan las aguas al cauce aumentando así el caudal que circula y debido a que las secciones del cauce no están bien definidas producto de las erosiones del mismo, las aguas superficiales son un peligro para los pobladores de la zona del proyecto.



Como se podrá observar en esta fotografía, una vivienda en peligro, por el problema de erosión del cauce San Isidro de la Cruz Verde. Y la familia de esta casa se encuentran atemorizados ya que procedieron a hacer cercos de alambre seguidos y siembra de tallos de plátanos para tratar de frenar la erosión expresa el señor: Sebastián Hernández. Y que además continuamente los tallos de plátanos caen y aun así continúan sembrándolos es una lucha contra la erosión.



## 7.2 Impactos en su condición actual.



En las diferentes actividades, para la ejecución del proyecto se toma en cuenta el impacto ambiental como social y socioeconómico. El proyecto puede ocasionar en su proceso de ejecución.



En primera instancia para la actividad de replanteo topográfico, se utilizó un machete por el cual solo se limpiaron puntos estratégicos, en donde colocamos puntos de referencias y en árboles de gran magnitud, que no ponen en peligro a la comunidad de la Zona, se garantiza que no serán derribados, en cambio, todos aquellos árboles que demuestren todo lo contrario ante dicho serán derribados.

En cuanto a movimiento de tierra, los cortes variarán de menor a mayor, y existirá aumento de volúmenes de suspensión fina, como el polvo, que afecta a la población directa e indirectamente, a como también a trabajadores del proyecto.

#### **7.4 Preconstrucción.**

En la realización de esta fase del proyecto se ejecutará principalmente la limpieza del terreno lo cual consiste en la eliminación de toda materia orgánica como: raíces, troncos, plásticos y todos aquellos materiales que afectan en el asentamiento de las estructuras posibles a construir, como los muros de contención conocidos como estructuras de gaviones.

Para las mejoras del camino que se hará en la comarca las viudas se realizarán movimientos de tierra en toda la sección longitudinal que comprende el proyecto lo cual generará polvaredas que afectarán a la población como a las cuadrillas de trabajadores del proyecto.

#### **7.5 Durante la construcción.**

Para la construcción de muros de gaviones no es necesario equipo o maquinaria pesada por que su proceso de instalación es manual y no necesita preparación técnica en el personal para su ejecución, pero si es necesario la supervisión de un Ingeniero Civil.



Para la comarca de las viudas se construirán rampas y cunetas lo cual ocasionara polvaredas y ruidos causados por equipos pesados como: retroexcavadoras, patrol o moto niveladora que será la maquinaria encargada en conformar y nivelar el terreno natural.

### **7.6 Durante la Operación.**

Reducción a los volúmenes de sedimentos que recaen en la micro cuenca.

Con la construcción de muros de gaviones permite una retención de que las laderas no se sigan erosionando, es decir garantizar los desniveles del suelo y además retener aguas por medio de los poros de las rocas y los vacíos entre ellas y infiltrar al subsuelos en las temporadas lluviosas de invierno, además las estructuras de gaviones presenta la ventaja de fácil adaptación al medio ambiente formando así una imagen paisajístico en las zonas de influencia. Ahora bien para lograra la estabilización parcial de la ladera se ha propuesto la siembra siembra de zacate vetiver que presenta características ventajosas en el ámbito de control de erosión de los suelos. (Ver Pagina 37).

### **7.7 Medidas de Mitigación.**

En las áreas de los proyectos el factor de impacto más crítico es el causado por el movimiento de tierra que ocasiona las polvaredas, pero esto se puede solucionar por medio de mascarilla que se les proporcionara a los trabajadores u obreros del proyecto en el proceso de ejecución y en cuanto a la población se garantizara que será constantemente regado el terreno de excavación.

El ruido causado por maquinas en el proyecto es mínimo por lo cual es despreciable y en caso de emplear maquinaria que este causando demasiado ruido deberá ser regulado el escape de esta maquina, además en cuanto a la



emisiones de humo de la maquinaria no se aceptara maquinaria que emane grandes cantidades de humo.

Además para garantizar que no se sigan dando la erosión de los suelos, en la formulación de este proyecto se propone la siembra de vetiver y el diseño de muros de gaviones que presenta una de las características que ningún otro muro las posee, la cual es la adaptación rápida al medio ambiente formando así una imagen paisajística, y esto contribuye a mejorar el paisaje de la zona del proyecto.

Para no interferir las condiciones normales del sector, se debe considerar los siguientes aspectos para el desarrollo constructivo.

- Escogencia adecuada del proceso tecnológico a utilizar en la construcción.
- A todos los desechos sólidos o líquidos que se generen del manejo de los equipos pesados de construcción, se le deben dar su tratamiento específico, evitando que se derramen combustibles, lubricantes, aceites y otros en el sitio del proyecto.
- Todas las emisiones de gases generadas en el proyecto por los equipos de construcción, deben ser admisibles en su composición y concentración, por tanto los equipos a utilizar deben estar en buenas condiciones mecánicas.
- Controlar dentro de lo normal los ruidos continuos, intermitentes y ocasionales.
- Controlar las polvaredas causadas por los cortes y excavaciones de zanjas, regando agua alrededor de los sitios donde se acopien los materiales.



- Controlar los polvos originados por las mezclas de los materiales de construcción y durante el proceso de colocación de los mismos, regando agua adecuadamente con pipas destinados a estos menesteres.
- Implementar estrategias constructivas que permitan no afectar el tránsito de vehículos alrededor del proyecto.
- Recoger y mandar a depositar los desechos producto de las demoliciones y las basuras que se generen durante el mismo proceso constructivo del proyecto a los botaderos donde considere mas adecuado el Supervisor del proyecto.
- Mantener razonablemente limpio, las construcciones temporales y el sitio del proyecto.
- Construir las letrinas de uso temporal tanto para la Supervisión como para el personal que laborará en la construcción del proyecto.
- Evitar mantener zanjas con estancamientos de aguas, para evitar la proliferación de insectos como los mosquitos.
- Tapar con plásticos los desechos de la construcción, mientras son trasladados desde el sitio de la obra hasta el depósito en el botadero previamente designado por el Supervisor.

# INGENIERIA CIVIL

## CAPITULO VIII

### **RECONOCIMIENTO GEOLOGICO DE LA ZONA DE ESTUDIO.**



# UNAN



## CAPITULO VIII

### RECONOCIMIENTO GEOLOGICO DE LA ZONA DE ESTUDIO.

#### 8.1 Objetivos del reconocimiento geológico de la zona de estudio.

- ✓ Realizar un reconocimiento geológico superficial para describir las características geológicas del área de estudio.
- ✓ Determinar el tipo de material existente en el sitio donde se proyecta la construcción de las obras de estabilización de laderas y estimar la profundidad de cimentación.

#### 8.2 Geomorfología.

El relieve de la zona es ondulado, formado por lomas alargadas constituidas por potentes espesores de material piroclástico proveniente de erupciones de los Volcanes Masaya y Apoyo. Estas lomas están separadas entre sí por estrechos valles, formados por la fuerte erosión hídrica de las aguas de escorrentía generadas en las partes mas elevadas.

Las elevaciones descienden hasta los 250m en el Noreste con pendiente topográficas entre 15-25<sup>0</sup>. Sobre salen hacia el Noreste las elevaciones montañosas de las Sierritas de Santo Domingo y escarpes lineales muy visibles al Norte, asociadas a fallas geológicas conocidas.

El drenaje de la Cuenca Sur del Lago de Managua es activo durante el periodo de lluvias debido a que es alimentado por corrientes torrenciales que atraviesan el área de Sur a Norte hacia el Lago de Managua. Esta Cuenca abarca toda la zona Sur del casco Urbano de Managua, hasta el pie de las Sierras de Managua.



### 8.3 Marco geológico estructural.

En la zona de Managua y sus alrededores se señala la existencia de dos sistemas predominantes de fallas, fracturas y lineamiento de rumbo **NW-SE y NE-SW**.

El sistema de lineamiento y fallas con rumbo N-S al Oeste de la Ciudad y Este del Lago de Managua y que limitan la región, se asocian al vulcanismo reciente del Lineamiento Nejapa-Miraflores y Sabana Grande. Este sistema y la falla de las Nubes al Sur, en Las Sierras de Managua, marcan los límites de una depresión tectónica de orientación N-S y de unos 25 Km de ancho identificada como la depresión o Graben de Managua, (Schwartz et. Al, 1975). En esta depresión se localiza de estudio.

Su origen esta relacionado con la segmentación del frente volcánico cuaternario y el proceso de estiramiento cortical facilitado por la actividad volcánica del Lineamiento Nejapa- Miraflores que forma una cuenca de tipo pull-apart o Graben y la levantada estructura de la Meseta de Los Pueblos (Martínez 1992).

Dentro del graben de Managua se observan numerosas fallas y lineamientos reconocidas como estructuras secundarias, normales y lateral izquierdo (Martínez 1998). Esta estructuras han sido confirmada en el terreno mediante trincheras exploratorias para el estudio de riesgo geológico superficial. El área de estudio ni esta afectada por estructuras tectónicas. Las fallas mas cercana a los sitios de interés son las fallas Tiscapa Sur que pasa a uno 206m al Este del cauce Los Ladinos y la falla Centroamericana que esta a unos 400m al Oeste del cauce de San Isidro de la Cruz Verde.



#### 8.4 Geología local y estratigrafía.

En la región de Managua los depósitos piroclásticos y flujos sub-aéreos mas recientes son de edad Holoceno, estos depósitos cubren la parte superior del grupo Las Sierras y se identifican como el grupo Managua, a este grupo pertenece el área de estudio.

La litología está representada por cenizas, tobas, pómez, lahares, ignimbritas, suelos coluviales, paleosuelos, materiales redepositados y meteorizados entre otros.

De acuerdo a los resultados del reconocimiento geológicos, los sitios propuestos para la construcción de las obras hidráulicas presentan las siguientes secuencias estratigráficas que se describe iniciando con la capa mas reciente:

La secuencia estratigráfica general de la zona del cauce Las Viudas está representada por una capa de suelo (Hs) de espesor relativamente estable, color café oscuro con

raíces de plantas, seguido por un suelo café claro limo arenoso, inmediatamente debajo aparece un horizonte de toba (Hrt) compacta y masiva de color gris claro a amarillento, de 2 a 3m. de espesor, seguidamente se observa un suelo fósil (Hfs) limo arenoso con finas capas de pómez de color amarillo claro y fragmentos de escoria, toba, pómez y abundantes pinolitos. (Ver foto 1 y 2) El espesor de este horizonte en esta zona alcanza los 4m. Toda la secuencia se presenta fracturada y con diaclasas verticales y sub verticales. La base del corte en algunos puntos está representada por tobas poco consolidadas y pómez.

En la zona del cauce de San Isidro de la Cruz Verde el corte estratigráfico presenta un suelo limo arenoso, café claro con fragmento de toba, pómez y escoria, seguido por tobas consolidada de color gris claro –amarillento como se



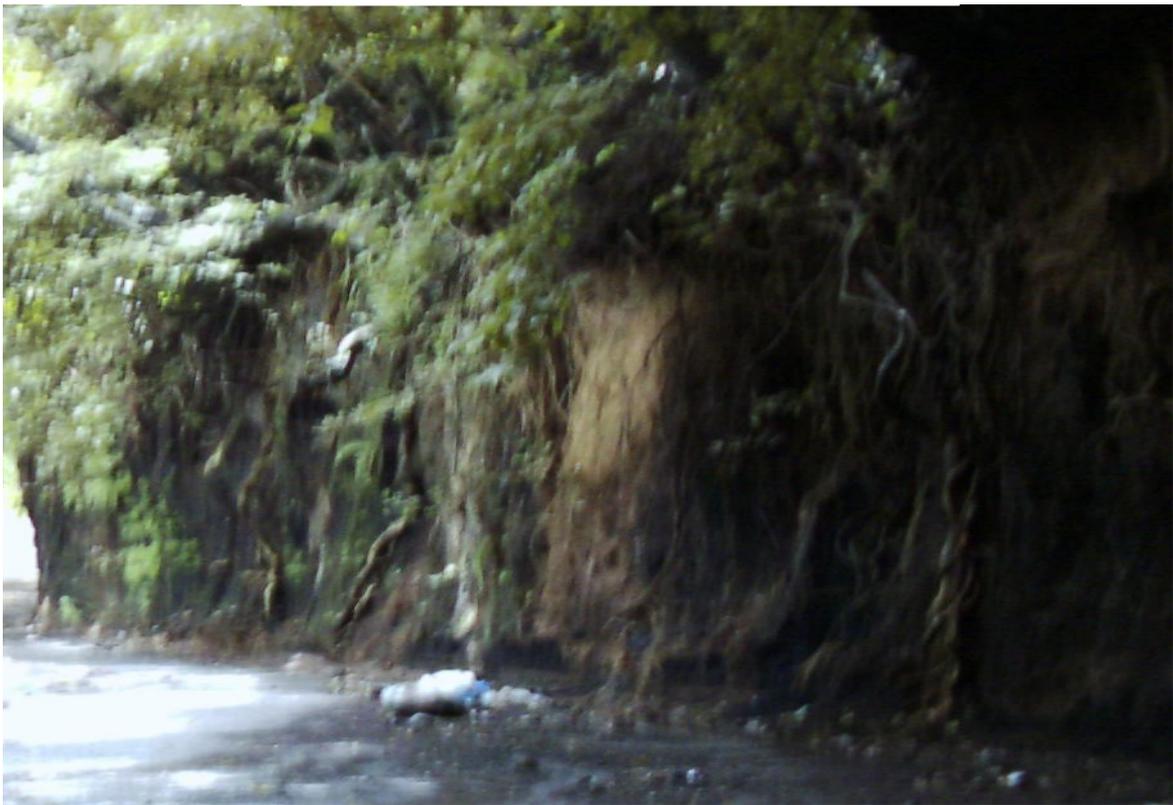
observa en el sector del vado y en donde se ensancha este cauce, (Ver Fotos 3 y 4)

### 8.5 Conclusiones obtenidas sobre el reconocimiento geológico de la zona de estudio.

- ✓ Los depósitos piro clásticos presentes en el área de estudio pertenecen al grupo Managua y están representados por suelos resiente (Hs) con fragmento de pómez, toba, escorias, le sigue un horizonte de tobas masivas (Hfs) fracturadas y con diaclasas, por debajo de ese horizonte se presenta un suelo fósil (Hfs) limo arenoso –con fragmentos de tobas pómez, escorias y basalto escoriáceo.
- ✓ Los estratos presentes en el área de estudio están definidos aunque han sido afectados por agentes de meteorización. No hay evidencias de fallas en los sitios de interés, pero si se identifican zonas de lineamientos foto geológicos estructurales principales donde pueden ocurrir desplazamientos del terreno.
- ✓ Los materiales del sitio pueden ser utilizados para mejorar la resistencia del sub suelo, disminuir la erosión e impermeabilizar las áreas afectadas utilizando una mezcla de suelo cemento con una proporción adecuada. También se puede utilizar como material de relleno y los de mejor calidad como material selecto.



**FOTO No. 1**





**FOTO No. 2**





**FOTO No. 3**



**FOTO No. 4**





### 8.6 COLUMNA GENERALIZADA DE LOS SITIOS DE ESTUDIOS LOCALIZADOS EN LA ZONA SUR DE MANAGUA

Edad	Grupo	Espesor (m)	Litología	Descripción
HOLOCENO	MANAGUA	3.00		SUELO RECIENTE (Hs) ARENA LIMOSA GRIS CLARO, FRAGMENTOS DE TOBA, POMEZ Y ESCORIA
		2.00		TOBA (Hr) AMARILLENTO MASIVA CON FRACTURAS Y DIACLASAS.
		4.00		SUELO FOSIL (Hfs) ARENA LIMOSA CON FRAGMENTOS DE TOBA, POMEZ, ESCORIAS Y ABUNDANTES PISOLITOS.
		3.00		TRIPLE CAPA SAN JUAN (HsD) TOBA Y ESCORIA.

# INGENIERIA CIVIL

## CAPITULO IX : **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



# UNAN



## CONCLUSIONES

En la formulación del proyecto de estabilización de laderas y mejoramiento de caminos en las comarcas de San Isidro de la Cruz Verde y Las Viudas, estas comarcas se encuentran equí distante de una de la otra, pero el problema que existe en ellas son relativamente crítico, en las temporadas de invierno, en primera instancia para la Comarca San Isidro de la Cruz Verde, esta comarca posee un cauce que producto de la escorrentías y arrastre de sedimentos incontrolables afecta gravemente a los caminos por los cuales, el cauce San Isidro los atraviesa, afectando así el camino de acceso a la Comarca de su mismo nombre, y en segunda instancia tenemos la comarcas Las Viudas, esta comarca presenta un camino cauce conocido con el nombre de “Caminos las viudas”.

Ambas comarcas presentan un problema casi igual en cuanto a escorrentías superficiales incontrolables, erosión de los suelos, inestabilidad en sus laderas, por lo tanto nosotros planeamos y demostramos, la manera de solucionar el problema existente en las localidades que es la implementación de un sistema constructivo económico rentable y eficientemente duradero y que además es fácil la construcción de este sistema constructivo, tanto que no necesita de mano de obra especializada, este sistema constructivo se llama, estructuras de gaviones.

Estas estructuras son eficiente en la conservación de los suelos, tanto que también se adapta a la naturaleza formando así una imagen paisajístico, en el diseño de estas estructuras de gavión, tienen dos funcionalidades una de ellas es diseñar muros de contención de gaviones, para mantener los niveles de suelo y evitar la erosión en la base del talud o terraplén (cualquier sección inclinada) este diseño se hizo en base a estudios de suelos hechos por Maccaferri, para estructuras de Gaviones, para Nicaragua, con base a esto aplicamos el diseño de los muros de gaviones con el software Gawacwin®, que nos fue proporcionado por SINTER(Maccaferri), Nicaragua y posterior a eso decidimos demostrar las dimensiones de un muro de gavión por medio de análisis, tradicional usando el



método de Coulomb, que al compararlo se puede apreciar que de acuerdo con las dimensiones propuestas el muro, es estable.

También en ambas localidades se diseño canal, el cual es diseñado por el programa Hcanales, en donde las paredes de este canal, serán los muros de retención diseñados de gaviones y en la base del canal será de colchón reno con los espesores de acuerdo al diseño, esto ayuda a estabilizar la base del talud y a que las aguas pluviales tengan una única orientación.

También para garantizar la estabilización de las laderas se deberá hacer cortes de  $30^{\circ}$  ó  $60^{\circ}$ , posterior a eso hacer la siembra vegetativa de zacate vetiver con espadillo, esto ayuda en muchos aspectos a la comunidad o directamente a los linderos del cauce porque como podrán haber leído, en el Marco Teórico de dicho documento se planteo todas las posibles características y beneficios que tiene el zacate vetiver.

Cabe aclarar que este Proyecto es muy bueno, por que ayuda a las comunidades a mejorar su nivel de vida y a la ves las fincas y propiedades adjunto a estas localidades adquirirán mayor valor catastral con la construcción, de las obras de gaviones que evitaran la formación de cárcavas y darán mayor seguridad y protección a las áreas de cultivos.

Los resultados que hemos obtenidos al investigar el comportamiento de las construcciones con gaviones, es muy bueno ya que estos sirven para retener agua he infiltrar al subsuelo y lo mas importante es que se adapta al medio ambiente.



Con la ejecución de este proyecto en su conjunto, se puede garantizar lo siguiente:

- ✓ Mejorar el paisaje en la zona de impacto del Proyecto.
- ✓ Contribuir a incrementar las áreas verdes en la Cuenca Sur de la Ciudad de Managua.
- ✓ Disminuir los procesos de erosión de las laderas.
- ✓ Garantizar la estabilización de las laderas.
- ✓ Mejorar el entorno del área de circulación de la población.
- ✓ Garantizar en cualquier periodo del año la circulación de peatones y vehículos.
- ✓ Mantener de forma permanente a lo largo de todo el camino la imagen de la sección transversal uniforme.



## RECOMENDACIONES

En el área de estudio, correspondientes a las comarcas, existe un predominio de suelo que es arenoso, café claro con fragmento de tobas, pómez y escoria, es por tal razón que nosotros recomendamos, que los materiales del sitio pueden ser utilizados para mejorar la resistencia del subsuelo, disminuir la erosión e impermeabilizar las áreas afectadas utilizando una mezcla de suelo cemento con una proporción adecuada. También se puede utilizar como material de relleno y los de mejor calidad como material selecto.

En proceso de la construcción de los muro de gaviones no es necesario emplear mano de obra calificada, pero si debidamente supervisada por un Ingeniero Civil.

En el proceso de la fundaciones de las estructuras si existe un suelo inestable se deberá excavar 60 cm más y reemplazarlo por material selecto y compactarse a un 90% de la densidad Proctor estandar.

Es necesario realizar por lo menos 5 pruebas de compactación al momento de ejecución del proyecto.

Para que el diseño de gaviones propuestos, sea eficiente en la parte ejecutaria deberán captarse las especificaciones técnicas propuestas en este proyecto y que por lo tanto, la piedra Bolón para el llenado de los gaviones deberá tener un peso específico mínimo de  $2.6 \text{ ton/m}^3$ , que es igual a  $26 \text{ KN/m}^3$  y el diámetro de las mismas deberá ser mayor a las aberturas de la malla utilizada para armar los gaviones.



También se recomienda la construcción de pozos de absorción en la parte alta de la Micro cuenca las viudas, para controlar los caudales y reducir las escorrentías superficiales y de esta manera ayudar también a campesinos de la zona, a todas aquellas personas que se dedican a la siembra de cultivos, evitando la destrucción de la capa vegetal ocasionada por la erosión hídrica. Este diseño se plantea en la parte de anexo de este documento.

Controlar por parte de la Alcaldía de Managua, a las empresas constructoras, que construyen mansiones en las partes altas de la Cuenca Sur del lago de Managua ya que estas construcciones contribuyen gravemente al deterioro del Medio Ambiente y afectando también a pobladores campesinos de las partes bajas de la Cuenca, a demás estas construcciones si no se detienen o no reciben un debido control reglamentario las consecuencia en un futuro serán catastróficas.

Cabe aclarar que las construcciones en las partes altas de la cuenca hacen que aumente los caudales de las aguas superficiales, provocando así arrastres de sedimentos y que, por lo tanto, el control de estos será más costoso.

Lo que, para una persona, empresa o compañía es bueno, rentable, beneficioso lo podrá ser para todo el mudo circundante, pero sin la afectación del medio en el cual vivimos ya que si lo destruimos ¿De qué nos sirve las grandes Superestructuras, los beneficios económicos que brindan las construcciones? Si el cambio o la afectación del Ambiente, puede causar efectos irreparables.

# INGENIERIA CIVIL

## **BIBLIOGRAFIA**



# UNAN

## BIBLOGRAFIA

- 1) **ALMA (Alcaldía de Managua).**
- 2) **Guía de precios del FISE 2006(Fondo de Inversión social de Emergencia).**
- 3) **Catalogo de etapas y sub-etapas del FISE para construcciones Horizontales.**
- 4) **Catalogo de Normas de Rendimiento Horaria.**
- 5) **Nic. 2000 Especificaciones Generales para Camino, Calles y puentes.**
- 6) **SINTER, MACCAFERRI.**  
*Diseño de estructuras de muros de Gaviones.*
- 7) **Diseño Hidráulico.**  
*Autor: Samuel Trueba Coronel.*  
*5<sup>ta</sup> Edición.*  
*Capitulo IV: Circulación del agua en los vertederos.*  
*Pagina No. 81.*
- 8) **Construction Planning, Equipament and Methodds**  
*Traducción de: Jaime F.Sandoval.*  
*1<sup>ra</sup> Edición, Marzo de 1963.*  
*9 Impresión, junio de 1974*  
*Derechos reservados*  
*Con la autorización de:*  
**McGRAW-HILL BOOK COMPANY, INC.NEW YORK**  
**EDITORIAL DIANA, S.A.**  
*Calles de tlacoquemecatl y Roberto, México 12, D.F*  
*Impreso en México- printed in México.*
- 9) **Mecánica de suelos.**  
*Primera Impresión, 1984.*  
*Ilustración de: Alberto Mirabal Chaple.*  
**EDITORIAL PUEBLO Y EDUCACION, 1982.**  
*Calle 3ra. A. No. 4605, entre 46 y 60*

*Playa Ciudad de la Habana.*

*Impreso por el colombiano polígrafo Guantánamo, Juan Marinello, 1984.*

*Capitulo VII: Estabilidad de taludes.*

*Pagina No. 191.*

### **10) Mecánica de Suelos.**

*Autores: Juarez Badillo. Rico Rodríguez.*

*Tomo No.2*

*Teoría y aplicaciones de la mecánica de Suelos.*

*Capitulo IV: Presión de tierra sobre elementos de soporte.*

*Pagina No. 117.*

### **11) Hidrologia General.**

*Ingeniero, Frailán Ferro Bernal.*

*Sobre la presente edición:*

*EDITORIAL CIENTIFICO\_TÉCNICO*

*EDICION: Juan F. Valdés Montero.*

*REALIZACION: Carmen Padilla.*

*CORRECCIÓN: \_Olga Lozano.*

*\_Lourdes Rodríguez.*

*Impreso en Cuba.*

*Capitulo V*

*Pagina No. 50.*

*Capitulo VI*

*Pagina No. 57.*

### **12) Hidráulica de Canales Abierto.**

**VEN TE CHOW, Ph. D**

*Professor of Hydraulic Engineering*

*University of Illinois*

**TRADUCCIÓN**

**Juan G. Saldarriaga**

*Ingeniero Civil, Universidad de los Andes.*

*M.Sc. en Ingeniería Hidráulica*

*Universidad de Newcastle upon Tyne, Inglaterra.*

*Profesor del departamento de Ingeniería Civil, Universidad de los Andes.*

**REVISIÓN TÉCNICA**

**Antonio Zuluaga Angel**

*Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Colombia.*

*M.Sc. en Hidráulica Universidad de California.*

**McGRAW-HILL INTERAMERICANA S.A.**

*Transversal 42B No.19-77. Santafé de Bogotá, Colombia.*

**TRADUCIDO DE OPEN-CHANNEL HYDRAULICS**

Copyright © MCMLXXXVIII, por McGRAW-HILL, Inc.

ISBN: 07-010776-9

**EDITORIA: Martha Edna Suárez R.**

*Impreso por Editorial Nomos S.A.*

*Impreso en Colombia.*

*Capitulo I: Flujo en Canales Abierto y su Clasificación.*

*Pagina No.3*

### **13) Hidráulica de Flujo de Canales Abiertos.**

**HUBERT CHASON**

*Univesity of Queensland, Australia.*

**TRADUCCIÓN**

**Juan G. Saldarriaga V.**

*Profesor de Ingeniería Hidráulica, Universidad de los Andes.*

**REVISIÓN TÉCNICA**

**Eduardo Machado H.**

*Profesor de la Universidad Javeriana*

*Doctor en Ingeniería Civil, Universidad de Toulouse.*

*Traducido de la primera edición en Ingles de THE HYDRAULICS OF OPEN CHANNEL FLOW, by Dr. Hubert Chanson*

**EDITORA**

**Emma Ariza H.**

**JEFE DE PRODUCCIÓN**

**Consuelo E. Ruiz M.**

*Impreso en Colombia, se imprimieron 1000 ejemplares en el mes de Abril de 2004.  
Impreso por Quebecor World Bogotá S.A.*

*Capitulo VI: Introducción al Transporte de Sedimentos en Canales Abiertos.*

### **14) Manual de Hidraulica.**

**J.M. de Azevedo**

*Profesor de la escuela de Ingeniería de Sao Carlos  
Universidad de Sao Paulo, Miembro del IAHR*

**Guillermo Acosta A.**

*Ingeniero Civil, Profesor de la Facultad de Arquitectura de la Univesidad  
MacKenzie.*

*Miembro de la ABES y AIDIS.*

**TRADUCTOR**

**Ingeniero Acosta Alvarez**

*Univesidad MacKenzie*

**RREVISORES TÉCNICOS**

*1. Ingeniero, Juan José Muciño Porras.*

2. *Ingeniero, Carlos Alfonso Ortiz Fimbres.*

*Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil  
Universidad Autónoma de México.*

3. *Ingeniero, Eduardo Carriasco Paz.*

*Universidad Nacional-Bogota, Colombia I.N.S.T.N. Saclay-Francia  
Capitulo 9, Pagina 78.  
Capitulo 23, Pagina 373.*

## **15) Topografía.**

***Wolf/Brinker***

*9<sup>na</sup> Edición.*

*Alfaomega.*

***Paul R. Wolf***

*Profesor Emérito de Ingeniería Civil y ambiental.*

*University of Wisconsin at Madison.*

***Russel C. Brinker.***

*Profesor Adjunto de Ingeniería Civil.*

*New Mexico State University.*

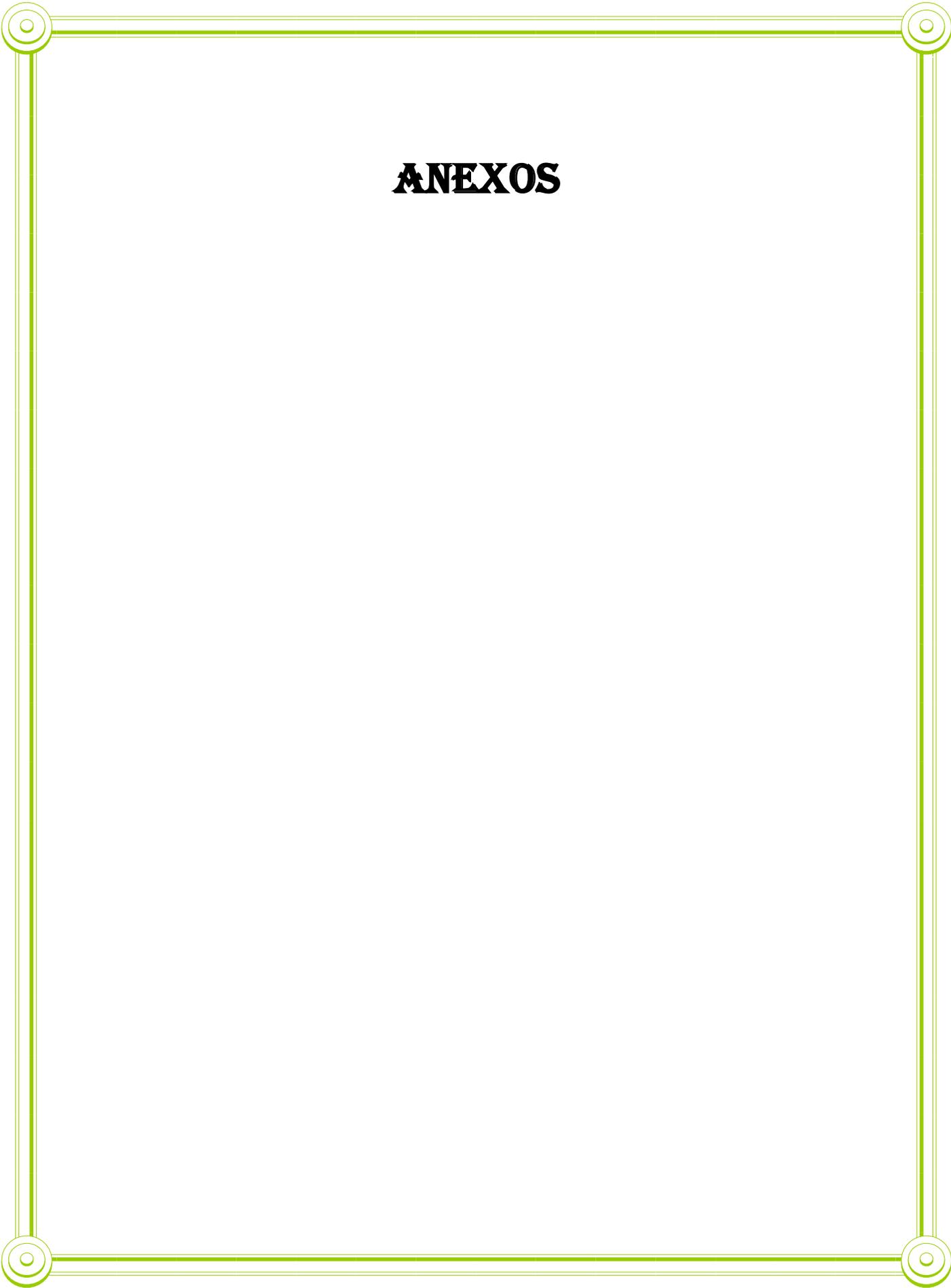
*Capitulo 25: Curvas Horizontales.*

*Pagina No. 25.*

## **16) Dirección de la Producción.**

***Jay Heizer Barry Render.***

*Decisiones Tácticas.*

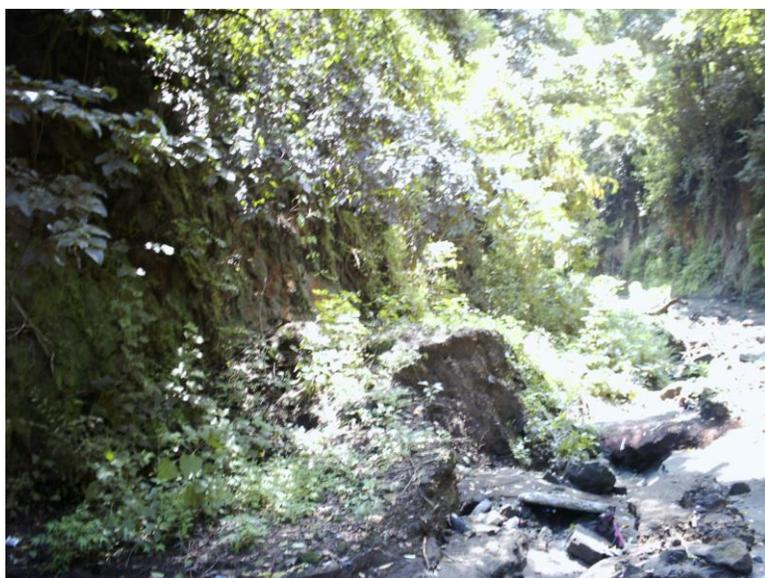
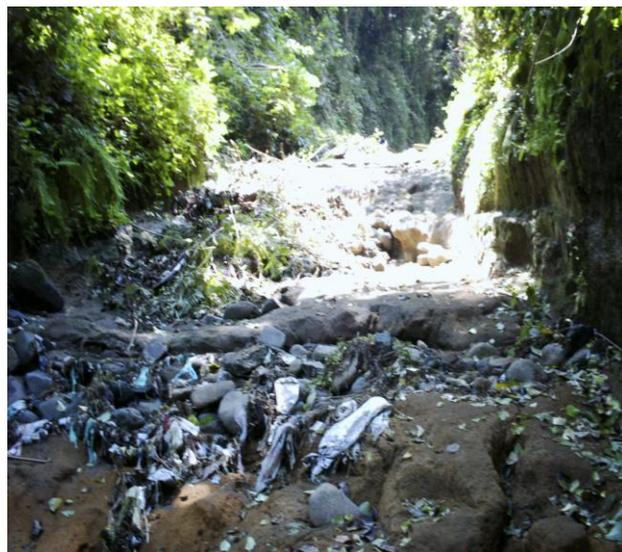


# **ANEXOS**

**FOTOGRAFIAS DEL PROYECTO.**



**FOTOGRAFIAS DEL PROYECTO.**



**FOTOGRAFIA TOMADA EN EPOCA DE VERANO.**



**ALCANCE DE OBRAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO.****Información General.**

En la realización de las obras de este proyecto de estabilización de laderas y mejoramiento de camino, que cabe aclarar que son dos proyectos que se realizarán en zonas equidistantes a como son: San Isidro de la Cruz Verde y Las Viudas, se regirá por las especificaciones generales del NIC-2000, las especificaciones técnicas prevalecerán sobre todas aquellas que se les opongan y que estén contenidas en los planos constructivos.

**Alcance de obra.****Punto crítico No.1**

En el primer punto crítico llamado: [San Isidro de la Cruz Verde](#), sobre el cauce a partir del estacionado topográfico 0 + 000 (Estación de Diseño) hasta 0 + 610 (Estación de Diseño) comprende la construcción de 3 Vados de piedra cantera con refuerzo de dentellones y vigas transversales de concreto reforzado. Las longitudes de cada uno de los vados se desglosan en la siguiente tabla:

<b>Vado No.</b>	<b>Longitud (m)</b>
1	13.0
2	8.33
3	9.0

Estos vados tendrán un ancho de 6.0m y en el contorno se protegerá con dentellones de concreto reforzado con una profundidad de 1.0m. A los internos de la rampa se reforzará con vigas transversales que tendrán una altura de 0.60m; ambas estructuras de refuerzo tendrán un espesor de 0.20m y refuerzo de acero [No. 4@ 0.15m](#) en ambas direcciones. (ver detalles en planos constructivos). La fundación en donde se construirán los vados se mejorará la capacidad soporte del suelo con capas de 0.30m de espesor de suelo cemento en proporción 1:4. Las áreas de vado de piedra cantera se les protegerá con una capa de repello con espesor de 3.0cm.

También se construirán las obras tales como: canal de gaviones con lecho de colchón reno, dissipador de energía y descarga en una longitud de 543m. (Ver detalles constructivos)

Para construir las estructuras antes mencionadas es necesario realizar el movimiento de tierra necesario para construir estas estructuras. El movimiento de tierra incluye las excavaciones para la cimentación y los rellenos proyectados en las secciones transversales del diseño.

En el diseño se propone la estabilización de taludes con grados de inclinación de 60 de repose o el 2%; estos taludes se protegerán con zacate vetiver y plantas de espadillo en una franja de ancho de 1.0m. En los planos constructivos se indican las demoliciones y las remociones necesarias a realizar para limpiar de obstáculos, los sitios donde se han proyectado la construcción de estas estructuras. El movimiento de tierra consiste en volúmenes de corte de 2,192.70m<sup>3</sup>, relleno de 2,356m<sup>3</sup> y acarreo de material faltante para relleno con material del sitio de 163.30m<sup>3</sup>.

### **Punto Crítico No.2:**

En el segundo punto crítico llamado **La Viudas**, sobre el camino cauce a partir del estacionado topográficos 0 + 000 (Estación de Diseño) hasta 0 + 660 (Estación de Diseño) comprende la construcción de 4 rampas de piedra cantera acostada con refuerzo de dentellones y vigas transversales de concreto reforzado. Las longitudes de cada una de las rampas se desglosan en la siguiente tabla:

<b>Rampa</b>	<b>Longitud (m)</b>
1	40.0
2	30.0
3	30.16
4	61.71

Estas rampas tendrán un ancho de 6.0m en la vía principal y 4.0m en la dirección de accesos secundarios, los extremos de las rampas se protegerán con una cuneta de concreto ciclópeos. También aguas abajo o al terminar cada una de las rampas se protegerá con dentellones de concreto reforzado que tendrá una profundidad de 1.0m y ancho de 0.20m. a lo interno de la rampa se reforzará con vigas transversales que tendrán una altura de 0.60m;

ambas estructuras de refuerzo tendrán un espesor de 0.20m y refuerzo de acero [No.4@0.15m](#) en ambas direcciones (ver detalles en planos constructivos). La fundación donde se construirán las rampas se mejorara la capacidad soporte del suelo con una capa de 0.30m de espesor de material selecto. La construcción de cuneta, de concreto ciclópeo no se construirá en el lado donde se construirá el canal de gaviones.

También se construirá un canal de gaviones con lecho de colchón reno, el cual funcionará como dissipador de energía, y tendrá una longitud de 388.39m(ver detalle en juego de planos constructivos)

Para construir las estructuras antes mencionadas es necesario realizar el movimiento de tierra necesario para construir estas estructuras. El movimiento de tierra incluye las excavaciones para la cimentación y los rellenos proyectados en las secciones transversales del diseño.

En el diseño se propone la estabilización de taludes con grado de inclinación de  $30^{\circ}$  ó  $60^{\circ}$  de repose o el 2%; estos taludes se protegerán con zacate vetiver y planta de espadillo en una franja de ancho de 2.0m. En los planos constructivos se indican las demoliciones necesarias a realizar para limpiar de obstáculos, los sitios donde se han proyectado la construcción de estas estructuras. El movimiento de tierra consiste en volúmenes de corte de  $3,867.40\text{m}^3$ , relleno de  $2,623.95\text{m}^3$  y acarreo de material sobrante de  $1,243.45\text{m}^3$ .

En el proyecto se incluye la construcción de cunetas de concreto ciclópeo a partir del estacionamiento 0+487.08(Estación de diseño) hasta el estacionamiento 0+641.71(Estación de diseño) en ambas márgenes del camino cauce(Este tramo incluye los tramos de las rampas No.3 y No.4). También se conformara y se nivelara de acuerdo al nivel de rasante proyectada en el diseño los tramos de caminos que no serán protegidos con rampas de piedra cantera; esta longitud es de 451.38m. en los planos constructivos se indican las demoliciones y remociones necesarias a realizar para limpiar de obstáculos, los sitios donde se han proyectado la construcción de estas estructuras.

**La aprobación de los materiales.**

Todo material, accesorio, equipo y método que fueren parte del trabajo quedaran sujetos a la aprobación del supervisor.

El supervisor requerirá pruebas de laboratorio de muestra sometidas para su aprobación. El pago de pruebas de laboratorio, será por cuenta del contratista. Por lo que será incluido en sus costos a ofertar. La cantidad de pruebas a realizar se especifica en la parte final de este documento.

**Rechazo de materiales.**

Falla en la muestra será suficiente causa, para que se rechace el uso de los materiales de un mismo lote, y del mismo fabricante.

En caso que los materiales, equipo o accesorios que han sido rechazados por el supervisor se incorporen en la obra, el supervisor exigirá que se remuevan y sean repuestos por otros aprobados o demandar al contratista todas las reparaciones que crean conveniente.

**PRELIMINARES.**

El contratista previo al inicio del movimiento de tierra: deberá garantizar el replanteo topográfico, para determinar localización del nuevo eje de diseño y los niveles de rasante propuesto en el; así como los niveles de las diferentes obras propuesta de drenaje pluvial. En caso de discrepancia el contratista notificara a la supervisión, para decidir al respecto según considere conveniente.

**Limpieza del sitio.**

Este trabajo consiste en la realización de las actividades necesarias para la limpieza del sitio del proyecto, previo al inicio de los trabajos (limpieza inicial), y posteriormente a la conclusión de los mismos (limpieza final).

**a. Limpieza Inicial.** La limpieza inicial consiste en el desenraicé, destronque, remoción y desecho de toda la maleza y vegetación, basura, desperdicio, obstáculos ocultos o visibles y de todo material objetable o a ser removido o sustituido, existente dentro del área donde se ejecutará el proyecto. Esta área deberá corresponder específicamente al área que será afectada por los trabajos descritos en estas especificaciones técnicas, y plasmados en los planos constructivos y conforme a las dimensiones ahí establecidas.

La limpieza inicial será llevada a efecto con anticipación a las operaciones de movimiento de tierra u otras preliminares y de acuerdo con los requisitos estipulados en estas especificaciones.

No será pagado ningún trabajo de limpieza inicial efectuado fuera de los límites aquí definidos, a menos que haya sido ordenado por el Supervisor de la obra.

Dentro del proceso de la limpieza inicial, el contratista deberá evitar en todo lo posible la afectación del medio ambiente y en especial a árboles que se encuentren dentro del área de trabajo. Toda afectación al medio ambiente por derribo de árboles y/o afectaciones a propiedades del sector, correrá por cuenta propia del contratista, sin perjuicio para el propietario. El supervisor designará y marcará los árboles, arbusto plantas y objetos que no vayan a ser alterados y que el contratista deberá preservar. Se estima que la tala de árboles sean aproximadamente 10 árboles.

La limpieza en el área donde exista maleza y/o vegetación deberá hacerse para eliminar la capa vegetal en un espesor máximo de 10 cm. La capa vegetal extraída del proceso de la limpieza inicial debe utilizarse para la siembra de grama previamente autorizado por el supervisor del proyecto.

El material resultante de la limpieza inicial deberá ser retirado del sitio del proyecto, a un botadero municipal debidamente aprobado por la Alcaldía de Managua.

**b. Limpieza Final.** De conformidad con el avance de los trabajos y antes de la aceptación final del proyecto, el contratista deberá despejar el sitio de la obra y restaurarlo a su situación original, incluyendo aquellas áreas de terreno de propiedad pública o privada que hayan sido utilizadas de una u otra forma durante la construcción de las obras, removiendo los materiales sobrantes, instalaciones provisionales, así como la realización de actividades de limpieza de las obras construidas.

El contratista podrá solicitar una autorización temporal para guardar equipos y materiales en alguna área aledaña al sitio del proyecto, hasta que se logre establecer el acta de recepción final. Antes de la aceptación final del proyecto, todo equipo, material y otras propiedades del contratista, deberá ser removidos del área del proyecto.

El contratista por su propia cuenta, deberá ubicar un sitio apropiado para botar escombros u otros desechos producto de los trabajos de construcción previamente autorizado por el supervisor. De ser propiedad privada deberá contar con la aprobación del dueño, de ser

propiedad Municipal de Managua. En ningún caso se permitirá botar estos desechos en el derecho de vía de las calles, carreteras o caminos públicos.

### **CONSTRUCCIONES TEMPORALES.**

El contratista garantizará para el desempeño de su propio trabajo una oficina de campo consistente en por lo menos 12m<sup>2</sup> de área techada y forrada. Esta oficina dispondrá de una área mínima, será de piso embaldosado y estar provista de adecuada ventilación e iluminación. Para el tramite del primer avalúo del proyecto, se verificara las condiciones de la oficina de campo que se destina para la supervisión.

El contratista a demás de las instalaciones necesarias para el desempeño de su propio trabajo considerara lo siguiente.

- 1-. Deberá proveer de un escritorio con dos sillas y mantener la limpieza adecuada del local al menos dos veces al día.
- 2-. El material a usarse en la construcción de las instalaciones provisionales deberá ser de buena calidad y sin previo uso.
- 3-. Así mismo el contratista deberá proveer y mantener servicios sanitarios temporales adecuados en condiciones higiénicas para uso exclusivo del personal de supervisión.
- 4-. Si el contratista no construye las instalaciones provisionales acorde con el costo ofertado, y no provee al supervisor de la oficina de campo, el contratante o dueño retendrá el 15% del monto de las preliminares, hasta que se supere tal situación.
- 5-. De no poder construir las instalaciones provisionales se deberá alquilar un local que servirá como tal, en ella se garantizará el espacio adecuado para el supervisor del proyecto.

### **Accesos.**

Se deberá realizar movimiento de tierra, cortes y rellenos en los taludes o lugares por donde se tenga que bajar materiales y herramientas o para acondicionar el acceso al sitio del proyecto. El costo de estos accesos se deberá incluir en la etapa de Preliminares. El costo total incluirá el monto generado por los cortes o conformaciones a realizar, así como los rellenos para conformar los taludes del cauce a su condición original.

### **Rótulos Para Avisos Preventivos y Luces.**

El Contratista deberá regir y mantener a su costo en los lugares de trabajo un rótulo de identificación del proyecto, empotrado en concreto. Dichos rótulos serán de madera, nítidamente contruidos y pintados de tamaño 1.80 x 4.80 metros, un espesor de 1 pulgada como mínimo y una altura de 1.20 metros sobre el suelo, también podrían ser metálicos. En ellos se hará constar el nombre del proyecto así como el logotipo de la Alcaldía de Managua, así como los colores a emplear para la pintura del mismo, será indicado por la Supervisión del proyecto.

- El sitio de ubicación de este rótulo, será indicado por la Supervisión.
- El Contratista deberá proveer y mantener señales preventivas que indicarán la proximidad de la obra en ejecución, así como los desvíos y restricciones al tránsito originados por la misma.
- Se consideran un estimado de un rótulo preventivo o informativo.
- Las leyendas, números o símbolos de estos rótulos serán indicadas en su oportunidad por el Dueño, sus costos deben ser reflejados en la oferta.
- Las señales preventivas deberán colocarse a una distancia de 50 a 100 metros antes del peligro. Estarán constituidas por láminas de zinc liso galvanizado de 60 centímetros x 60 centímetros y 1.50 milímetros de espesor. Estas señales estarán soportadas por postes metálicos como en el caso de los permanentes, o sobre caballetes desmontables o barreras.

### **Infraestructura existente.**

Es obligación del contratista verificar los lugares o sitios donde se encuentra infraestructura aérea o el subsuelo; cables telefónicos, tuberías de agua potable, pluvial, aguas negras u otros.

De confirmar la existencia y/o obstrucción por cualquiera de estas infraestructura en el área donde se desarrollarán los trabajos, el contratista deberá asumir los costos de remoción, traslado, restauración y reinstalación de dicha infraestructura a condición similar a la originalmente encontrada al iniciar los trabajos.

Sera responsabilidad del contratista realizar la cantidad necesaria de sondeos con el fin de asegurarse que la alineación del proyecto se encuentra libre de obstáculos o para prever cualquier daños a los mismos.

### **Demoliciones y remociones.**

- Comprende las demoliciones y remociones que se realizarán si se encontrasen estructuras soterradas o fuera de la superficie, para despejar el área donde se construirán las obras proyectadas.
- El Contratista demolerá las estructuras existentes en el sitio, obligándose antes del inicio de la obra a evacuar los desechos producto de la demolición, dejando el sitio totalmente limpio. Además removerá toda fundación vieja, concreto y otra obstrucción visible que obstaculice el trabajo. Tomará las precauciones necesarias para evitar cualquier accidente a terceras personas o de él.
- Los desechos producto de las demoliciones serán almacenados en las partes laterales del mismo camino cauce, aguas abajo, procediendo a retirarlos en los cinco días posteriores a su extracción y botarlos en un lugar indicado para esos fines por el Supervisor del proyecto.
- Los desechos producto de las demoliciones, no deben mezclarse con materiales sobrantes de las excavaciones.
- El Contratista debe contar con suficiente personal y equipo adecuado para efectuar las demoliciones, estas actividades deben programarse y ejecutarse de manera que no se afecte el plazo estipulado para la ejecución de la obra.
- Se demolerán ocho estructuras de cortinas de gavión localizadas en los siguientes estacionados de diseño para el punto crítico No.1(San Isidro de la Cruz Verde):

SAN ISIDRO DE LA CRUZ VERDE		
CORTINA No.	EST(D) / UBICACION	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )
1	0+121.56	9.75
2	0+174.42	8.25
3	0+202.00	21.0
4	0+266.57	9.0
5	0+310.00	12.75
6	0+502.00	4.0
7	0+537.32	10.5
8	0+605.00	20.0

- También se deberá demoler un muro de piedra cantera ubicado en la descarga ubicado en el Est(D)=0+028 de San Isidro de la Cruz Verde el cual tiene un volumen aproximado de 5.50 m<sup>3</sup>.
- Se deberá demoler 5 estructuras de cortinas de gavion localizadas en los siguientes estacionados de diseño para el punto Critico No.2(Las Viudas).

LAS VIUDAS		
CORTINA No.	EST(D) / UBICACION	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )
1	0+482.00	7.71
2	0+493.00	8.40
3	0+611.00	12.31
4	0+623.19	7.98
5	0+632.19	5.63

### Notas Generales.

- Todas las dimensiones están expresadas en metro a excepción de las indicadas.
- El lecho de todas las obras a construir (Vados, canales y muros) deberán compactarse al 95% proctor estándar. En el caso de encontrarse material inestable a partir del nivel de desplante, se excavara 0.6 metros de profundidad y se sustituirá el material con material selecto.
- Los muros a construir serán de Gavión y tendrán un desplante que oscilara de 0.50 m a 1.0 m, a excepción de lo indicado en los planos constructivos.
- El área expuesta de todas las estructuras de Gaviones se le aplicara un pringado de mortero en proporción 1:3, deberá tener un espesor de 3.0 cm de espesor.
- Los gaviones y colchones renos a utilizar, serán en malla hexagonal a doble torsión tipo 8x10cm. Alambre calibre 2.7 mm Galván 95% zinc + 5% aluminio, norma ASTM 856, MISHMETALL ALLOY COATED CARBON STEEL, certificado ISO 9002.
- Los gaviones tendrán las dimensiones siguientes: ancho de 1.0 metros, alto comprendido entre 0.50 y 1.0 metros y longitudes de 1.0, 1.5 y 2.0 metros.
- Los colchones renos deberán de tener un mínimo de espesor de 0.30 metros.
- Se deberán llenar las cajas de los gaviones hasta 1/3 de su capacidad total, luego fijar dos tirantes horizontales y llenar hasta 2/3, fijar otros dos tirantes y acabar el llenado hasta 3 ó 5 centímetros por arriba de la altura de la caja de gavión.

- No se deberá llenar una caja sin que la del lado este parcialmente llena.
- Las piedras para los gaviones deberán tener un peso específico de  $2.6 \text{ ton/m}^3$  y el diámetro de las mismas deberán ser mayor que la abertura de la malla del gavión.
- El tamaño de la piedra bolón para el llenado del gavión deberá tener un diámetro mínimo de 4" (pulgadas) y entre 8 ó 10 pulgadas como máximo.
- Los vados propuestas se construirán de piedra cantera acostada con dimensiones  $0.60 \times 0.40 \times 0.15 \text{ m}$  y serán repelladas con mortero en proporción 1:3 (una parte de cemento y tres de arena).
- El mortero a usar será en proporción 1:3; una parte de cemento y tres de arena, cribada por la malla N° 8.
- El espesor mínimo de repello en las rampas propuestas será de 3.0 cm.
- Las juntas entre las piedras cantera deberá ser de mortero en relación 1:3 (una parte de cemento y tres de arena) y el espesor será de 2.5 cm.
- Los dentellones y vigas transversales en las rampas propuestas se construirán a cada 3.0 m a 5.0 m de acuerdo a lo especificado en los planos constructivos y serán de concreto reforzado de  $F'c = 3,000 \text{ psi}$  con acero de refuerzo de  $F'y = 40,000 \text{ psi}$ . Los dentellones tendrán una altura de 1.0 metros y las vigas transversales de 0.60 metros, ambas estructuras tendrán un espesor de 0.20 metros y longitudes de acuerdo a lo especificado en los planos constructivos.
- El concreto a utilizar en la obra tendrá una resistencia mínima a la compresión a los 28 días de  $F'c = 3,000 \text{ psi}$ . Debiendo asegurarse el curado permanente durante siete días como mínimo.
- En los sitios donde se construirán las obras compactar al 95% proctor Standard, en capas no mayores de 15 cm.
- El cemento a utilizar para la construcción de las obras será Pórtland Tipo I y deberá de cumplir con las especificaciones ASTM C- 150.
- El acero de refuerzo deberá de cumplir con las especificaciones ASTM A-165 grado 40, con límite de fluencia  $f_y = 40,000 \text{ psi}$ .
- Los taludes de terreno natural se deberán de proteger con un revestimiento de zacate vetiver y plantas de espadillo. El zacate vetiver deberá de sembrarse la macolla a cada

0.30 metros en ambas direcciones. Las plantas de espadillo tendrán una separación entre plantas de 0.30 metros.

- La franja de protección con zacate vetiver y plantas de espadillo tendrá un ancho de 1.0 metros en ambas márgenes del cauce, teniendo un área de 1,114 m<sup>2</sup>.

### **Excavaciones Para Las Cimentaciones de Estructuras.**

- Durante el proceso de excavación y relleno, se tendrá especial cuidado para no dejar zanjas que provoque estancamientos de agua que afecten la construcción del canal de gaviones, vados, disipadores de energía y descarga.
- En los taludes y fondo del camino cauce la excavación se efectuará de acuerdo a lo indicado en los planos. En el caso de encontrar material inestable, a partir del nivel de desplante se excavará 0.60 m. de profundidad y se sustituirá con material selecto.
- La mezcla de suelo cemento se fabricará con el material proveniente de la excavación y libre de materias orgánicas, con cemento en proporción 1:4; (cuatro bolsas de cemento por cada metro cúbico de suelo).
- Si por facilidad constructiva se realizan excavaciones mayores que lo establecido, el Dueño no hará ningún reconocimiento monetario por esta excavación.
- El suelo de fundación deberá tener una capacidad soporte no menor de 3 ksf.
- El fondo y los taludes laterales de material común sobre el que se vaya a colocar la estructura, deberá afinarse con precisión, ajustándose a las dimensiones y niveles indicados en los planos. Los materiales sueltos de las superficies así preparadas, se humedecerán con agua y se apisonarán o compactarán con el equipo y herramientas adecuadas con el objetivo de formar una cimentación firme para las estructuras de gaviones.
- En los sitios donde se efectúen sobre excavaciones sin autorización del dueño, deberán rellenarse con material selecto, en capas con espesores no mayores de 15 cm y será compactado cuidadosamente hasta alcanzar el 95 % Proctor Standard, mediante el uso de equipos mecánicos.

**Conformación y compactación de rasante en camino de terreno natural.**

Toda la conformación es realizada con la moto niveladora, que es una maquina de múltiples aplicaciones, el pago de esta actividad se debe de tomar en cuenta el volumen de corte y relleno para efecto de pago ya que será lineal con ancho de 6m para cuando se efectuó en el camino y no así cuando sean los taludes en los extremos del camino ya que este debe calcularse el volumen de acuerdo a los estimados en la sección transversal del diseño y se considerara volumen compacto.

Las capas para la conformación y nivelación del camino del terreno natural serán colocada a cada 15 cm de acuerdo al nivel de diseño de rasante proyectado en los planos constructivos.

**Acarreo de material sobrante .**

El acarreo de material sobrante consistirá en el transporte del material procedente de los cortes de los taludes que sobran de los Volúmenes de relleno de tierra y materiales inadecuados producto de la limpieza inicial.

El material sobrante deberá depositarse, tenderse y conformar en un sitio final de deposito previamente autorizado por el supervisor.

Este material deberá ser acopiado en sitios donde no interfiera en las actividades de los trabajos propios del proyecto o la circulación normal del transito vehicular y peatonal.

La distancia de acarreo de material estará definida por la distancia que existe entre el lugar de destino para el deposito del material sobrante previamente autorizado por el supervisor del proyecto. La distancia máxima estimada es de 1000 metros.

**Construcción de Canal de Gaviones y Colchón Reno.**

Todos los gaviones que serán utilizados en las obras de estabilización de taludes y muros de retención del proyecto serán gaviones del tipo Caja, de acuerdo a lo indicado en los planos.

Los alcances incluyen las excavaciones que se necesitan para desplantar los gaviones y colchones reños según las profundidades diseñadas, así como su protección a través del relleno y compactación alrededor, después que sean colocados con la alineación adecuada. Las dimensiones de los gaviones serán: ancho 1m; alto 1.0 m y longitud, 1.5, 2.0, 3.0 y 4m.

Los gaviones deberán ser de malla hexagonal a doble torsión en alambre de acero dulce galvanizado. Tipo de malla 8x10 cm y diámetro de 2.70 mm Norma ASTM 856, MISHMETALL ALLOY COATED CARBON STEEL, CERTIFICADO ISO 908.8 De acuerdo al artículo 918.05 del Nic 2000.

Todos los bordes libres del gavión, incluso el lado superior de las laterales y de los diafragmas, deben ser enrollados mecánicamente en vuelta de un alambre de diámetro mayor. En este caso de 3.4mm para que la red no se desarme y adquiera mayor resistencia. La conexión entre el alambre del borde enrollado mecánicamente y la red debe tener una resistencia mínima de 17.5 KN/m, de acuerdo con las especificaciones de la ASTM 975. De acuerdo al artículo 918.06 del Nic. 2000.

Cada gavión con largo mayor que 1.5m debe ser dividido en celdas por diafragmas colocados a cada metro.

Los gaviones deben ser provistos de una cantidad suficiente de alambre para amarre y atirantamiento. Este alambre debe tener diámetro de 2.2mm y su cantidad, con relación al peso de los gaviones caja provistos es de 8 % para los de 1.0m de altura y de 6.0 % para los de 0.5m. De acuerdo al artículo 918.07

Los muros de gavión se construirán con ángulo de inclinación de seis grados con respecto a la vertical del terreno natural.

La piedra para el llenado del gavión deber tener un diámetro mínimo comprendido entre 15 y 30 centímetros.

En los gaviones mayores de 1.5 metros de longitud, se colocarán diafragma de metro en metro durante el proceso de construcción.

Las piedras de los gaviones deberán de tener un peso específico mínimo de 2.6 ton/m<sup>3</sup> y el diámetro de las mismas deberá ser mayor que las aberturas de la malla utilizada para armar los gaviones.

Erección de la estructura.- El contratista colocara las canastas vacías de los gaviones sobre la fundación e interconectara las canastas adyacentes a lo largo de los bordes superiores y verticales mediante sujetadores permanentes.

Cuando se usa alambres en lazos, envuélvase el alambre con lazos sencillos y dobles alternados en aberturas de mallas de por medio y separados no mas de 15cm entre si. Si se usan amarradores en espiral, dóblense las orillas para asegurar los amarradores en su lugar. Cuando se usen sujetadores alternos, hay que espaciarlos, en cada abertura de malla, separados no mas de 15 cm entre si.

De la misma manera, se deberá interconectar cada capa vertical de canasta con la capa subyacente de canasta a lo largo del frente, parte trasera y los lados. Saltear las juntas verticales entre canastas de filas y capas adyacentes, por lo menos, en una longitud de celdas.

Rellenado de celdas.- El contratista eliminará todas las torceduras o dobladuras que hayan en la malla de alambre y alineara debidamente todas las canastas. La roca será colocada cuidadosamente en las celdas de las canastas para prevenir el abombado de las canastas y minimizar la formación de huecos en el relleno de roca. Durante tal operación se deberá mantener la alineación de las canastas.

Se colocarán alambres internos de conexión en cada celda de canasta exterior no restringida mayor de 30 cms de altura. Esto se aplicará también a las celdas de canastas interiores dejadas temporalmente sin restricción. Los alambres internos de conexión se van colocando a medida que progresa la colocación de la roca.

Se debe llenar la celda en cualquier fila o capa de manera que ninguna celda sea llenada en mas de 30 cm de por encima de la celda adyacente. Se repite este proceso hasta que la canasta está llena completamente y la tapa descansa sobre la capa de roca final.

A continuación, se amarran las tapas de los lados extremos y diafragmas de acuerdo con el artículo 918.06. Las superficies expuestas de las canastas deberán quedar lisas y nítidas, sin filos agudos de roca proyectados hacia afuera de la malla de alambre.

Se deberá nivelar la base donde los gaviones serán colocados hasta obtener un terreno regular previsto. Para la nivelación del terreno se deberán seguir todos los procedimientos indicados en las Secciones correspondientes a Cortes, Rellenos y Compactación de estas especificaciones.

Se amarrará cuidadosamente cada gavión a los adyacentes, a lo largo de las aristas en contacto, tanto horizontal como vertical, antes del relleno.

El amarre será efectuado utilizando el alambre provisto junto a los gaviones y es realizado de forma continua atravesando todas las mallas alternativamente con una y dos vueltas. Para obtener una mejor terminación, los gaviones pueden ser traccionados antes de ser rellenos; como alternativa puede ser usado un encofrado de madera. Cuando el ancho de la sección transversal lo permita, los gaviones pueden ser colocados frente a frente para facilitar su relleno y cierre de las tapas.

### **Alambre.**

Todo el alambre usado en la fabricación de los gaviones y colchones renos y para las operaciones de amarre y atirantamiento durante la colocación en obras, debe ser de acero dulce recocido y de acuerdo con las especificaciones BS (British Standard) 1052/1980 “Mild Steel Wire” o sea, el alambre deberá tener carga de ruptura media de 38 a 50 kg/mm<sup>2</sup>.

**Estiramiento del alambre.**

Deben ser hechos ensayos al alambre, antes de la fabricación de la red, sobre una muestra de 30 cm de largo. El estiramiento no deberá ser inferior al 12%.

**Revestimiento del alambre.**

El alambre del gavión de amarre y atirantamiento debe ser con revestimiento de acuerdo con las especificaciones ASTM 856 Zinc 5%, Aluminio Mishmetal Alloy Coated Carbon Steel.

La cantidad de revestimiento deberá respetar las normas BS 443 DIN 1548, UNI 8018, ABNT-NBR 8694, o sea, el peso mínimo del revestimiento de zinc debe obedecer la tabla siguiente:

<b>Diámetro nominal del alambre</b>	<b>Mínimo peso del revestimiento</b>
2.2	240 gr/mm <sup>2</sup>
2.4	260 gr/mm <sup>2</sup>
2.7	260 gr/mm <sup>2</sup>
3.0	275 gr/mm <sup>2</sup>
3.4	275 gr/mm <sup>2</sup>

La adherencia del revestimiento de zinc al alambre deberá ser tal que, después de haber envuelto el alambre 6 veces alrededor de un mandril, que tenga diámetro igual a 4 veces el del alambre, el revestimiento de zinc no tendrá que escamarse o rajarse de manera que pueda ser quitado rascando con las uñas.

**Tolerancia.**

Se admite una tolerancia en el diámetro del alambre galvanizado de  $\pm 2.5\%$ . Se admite una tolerancia en el largo del gavión de  $\pm 3\%$  y en el ancho y alto de  $\pm 5\%$ . Los pesos están sujetos a una tolerancia de  $\pm 5\%$  (que corresponde a una tolerancia menor que la de 2.5% admitida para el diámetro del alambre).

**Relleno del Gavión y Colchón Reno.**

El relleno puede ser efectuado manualmente o con medios mecánicos. Deberá ser usada piedra limpia, sana, compacta, de buen peso específico. El tamaño debe ser en lo posible regular y tal que las medidas sean comprendidas entre la medida mayor de la malla y el doble. Puede ser aceptado, como máximo, el relleno del 5% del volumen de la celda del gavión con piedras de tamaño mayor al indicado.

Las jaulas serán rellenas con piedras cuidadosamente seleccionadas y acomodadas a mano o con ayuda de máquinas, a fin de procurar un buen alineamiento y evitar abultamientos y vacíos.

Los muros de gaviones el desplante deberá ser como mínimo 1.0 metros, según las dimensiones indicadas en planos.

Las piedras bolones a usar en los gaviones deberán ser sanas y durables, obtenida de una fuente aprobada por El Ingeniero Supervisor. Ninguna de las piezas de bolones podrá tener menos de 15cm en su dimensión mínima ni más de 30 cm de dimensión máxima. Las piedras a utilizar deberán estar razonablemente graduadas entre los tamaños límites.

El relleno debe permitir la máxima deformación de la estructura, dejar el mínimo porcentaje de vacíos asegurando así el máximo de peso. Para esto puede ser necesaria la acomodación manual de las piedras.

**Embalaje.**

Los gaviones deberán suministrarse hasta el sitio de la obra, doblados y agrupados en fardos, con fajas laterales que faciliten la identificación de las dimensiones de los gaviones.

**Armado.**

Para el proceso de armado de los gaviones se deberá abrir el fardo y desplegar cada unidad quitándole el plegado de embalaje.

Se levantarán los lados, las extremidades y los diafragmas a la posición vertical, doblándolos por sus aristas. Se amarrarán las cuatro aristas en contacto y los diafragmas con las paredes laterales.

**Atirantamiento.**

Durante el relleno deben ser colocados tirantes de alambre de la siguiente manera:

Rellenar cada celda del gavión de 1.0 m de alto hasta un tercio de su capacidad. Después, coloque normalmente dos tirantes uniendo paredes opuestas, con las extremidades atadas alrededor de dos nudos de la malla. Repita esta operación cuando el gavión este lleno hasta dos tercios. En casos particulares los tirantes pueden unir paredes adyacentes.

Para gaviones de alto de 0.50 m basta colocar los tirantes en el nivel medio de las cajas. Eventualmente, en obras de revestimiento o plataformas los tirantes pueden asumir posición vertical.

**Cierre.**

Después de completar el relleno, cosa la tapa a los bordes superiores e inferiores de la base y de los diafragmas.

Los gaviones vacíos colocados arriba de una camada ya terminada deben ser cosidos a lo largo de las aristas en contacto con la camada inferior de gaviones ya llenos para lograr un contacto continuo entre los mismos que asegure la monoliticidad de la estructura.

**Aceptación de los trabajos.**

El material para estructuras de gaviones de revestimiento será evaluado visualmente y mediante certificados de calidad y manufactura expedido por los fabricantes (Artículo 106.12).

La construcción de estructuras de gaviones y colchones reños de revestimiento será evaluada visualmente y a través de mediciones y pruebas de laboratorio (Artículo 106.12).

El ingeniero evaluará el trabajo de levantamientos topográficos realizados por el contratista mediante operaciones de campo.

Compactar el fondo del terreno donde se situarán las estructuras al 95% Proctor Estándar.

El desplante de los muros será de 0.50 a 1.00 metro o de acuerdo a lo especificado en los planos constructivos.

Se aplicará pringado de suelo cemento en relación 1: 4 (Por cada metro cúbico de material del sitio, cuatro bolsas de cemento) en toda el área expuesta de los gaviones hasta alcanzar un espesor de 0.05 metros. Previo a la aplicación del pringado se deberá humedecer la piedra del gavión para lograr una buena adherencia del mortero.

#### **Construcción de vados de piedra cantera.**

Consiste en la construcción de Vados de Piedra cantera con refuerzos de vigas y dentellones de concreto reforzado y las áreas que estén a la intemperie o tengan contacto con el agua se deberá de cubrirse con una capa de repello de 3 cm de espesor.

La piedra cantera a emplear deberá ser de buena calidad, libre de fracturas y quemaduras, estar limpia y humedecida antes de su colocación.

#### **Vado de Piedra Cantera.**

Esta actividad consiste únicamente en el área que será cubierta de piedra cantera y su unidad de medida será por metros cuadrado (m<sup>2</sup>) para efectos de pago.

Las piedra cantera tendrá las dimensiones de 0.15 metros de espesor, 0.40 metros de ancho y 0.60 metros de largo y será colocada a plan (acostada).

**Repello.**

Antes de proceder con la actividad del repello el supervisor deberá de verificar que las juntas entre piedras cantares estén correctamente llenada y que tengan un acho de 2.5 cm de espesor y antes de proceder a colocar el repello este húmeda la piedra cantera.

El mortero a utilizar para la pegada de las piedras canteras deberá tener una proporción 1:3, una parte de cemento y tres de arena. Esta misma proporción de mortero se aplicará para el repello que tendrá un espesor de 3.0 cm.

El área de las vigas transversales, dentellones y cunetas de concreto ciclópeo deberán de piquetearse antes de proceder a aplicar el repello.

**Dentellones de concreto reforzado.**

Los dentellones de concreto reforzado se ubicaran aguas abajo o en la descarga de cada una de las rampas de piedra cantera propuestas en el diseño. Las dimensiones serán de 0.20 metros de espesor, 1.0 metro de alto y longitud de acuerdo a lo especificado en los planos constructivos. Estos se construirán en todo el contorno de los vados propuestos.

El acero de refuerzo será # 4 @ 0.15 metros en ambas direcciones.

**Vigas transversales de concreto reforzado.**

Las vigas transversales de concreto reforzado se ubicaran en la parte interna de los vado con el objetivo de reforzar la estructura del vado, esta tendrán longitudes de 6.66 m hasta 10.44m, las que se ubicaran en dirección del flujo de las corrientes de agua. (Ver plano de detalles constructivos). Las dimensiones serán de 0.20 metros de espesor, 0.60 metro de alto y longitud variable.

El acero de refuerzo será # 4 @ 0.15 metros en ambas direcciones.

**Fundaciones.**

Estas estructuras (Vados) descansaran sobre una capa de suelo cemento de 30 centímetros de espesor, la cual se compactará al 95% proctor estándar, en capas máximas de 10 cm para

proceso manual, y 15 cm por métodos mecánicos. Para condiciones de suelo pobre como: arcillas inorgánicas de media a alta plasticidad, suelos fangosos, arenas arcillosas finas. Estos suelos indeseables deberán ser removidos y sustituidos con material inerte, suelo cemento ó material selecto.

En el área del proyecto existe material selecto clase “A”, que puede ser utilizado para la obra.

### **Construcción de rampas.**

Estas rampas se construyen de piedra cantera procedente de Diriamba de dimensiones de 15 x 20 x 40cm que se colocan a plan, a demás posee vigas y dentellones de concreto reforzado. Esta actividad consiste únicamente en el área que será cubierta de piedra cantera y su unidad de medida será por metro cuadrados (m<sup>2</sup> )

### **Fundaciones.**

Estas estructuras (Rampas) descansan sobre una capa de material selecto de 20cm de espesor, la cual se compactar al 95% Proctor Estándar, en capas máximas de 10cm para proceso manual, y 15 cm por métodos mecánicos. Para condiciones de suelos pobre como: la arcillas inorgánicas de media a alta plasticidad, suelos fangosos arena arcillosa finas. Estos suelos indeseables deberán ser removidos y sustituidos con material inerte, suelo cemento o material selecto.

En el área del proyecto existe material selecto clase “A”, que puede ser utilizado para la obra.

### **Concreto.**

Cuando no sea especificado en los planos; el concreto a utilizar tendrá una resistencia a la compresión de 3000 psi a los 28 días.

La preparación previa a la colocación del concreto debe incluir lo siguiente:

Deberán retirarse todos los escombros y desperdicios de los espacios que serán cupados por el concreto.

Los tabiques o bloques de los rellenos que van a estar en contacto con el concreto estarán bien humedecidos y limpios antes de colocarlo.

El revenimiento que debe tener la mezcla de concreto será de 8 centímetros para concreto fabricado en el sitio y máximo de 10 centímetros para concreto premezclado. Estas pruebas deberán realizarse "in situ".

La planta dosificadora o mezcladora de concreto, deberá mantenerse o colocarse lo más cerca posible del sitio donde se colará el concreto.

El tiempo máximo que se debe mantener el concreto desde que se le agrega el agua a la mezcla hasta que se efectúa el colado será de 30 minutos, después de ese tiempo el concreto se eliminará.

El concreto debe ser colocado en capas horizontales de espesor uniforme que varían entre 15 a 45 centímetros.

Deberá usarse vibradores mecánicos o eléctricos para lograr la adecuada distribución de la mezcla.

Debe evitarse que el vibrador haga contacto con el acero de refuerzo o ductos para que no afecte la union del concreto y el acero.

Cuando se dificulte el uso del vibrador se utilizara varilla lisa con punta de bala de 2 pulgada de diámetro, además se le aplicará vibración externa a través de la cimbra mediante martillo de hule.

El colado deberá efectuarse con tal rapidez que el concreto conserve su estado plástico en todo momento y fluya fácilmente dentro de los espacios entre las varillas.

El colado deberá ser una operación continua hasta que finalice la sección de acuerdo con sus propios límites o juntas predeterminadas.

Si el colado ha de interrumpirse por un tiempo tal que se genere en el concreto un principio de endurecimiento, la superficie de posterior contacto ha de picarse antes que endurezca, lavarse con agua y a continuación se le debe aplicar el epóxico indicado para estos casos o lechada. Se debe procurar hacer llenas de elementos completos a fin de evitar juntas frías.

Se deberá mantener el concreto en condiciones de humedad por lo menos durante los siete primeros días después del colado. En tiempo caluroso se deberá iniciar el curado tan pronto como el concreto se haya endurecido lo suficiente.

El concreto mezclado en obra se realizará de acuerdo con lo siguiente:

Todo el equipo de mezclado y transporte de concreto deberá estar limpio.

El mezclado deberá hacerse en una mezcladora del tipo aprobado por la supervisión.

El mezclado deberá efectuarse por lo menos durante 1 ½ a 2 minutos después de que todos los materiales estén dentro del tambor, a menos que se demuestre que un tiempo menor es satisfactorio mediante las pruebas de uniformidad en el mezclado, según la "Especificación para concreto premezclado" (ASTM C 94).

El concreto debe transportarse de la mezcladora al sitio final de colocación empleando métodos que prevengan la segregación, o pérdida de materiales.

En caso de utilizarse canaletas estas deberán ser metálicas, lisas, sección semicircular y con una pendiente de 30 grados como máximo, controlando la descarga con deflectores para que la caída sea vertical.

El concreto que se haya endurecido parcialmente, o que se haya contaminado con materiales extraños, será rechazado en su totalidad.

Se podrá utilizar acelerante para el rápido fraguado del concreto, su uso estará sujeto a la aprobación del Supervisor.

El agua a utilizarse tanto en el concreto como en el proceso de compactación, etc; deberá estar totalmente limpia, libre de toda impureza. Libre de aceites, ácidos, sales, materia orgánica y otras sustancias que pueden ser nocivas al concreto o acero de refuerzo. No se aceptará el empleo de agua de fuentes contaminadas.

El agregado grueso a utilizar en la mezcla de concreto deberá cumplir con las recomendaciones para agregado grueso de las normas 613-83 del ACI. Los agregados deberán cumplir con las especificaciones de la sección 3.3 del ACI 318-95, debiendo almacenarse en un lugar seco y limpio, generalmente sobre una superficie lisa y dura donde puedan ser guardados evitando que se mezclen con sustancias deletéreas.

Los agregados que no cumplan con las especificaciones del inciso anterior, pero que hayan demostrado por pruebas especiales o por experiencias prácticas que producen un concreto de resistencia y durabilidad adecuadas, pueden utilizarse cuando lo autorice El Supervisor de El Dueño, previa consulta y aprobación de un laboratorio de materiales escogido por El Dueño.

El cemento portland tipo I y los agregados deberán almacenarse de tal manera que se prevenga su deterioro o la introducción de materia extraña; el cemento deberá almacenarse en un sitio por un tiempo máximo de tres meses, estibados en un máximo de 10 sacos. Debe cumplir con las especificaciones para cementos Portland.

### **Pruebas para control de calidad del concreto.**

***Para efecto de la evaluación y aceptación del concreto, en lo relativo a la frecuencia de las pruebas de especímenes curados en el campo y en el laboratorio e investigación de los resultados deberá cumplirse:***

Las muestras para las pruebas de resistencia de cada clase de concreto colocado en ese día, deberán tomarse no menos de una vez por cada 5 m<sup>3</sup> o no menor de una por cada tipo de elemento colado en el día.

Salvo disposiciones en contra, todos los colados del concreto se efectuarán en presencia del Ingeniero Supervisor, y no podrán iniciarse sin que el Contratista de previo se halla puesto en coordinación con el Supervisor.

### **Curado.**

El lecho de las rampas construidas de piedra cantera, dentellones, vigas transversales y paredes de las cunetas de concreto ciclópeo deberán mantenerse permanentemente húmedas por un lapso de 7 días como mínimo.

### **Relleno.**

Para todos aquellos sitios en que por sus dimensiones no se pueda utilizar equipo mayor de compactación deberán utilizarse vibradores de compactación manual aprobados por la supervisión. No se permitirán pisones artesanales de menos de 25 lbs de peso.

Cada capa de suelo será humedecida mediante riego hasta alcanzar una humedad óptima, para su debida compactación.

El material de relleno será colocado y apisonado en capas no mayores de 0.15 metros. Teniéndose el cuidado de compactar bien alrededor de la estructura recién construida.

Las zonas que tengan que rellenarse, deberán compactarse a un 90% de la densidad Proctor estándar. No se permitirá materia orgánica ni impurezas en ninguna parte del relleno.

### **Pruebas de control de calidad.**

- Es necesario garantizar la calidad de todos los materiales, accesorios y demás elementos a utilizar en la obra, la supervisión podrá someter a las pruebas o ensayos que considere

convenientes para certificar y/o verificar sus propiedades, características y tolerancias permisibles para el uso al cual han sido estimados.

- Cuando se propusiere el uso de materiales de procedencia distinta a la establecida, El Contratista deberá demostrar ante la Supervisión la calidad de estos, mediante ensayos efectuados en laboratorios de reconocido prestigio y experiencia. Tal propuesta no deberá constituir ninguna alteración de los precios establecidos en el contrato.
- Durante la ejecución de las obras El Dueño, en este caso la Alcaldía de Managua realizará las pruebas y ensayos necesarios para verificar la calidad de estos, asumiendo el Contratista los costos que esto implique. Si el Dueño verifica que no se cumplen las especificaciones técnicas, El Contratista deberá corregir dichos trabajos, y realizar nuevamente los ensayos pertinentes del control de calidad.

**Se estima realizar los ensayos siguientes.**

- 5 pruebas de compactación. El laboratorio a utilizar será el designado por El Supervisor, representante del Dueño.
- El Supervisor junto con El Contratista llevará el registro de las pruebas realizadas anotándolos en Bitácora. Si se realizan menos pruebas de lo que se indica aquí, se hará la deducción pertinente del costo del concreto. Si se realizan más pruebas de lo que se estipula en estas especificaciones correrá por cuenta propia del contratista.

**CONFORMACIÓN DE TALUDES PARA LA ESTABILIZACION DE LADERAS (Colocación y suministro de zacate vetiver y planta de espadillo – Engramado).**

El trabajo incluirá el suministro del material vegetativo, y de todos los demás materiales requeridos para la siembra como; tierra vegetal y la ejecución de las operaciones necesarias para cumplir con lo establecido en planos y estas especificaciones.

El trabajo incluye el riego de la grama al menos durante una semana, desde el día de su siembra, también incluye el suministro y colocación de cobertura muerta como, zacate seco, aserrín que se coloca sobre el suelo para conservar la humedad.

**Trabajo requerido.**

Con el fin de proteger permanentemente los taludes de los extremos del camino cauce y evitar la erosión y mejorar el paisaje; Se realizará el engramado de la superficie inclinada de los taludes del cauce en una franja de 1.0 metros de ancho en todo lo largo del camino, en los sitios que indican los planos constructivos.

**Gramma y plantación de espadillo.**

Los espacios mostrados en los planos constructivos deberán ser sembrados con grama del tipo VETIVER a cada 30 cm de separación en ambas direcciones y estará combinado con plantas de espadillo a cada 30 cm de separación.

**Engramado.**

Antes de la siembra se hará una limpieza general en todo el talud para retirar escombros y basuras que pueden afectar la siembra y desarrollo de la grama que se sembrará.

El espacio a ser engramado deberá escarificarse removiendo la grava de mayor diámetro y limpiándola de terrones y raíces. Antes de sembrar la grama se deberá colocar una capa de tierra vegetal de 12 cm de espesor proveniente del material de relleno del sitio producto del corte.

La capa de suelo vegetal se colocará sobre el talud y será removida o arada con cuidado para que se integre con el talud al menos en una profundidad de 12cm, esta será humedecida debidamente antes de sembrar la grama.

La grama se sembrará en surcos o líneas alternas a distancias de 30 cm entre surcos. Para asegurar un rápido crecimiento que permita la protección de los taludes, la grama deberá ser regada apropiadamente hasta que la grama éste desarrolle sus raíces y se considere fijada en el terreno.

### **Acarreo de material sobrante.**

#### **Descripción.**

El acarreo de material sobrante consistirá en el transporte de material procedente de los cortes de taludes que sobran de los volúmenes de relleno de tierra o materiales inadecuados producto de la limpieza inicial.

El material sobrante deberá depositarse, tenderse y conformar en un sitio final de depósito previamente autorizado por el supervisor.

Este material deberá ser acopiado en sitios donde no interfiera en las actividades de trabajos propios del proyecto o a la circulación normal del tránsito vehicular y peatonal.

La distancia de acarreo de material estará definida por la distancia que existe entre el lugar destinado para el depósito del material sobrante previamente autorizado por el Supervisor del proyecto. La distancia máxima estimada es de 1000 metros.

Esta distancia se medirá sobre el cauce existente.

**CALCULO DE LOS VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO  
PARA EL PUNTO CRITICO No. 1  
SAN ISIDRO DE LA CRUZ VERDE**

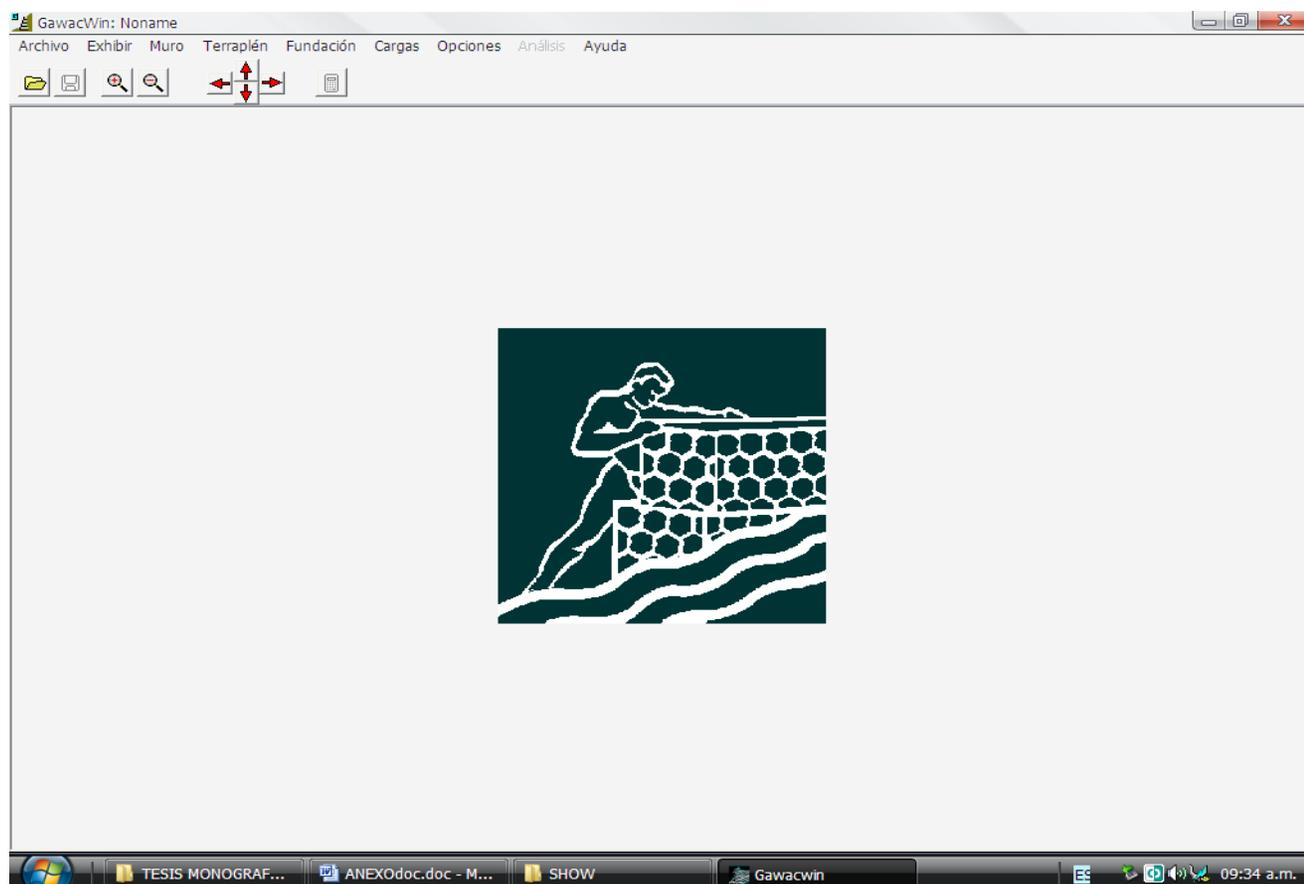
ESTACIONAMIENTOS	AREA DE CORTE	AREA DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO
	Ac (M2)	Ar(M2)	Vc(M3)	Vr(M3)
0 + 040	6.21	14.88	125.6	238.9
0 + 060	6.35	9.01		
0 + 080	4.6	7.76	56.1	160.1
0 + 100	1.01	8.25		
0 + 120	7.77	2.98	140.6	157.4
0 + 140	6.29	12.76		
0 + 160	5.44	6.74	92.5	166
0 + 180	3.81	9.86		
0 + 200	5.23	3.47	251.2	93.3
0 + 220	19.89	5.86		
0 + 240	8.89	5.94	147.6	210.2
0 + 260	5.87	15.08		
0 + 280	4.5	4.36	104.8	108.1
0 + 300	5.98	6.45		
0 + 320	8.73	2.69	95.1	251.5
0 + 340	0.78	22.46		
0 + 360	10.14	14.56	147.9	274
0 + 380	4.65	12.84		
0 + 400	6.68	7.88	127.3	111.5
0 + 420	6.05	3.27		
0 + 440	4.05	8.09	221.1	117
0 + 460	18.06	3.61		
0 + 480	8.47	4.1	202.1	41
0 + 500	11.74	0		
0 + 520	12.22	11.11	209.1	165.3
0 + 540	8.69	5.42		
0 + 560	11.85	15.41	203.2	169.6
0 + 580	8.47	1.55		
0 + 600	6.85	9.21	68.5	92.1
			<b>2192.7</b>	<b>2356</b>

**CALCULO DE LOS VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO  
PARA EL PUNTO CRITICO No. 2  
LAS VIUDAS**

<b>ESTACIONAMIENTOS</b>	<b>AREA DE CORTE</b>	<b>AREA DE RELLENO</b>	<b>VOLUMEN DE CORTE</b>	<b>VOLUMEN DE RELLENO</b>
	<b>Ac (M2)</b>	<b>Ar(M2)</b>	<b>Vc(M3)</b>	<b>Vr(M3)</b>
0 + 080	31.77	10.83	774.4	114.5
0 + 100	45.67	0.62		
0 + 120	38.7		847.5	0
0 + 140	46.05			
0 + 160	12.24	1.5	204.4	118.7
0 + 180	8.2	10.37		
0 + 200	5.26	10.16	52.6	251
0 + 220		14.94		
0 + 240	8.1	1.6	109.6	120.7
0 + 260	2.86	10.47		
0 + 280		8.81	0	230.7
0 + 300		14.26		
0 + 320	11.11	6.29	222.8	83.3
0 + 340	11.17	2.04		
0 + 360	14.26	3.72	142.6	252
0 + 380		21.48		
0 + 400		37.13	0	626.8
0 + 420		25.55		
0 + 440		18.26	112.1	197.1
0 + 460	11.21	1.45		
0 + 480		13.97	11.2	168.8
0 + 500	1.12	2.91		
0 + 520	28.78		1037.6	0
0 + 540	74.98			
0 + 560	20.81	0.83	256.5	57.6
0 + 580	4.84	4.93		
0 + 600	3.37	0.72	51.9	95.8
0 + 620	1.82	8.86		
0 + 640	4.42		44.2	0
			<b>3867.4</b>	<b>2317</b>

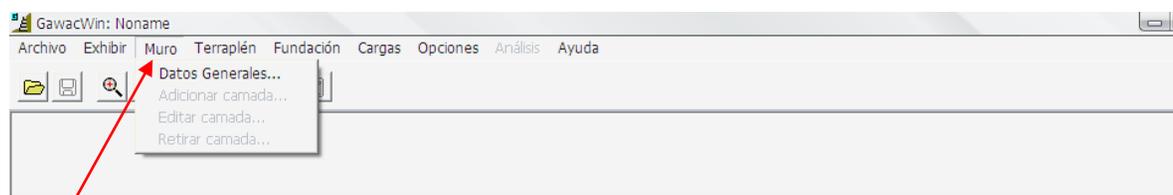
## GUIA METODOLOGICA DEL PROGRAMA GAWACWIN, PARA EL DISEÑO DE MUROS DE GAVIONES.

En primera instancia, para iniciar el programa, si lo tenemos instalado en nuestra PC, le damos abrir, como cualquier otro programa de Microsoft Office, el programa GawacWin, nos aparece como se muestra a continuación.



Cada una de las opciones que nos aparecen en la presentación del programa, en cuanto a: *Archivo*, *Exhibir*, *Muro*, *Terraplén*, *Fundación*, *Cargas*, *Opciones*, *Análisis*, *Ayuda*. Son necesarias para el diseño de un muro de gaviones, de acuerdo a los criterios del diseñador.

Para iniciar a diseñar aun muro de gavión nos vamos a la **opción Muro**, y nos a parecerá de la siguiente manera:



Como podrán ver, al accionar la Opción Muro, nos aparece la Opción Datos generales, en el cual, al accionar la Opción Datos generales nos aparece una tabla, en donde introducimos los datos sobre el muro, como se muestra a continuación.

A screenshot of the 'Datos sobre el muro' dialog box. It has two tabs: 'General' and 'Camadas'. The 'General' tab is active. It contains several input fields and checkboxes. The fields are: 'Inclinación (grados):', 'Peso esp. piedra (kN/m³):', 'Porosidad (%)', and 'Malla y diámetro del alambre:'. The 'Malla y diámetro del alambre' field is a dropdown menu showing '8x10, ø 2.7 mm CD'. There are also two checkboxes: 'Geotextil en el terraplén' and 'Geotextil bajo la base'. Below the checkboxes are two more input fields labeled 'Reduc. en la fricción (%)'. At the bottom of the dialog are three buttons: 'OK', 'Cancelar', and 'Ayuda'.

Y los datos para el llenado de esta tabla deben de estar de acuerdo a las especificaciones generales del muro de gavión, propuesto y debidamente validas para los Manuales de gaviones de la Empresa Maccaferri. A continuación decimos, que para los que desean realizar un diseño de un muro de gavión en particular y no cuentan con manual, pero si con el programa GawacWin, le daremos los datos necesarios para el llenado de esta tabla, por ejemplo la inclinación del muro, según el manual proporcionado por Maccaferri, el muro de gavión se debe de inclinar contra el terraplén  $6^{\circ}$ , el peso específico de la piedra este se puede sacarse por medio de laboratorio de suelo o tomar las tablas hechas por Maccaferri, que la podrá ver en el Capítulo V (Tabla 5.1 peso de las estructuras en gaviones) en cuanto al peso específico de la piedra y tipo que puede ser como el que tomamos para nuestro diseño una piedra de  $2.60 \text{ t/m}^3$ . Ahora

en cuanto a la porosidad de la piedra se considera siempre un 30% de porosidad. Y la aplicación del geotextil si lo desea.

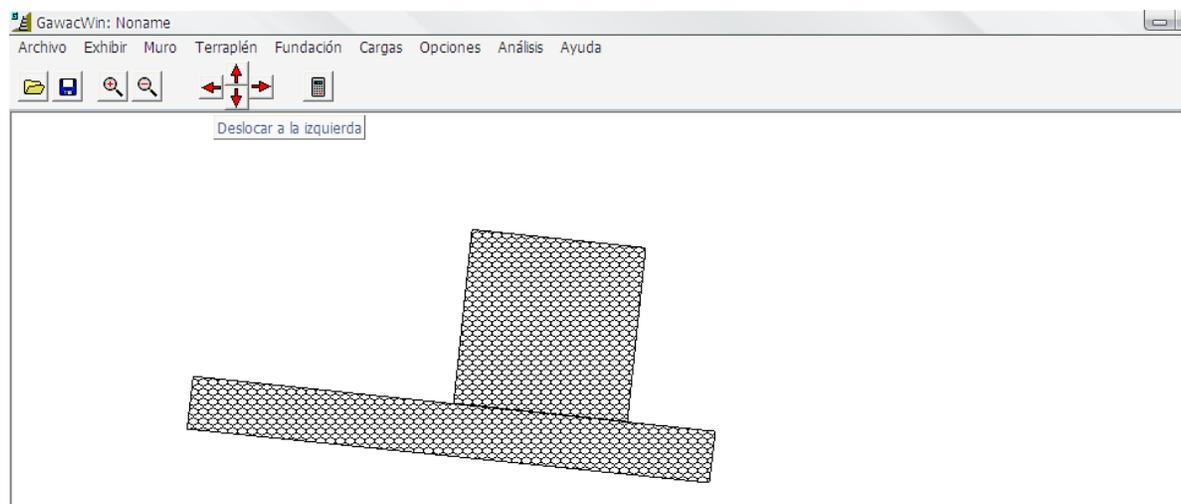
Ahora bien, después de haber llenado la tabla con los datos:

Especificamos las cantidades de camadas, a como también sus dimensiones de nuestro muro como se muestra a continuación.

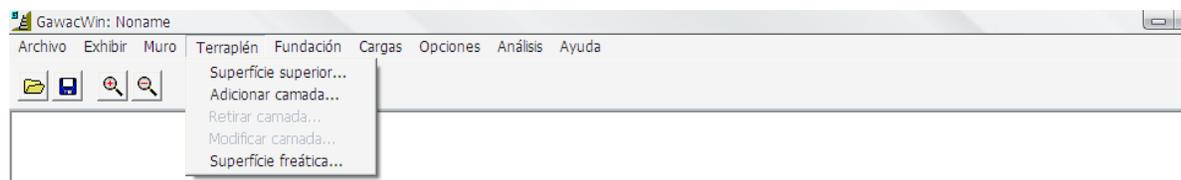
Camada	Ancho (m)	Altura (m)	Desplaz. (m)
1	3	0.30	
2	1	1	1.50

Aquí mostramos dos camadas con sus respectivas dimensiones, pero pueden llevar más.

Después de haber dado las dimensiones de las camadas del muro le damos OK y nos aparecerá de la siguiente manera.



Ahora nos vamos con la siguiente Opción **terraplén**.



Aquí nos muestra las opciones Superficie superior, adicionar camada, y superficie freática, al accionar la opción Superficie Superior tenemos lo siguiente.

**Datos sobre el terraplén**

Superficie superior

Inclin. primer tramo (grados):

Largo del primer tramo (m):

Inclin. segundo tramo (grados):

---

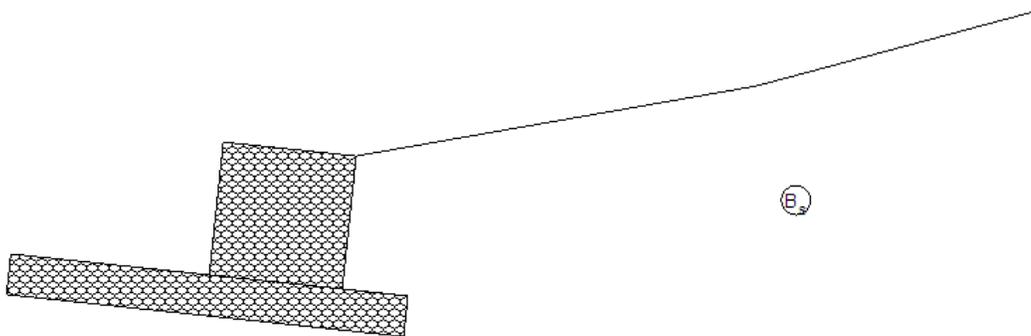
Propiedades del suelo

Peso específico (kN/m<sup>3</sup>):

Ángulo de fricción (grados):

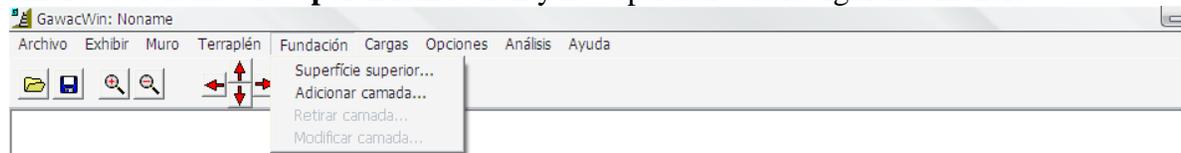
Cohesión (kN/m<sup>2</sup>):

Aquí mostramos datos sobre el muro, esto es opcional, pero para efecto de comprensión, mostramos valores reales del Proyecto, en donde se colocara el muro que se esta diseñando, luego tocamos el OK y nos aparecerá de la siguiente manera:



Muestra el muro y la textura del terraplén.

Ahora accionamos la **Opción fundación** y nos aparecerá de la siguiente manera:



Al accionar la Opción Superficie superior nos aparece la siguiente tabla:

**Datos sobre la fundación**

**Superficie superior**

Altura inicial (profundidad) (m):

Largo horizontal (m):

Inclinación (grados):

**Propiedades del suelo**

Peso específico (kN/m³):

Ángulo de fricción (grados):

Cohesión (kN/m²):

**Datos adicionales**

Máx. presión adm. (kN/m²):

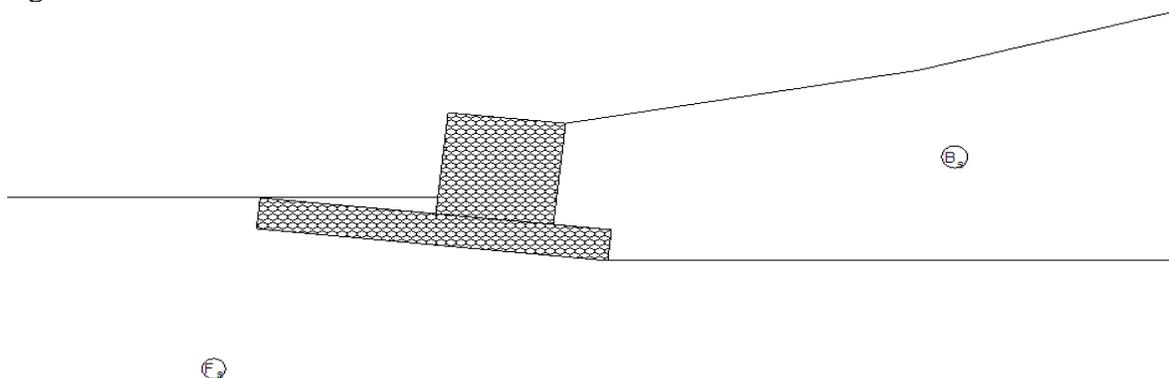
Altura del nivel del agua (m):

OK

Cancelar

Ayuda

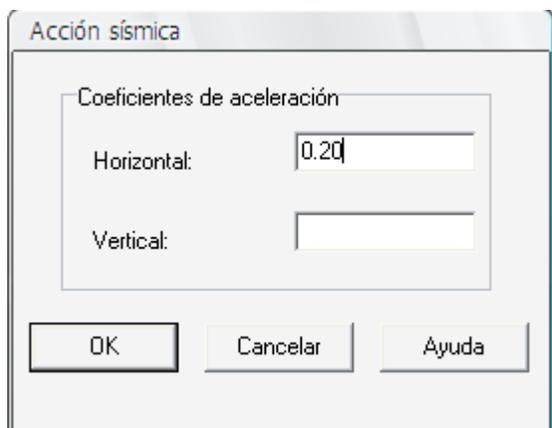
Aquí mostramos la tabla ya conteniendo los valores, y luego accionamos el OK y nos aparecerá de la siguiente manera:



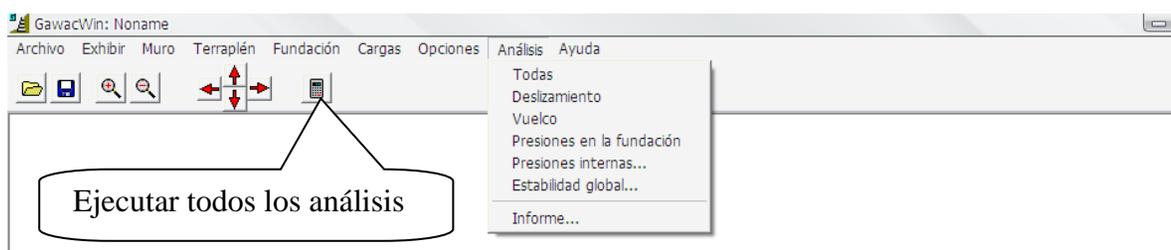
Luego no vamos a la **Opción Cargas**.



Para este caso solo consideramos Acción sísmica.



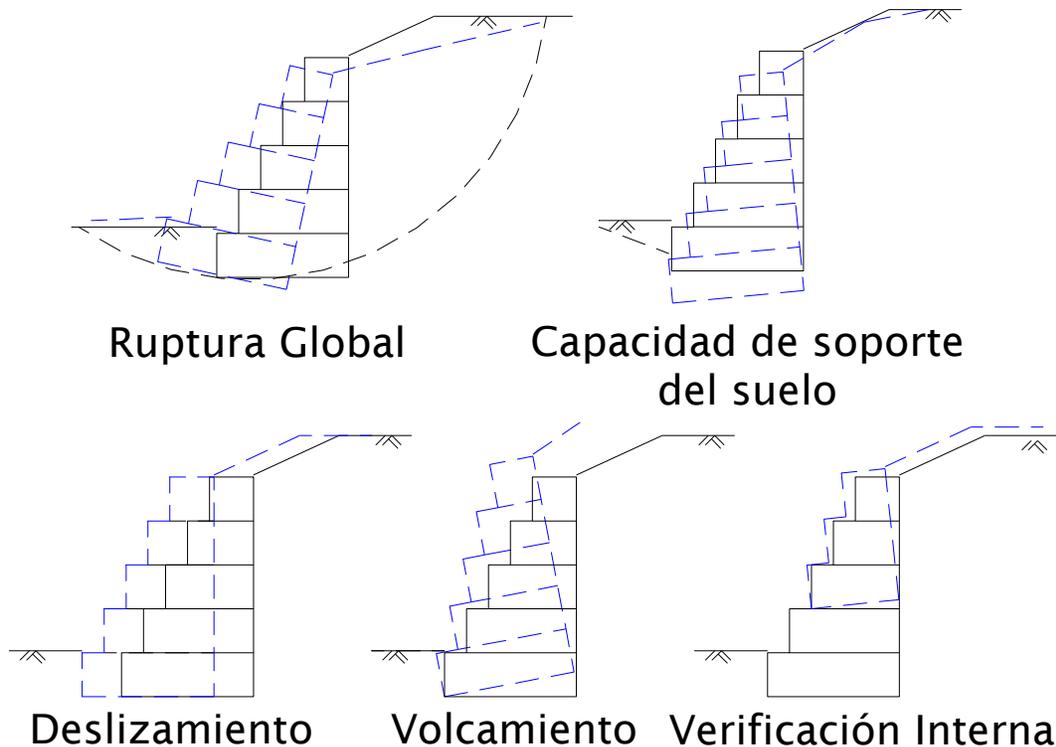
Luego accionamos el OK y procese demos a la opción de análisis.



Como podrán ver pueden obtener los resultados por partes como: Desplazamiento, Vuelco, Presiones en la fundación, estabilidad global.

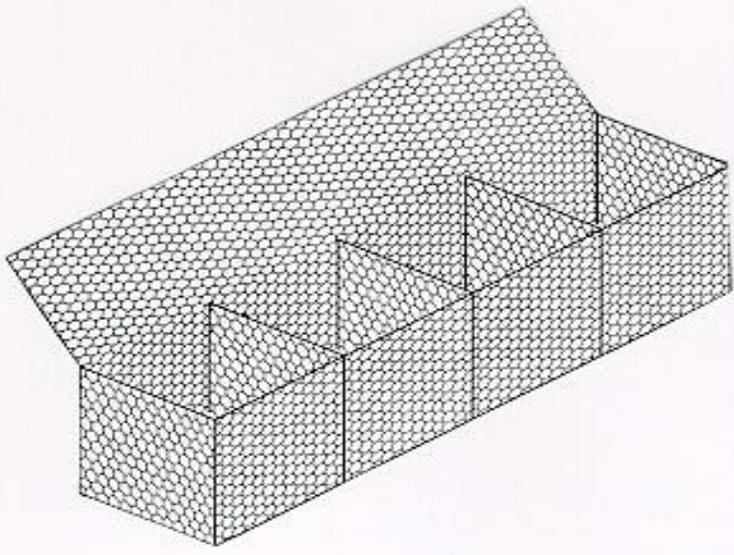
Y también podrá obtener el informe total, ejecutando todos los análisis, dando in clip en el icono que tiene forma de calculadora como se muestra en el esquema de anterior.

## POSIBLES TIPOS DE FALLA QUE PUEDEN OCURRIR EN UN MURO DE CONTENCIÓN EN GAVIONES

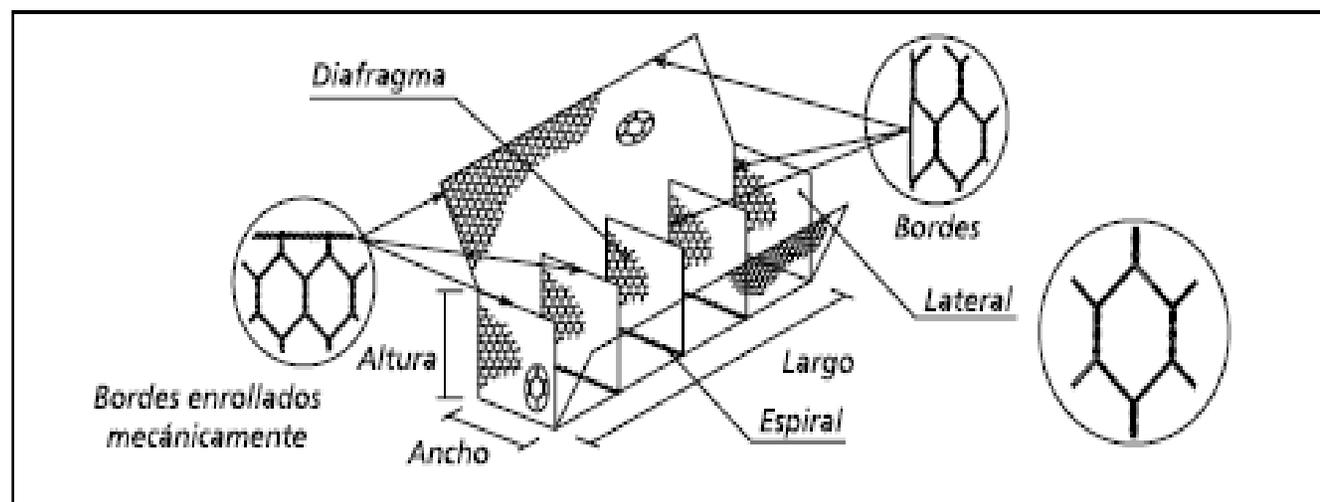


1. **Deslizamiento sobre la base:** Ocurre cuando la resistencia al deslizamiento a lo largo de la base del muro, sumada al empuje pasivo disponible al frente de la estructura, es insuficiente para neutralizar el efecto del empuje activo actuante.
2. **Vuelco:** Ocurre cuando el momento estabilizante del peso propio del muro en relación al punto de vuelco es insuficiente para neutralizar el momento del empuje activo.
3. **Rotura de la fundación o asentamiento excesivos:** ocurre cuando las presiones aplicadas por la estructura sobre el suelo de fundación son superiores a su capacidad de carga.
4. **Rotura global del macizo:** deslizamiento a lo largo de una superficie de rotura que envuelve a la estructura de contención.
5. **Rotura interna de la estructura:** roturas de las secciones intermedias entre gaviones, que pueden ocurrir tanto por deslizamiento como por exceso de presión normal.

### DIMENSIONES DE LOS GAVIONES CAJA

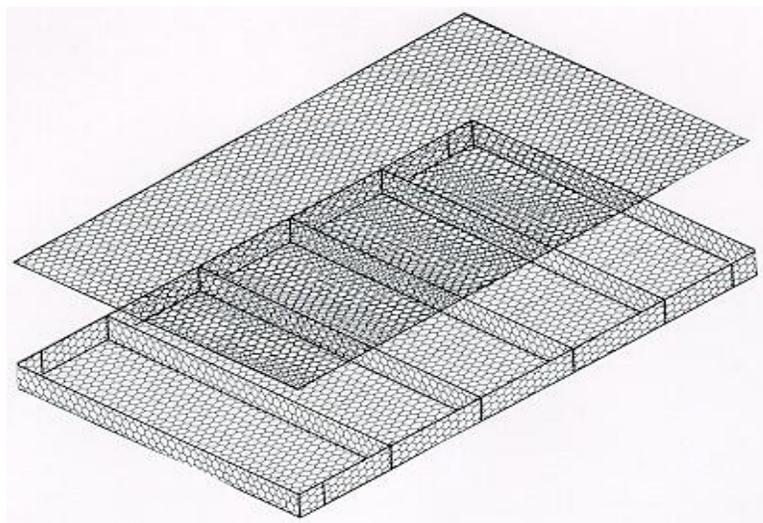
	<p>Largo: 1.5, 2.0, 3.0 y 4.0 m                  Ancho: 1.0 m                  Alto: 0.50, 1.00 m</p> <p><b>Producidos en malla tipo 8 x 10 con alambre calibre 2.4 o 2.7mm</b></p> <p><b>Revestimiento del alambre para revestimientos en contacto con agua siempre: Galfan® + PVC para revestimientos esporádicamente en contacto con agua: Galfan®</b></p>
---	---

El gavión tipo caja es una estructura metálica, en forma de paralelepípedo, producida a partir de un único paño de malla hexagonal de doble torsión, que forma la base, la tapa y las paredes frontal y trasera, a este paño las bases son unidos, durante la fabricación paneles que formarán las dos paredes de las extremidades y los diafragmas.

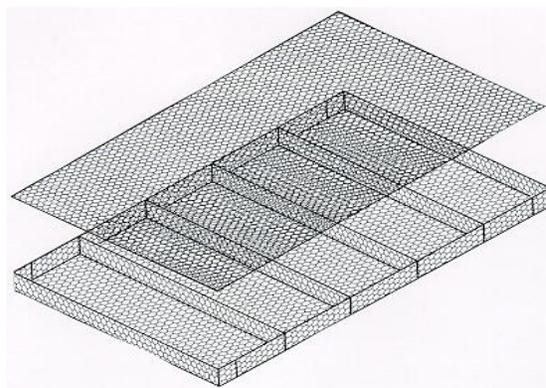


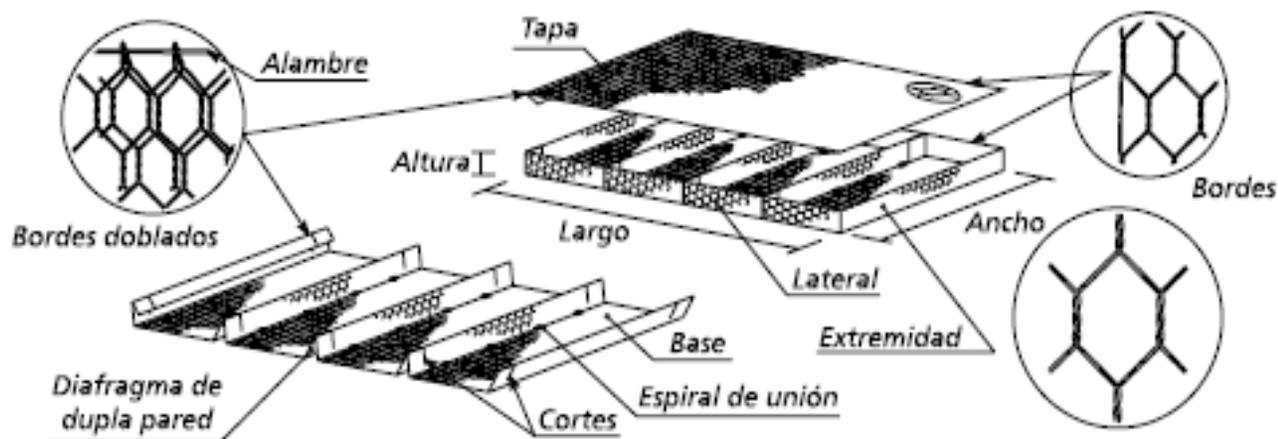
<b>Gaviones Caja con Diafragmas</b>				
<b>Dimensiones Estándar</b>			<b>Volumen [m<sup>3</sup>]</b>	<b>Diafragmas</b>
<b>Largo [m]</b>	<b>Ancho [m]</b>	<b>Alto [m]</b>		
1,50	1,00	0,50	0,75	-
2,00	1,00	0,50	1,00	1
3,00	1,00	0,50	1,50	2
4,00	1,00	0,50	2,00	3
1,50	1,00	1,00	1,50	-
2,00	1,00	1,00	2,00	1
3,00	1,00	1,00	3,00	2
4,00	1,00	1,00	4,00	3

**DIMENSIONES DE LOS COLCHONES RENO**



Largo: 3, 4, 5 y 6 m  
 Ancho: 2 m  
 Espesor: 0.17, 0.23 y 0.30 m





El colchón Reno es una estructura metálica, en forma de paralelepípedo, de gran área y pequeño espesor. Es formado por dos elementos separados, la base y la tapa, ambos producidos con malla hexagonal de doble torsión.

Son estructuras flexibles adecuadas para la construcción de obras contemporáneas tales como plataformas de deformación para proteger la base de los muros, canaletas de drenaje y principalmente actúan como revestimiento flexible de márgenes y fondos de cursos de agua.

La red de malla hexagonal de doble torsión es producida con alambres de acero con bajo contenido de carbono, revestido con una aleación de zinc, aluminio (5%) y tierras raras (revestimiento Galfan) que contiene protección contra la corrosión.

Colchones Reno®				
Dimensiones Estándar			Área [m²]	Diafragmas
Largo [m]	Ancho [m]	Altura [m]		
3,00	2,00	0,17	6	2
4,00	2,00	0,17	8	3
5,00	2,00	0,17	10	4
6,00	2,00	0,17	12	5
3,00	2,00	0,23	6	2
4,00	2,00	0,23	8	3
5,00	2,00	0,23	10	4
6,00	2,00	0,23	12	5
3,00	2,00	0,30	6	2
4,00	2,00	0,30	8	3
5,00	2,00	0,30	10	4
6,00	2,00	0,30	12	5

**ESFUERZO DE COMPRESION DE DIFERENTES MATERIALES.**

<b>Material</b>	<b>Esfuerzos Permisibles Lb/plg<sup>2</sup>.</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup>.</b>
Granito	600 - 1000	42.25 – 70.42
Caliza	400 – 800	28.17
Arenisca	400 – 600	28.17 – 42.25
Grava	40 – 80	2.82 – 5.63
Arena	20 – 60	1.41 – 4.23
Arcilla Firme	50	3.52
Arcilla Blanda	15	1.06



*ALCALDIA DE MANAGUA  
(ALMA)*

**DATOS DE SUELOS PROPORCIONADO POR LA ALCALDIA DE MANAGUA (ALMA)  
PARA AREAS CERCANA AL PROYECTO.**

<b>Peso específicos del suelo para la Zona de San Isidro de la Cruz verde y Las Viudas.</b>	<b>Angulo de fricción del suelo para la Zona de San Isidro de la Cruz Verde y Las Viudas.</b>	<b>Consideraciones del Suelo para las Zonas de San Isidro de la Cruz Verde y Las Viudas.</b>
18KN/m <sup>3</sup> .	25 <sup>0</sup> .	<p>1.- La Cohesión del Suelo es nula.</p> <p>2.- Suelo permeable, arenoso, con predominio de ceniza Volcánica, pómez.</p> <p>3.- Presión admisible de terreno (Arena Gruesa suelta. Arena fina compacta) de fundación se tomo el valor de 2Kg/cm<sup>2</sup>.</p>

**DATOS OBTENIDOS DE LA ESTACION METEOROLOGICA DE MANAGUA.**

COMPARACIONES ENTRE DESV. MAXIMA Y EL VALOR CRITICO DE KOLGOMOROV (KV)  
PARA EL AJUSTE ANALITICO A LA DISTRIBUCION DE BUMBELL TIPO I

DURACION MINUTOS	DESV. MAXIMA DM	KV	OBSV.
5	0.203	0.27	SAJ
10	0.147	0.27	SAJ
15	0.091	0.27	SAJ
30	0.068	0.27	SAJ
60	0.080	0.27	SAJ
120	0.116	0.27	SAJ
360	0.255	0.27	SAJ

- SE ACEPTA EL AJUSTE (SAJ), SI  $DM < KV$ , CON UN NIVEL DE SIGNIFICACIONES DE 0.05
- NO SE ACEPTA EL AJUSTE (SAJ), SI  $DM > KV$

**INTENSIDADES DE LLUVIA PARA DIFERENTES PERIODO DE RETORNO Y OBTENIDAS ATRAVES DEL AJUSTE ANALITICO.**

	5	10	15	30	60	120	360
<b>1.5 años</b>	137.5	114.0	95.0	64.8	40.3	21.2	6.0
<b>2 años</b>	151.1	122.6	102.7	70.9	46.1	26.0	9.2
<b>5 años</b>	184.6	143.9	121.4	85.9	60.3	37.7	17.7
<b>10 años</b>	206.8	158.1	133.8	95.9	69.7	45.5	22.3
<b>15 años</b>	219.3	166.0	140.8	101.5	75.0	49.9	25.2
<b>25 años</b>	234.8	175.9	149.5	108.5	81.5	55.3	28.9
<b>50 años</b>	255.6	189.1	161.2	117.8	90.4	62.6	33.8
<b>100 años</b>	276.3	202.2	172.7	127.1	99.1	69.8	38.6

**INTENSIDADES EN (mm/h) OBTENIDAS DEL AJUSTE  
ESTACION: MANAGUA.**

Tiempos en Minutos							
	5	10	15	30	60	120	360
<b>1.5 años</b>	149.1	117.0	96.1	62.3	36.3	19.6	6.7
<b>2 años</b>	151.8	123.7	104.5	71.5	44.2	25.3	9.5
<b>5 años</b>	172.6	144.5	125.0	90.5	60.3	37.8	16.8
<b>10 años</b>	190.2	159.6	138.6	102.0	69.9	45.5	21.8
<b>15 años</b>	202.0	168.5	146.1	107.8	74.7	49.6	24.8
<b>25 años</b>	221.5	180.0	154.4	113.3	79.6	54.4	28.9
<b>50 años</b>	246.0	194.6	165.4	121.4	86.7	61.0	34.4
<b>100 años</b>	255.1	208.4	179.9	134.5	96.9	68.4	38.4

## **ENTREVISTAS REALIZADAS A POBLADORES DE LAS LOCALIDADES DEL AREA DE ESTUDIO.**

### **Presentamos la lista de personas entrevistadas.**

#### A) Comarca San Isidro de la Cruz Verde ( Punto Critico No.1).

- 1.- Damaris Chamorro Romero.
- 2.- Josefa Esbelta Días Hernández.
- 3.- Sebastián Mercedes Hernández.
- 4.- Domingo Manzanares
- 5.- Ana Julia Manzanares.
- 6.- Guillermo Días Hernández.
- 7.- David Antonio Vallecillo.
- 8.- Dora Maria López.
- 9.- Walter Ponce González.
- 10.- Uriel Ponce González.

#### B) Comarca las Viudas (Punto Critico No.2).

- 1.- Luís Alberto Pérez García.
- 2.- Aurora Ruiz Martines.
- 3.- René Arce Ruiz.
- 4.- Walter López Rodríguez.
- 5.- Ángela Gonzáles.
- 6.- Rosa Fonseca.
- 7.- Maribel Dávila López.
- 8.- Ángela Vega Orozco.
- 9.- Cesar A gusto Vega Orozco.
- 10.- Julio Vargas Hernández.

### **Resumen de las expresiones Obtenidas de los pobladores.**

1. Las laderas de los cauces y caminos cauces no continuaran erosionándose con el recubrimiento obra vegetativas.
2. Las fincas o propiedades adquiriran mayor valor catastral con la construcción de obras de gaviones que evitaran la formación de cárcavas, y daran mayor seguridad y protección a las áreas de cultivos.
3. Con la construcción de las cortinas de gaviones se recuperara áreas de terrenos esto se a podido apreciar en otros proyectos que se han realizado por la Alcaldía de Managua y el Posaf.
4. Los resultados de ejecutar proyectos con gaviones es muy bueno que estos sirven para retener agua e infiltras al subsuelo y se adapta al medio ambiente.
5. En el caso de las comarcas las Viudas la mayoría de la población hizo énfasis en rehabilitar el camino viejo, que es el tramo del proyecto que se esta diseñando actualmente; se quedo en un acuerdo de remplazar la versión inicial del proyecto de ampliar las cortinas en el sector donde

existe actualmente un disipador de energía por una rampa vehicular; sitio que en temporada lluviosa los niños tienen dificultad en cruzarlo y se vuelve peligroso debido a la gran inestabilidad que presenta los taludes que tienen pendientes inversas. Las gradas construidas de gavión actualmente existente han provocado que personas de la tercera edad y niños hayan sufrido accidentes.

6. Los peatones puedan transitar por área más seguras.
7. A los productores se le facilitará sacar la producción a los mercados capitalinos.
8. Los jóvenes que asisten a la educación secundaria se le facilitaría viajar al casco Urbano de Managua, donde se encuentran las escuelas de secundaria.
9. El acceso de transporte publico se daría todo el año actualmente funciona las moto taxis. Estas tienen un precio que oscila entre C \$ 8.0 a C \$ 15.0 córdobas pro personas.
10. Expresaron algunos padres de familias que a los jóvenes que viajan a las escuelas podrían pagarles un recorrido una vez terminado el proyecto.
11. El acceso de los profesores que imparten clases a las escuelas de primaria no seria interrumpido en los periodos lluviosos.
12. También habría mayor presencia de la policía reduciendo los índices delincuenciales.
13. Se amplían las áreas de los lotes de terreno dando oportunidad para la siembra de plantas frutales.
14. Durante el proceso de ejecución del proyecto la población expreso de estar de acuerdo en brindar apoyo con el desplazamiento de los cercos de alambre, talas de árboles en caso de ser necesario y ceder espacio donde se tendrá que realizar los cortes para conformar los taludes.
15. También expresaron que brindarían todo el apoyo durante los procesos de ejecución del proyecto y darle sostenibilidad una vez concluidas las actividades del proyecto.

## DISEÑO DE POZO DE ABSORCIÓN

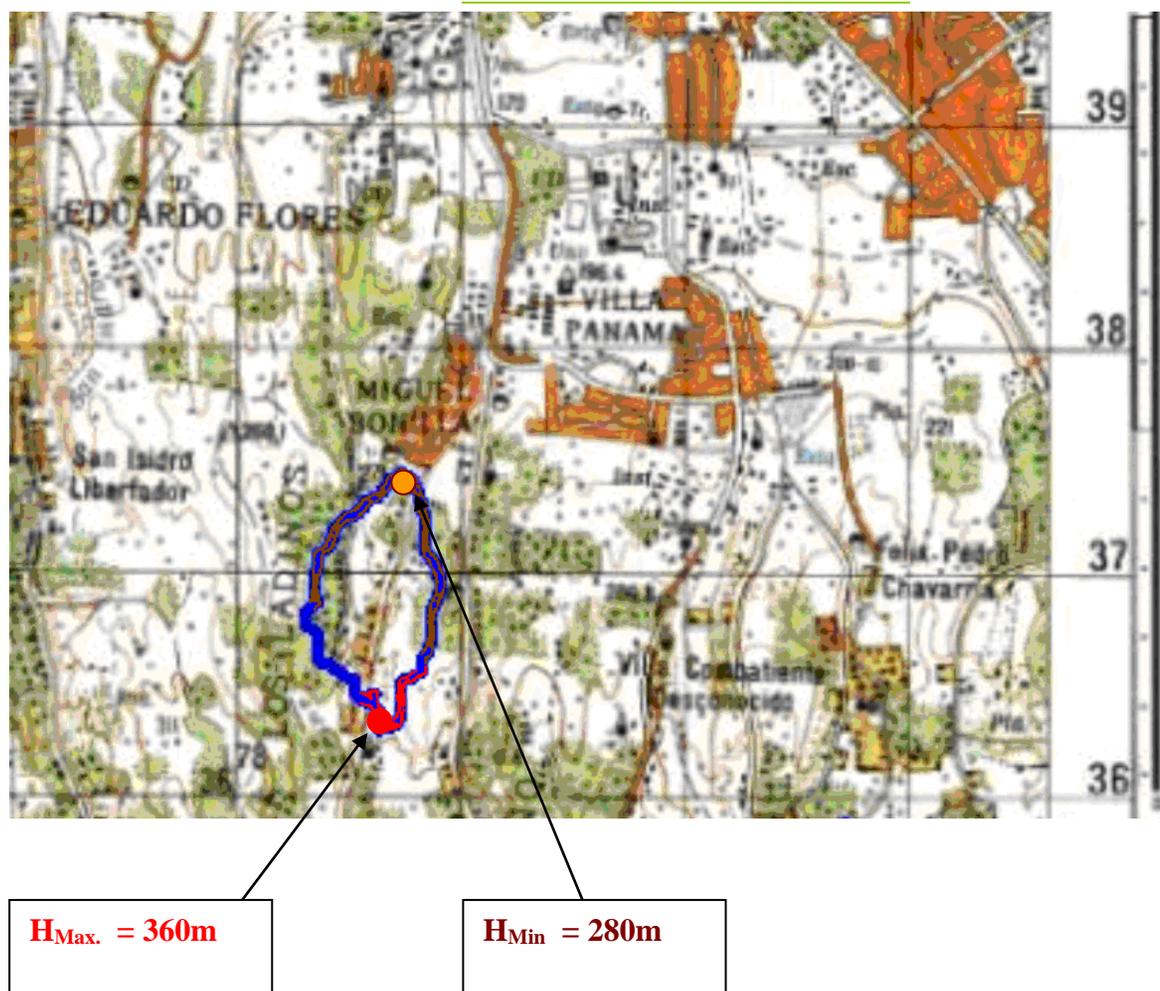
### INTRODUCCION.

El diseño de pozo de absorción se presentara para la comarca Las Viudas, con el objetivo de disminuir el caudal que circula, en esta zona de influencia.

Los pozos de absorción se ubicaran en la zona alta de la Micro cuenca Las Viudas, de manera que la ocurrencia de agua pluvial disminuya y que los terrenos agrícolas no se vean gravemente afectados, con esto se aclara que los pozos no se ubicaran en lugares únicamente destinados de la Alcaldía de Managua, sino que en zonas ( fincas) Privadas.

Ahora teniendo ya debidamente delimitada la Micro cuenca las Viudas Como se muestra a continuación.

### MICRO CUENCA LAS VIUDAS.



- ▶ El área de la micro cuenca las viudas es de  $0.23\text{km}^2$ .
- ▶ Longitud de la micro cuenca las Viudas de 2318.37m.

### **Cantidad de agua de lluvia.**

La cantidad de agua de escurrimiento de calcula por el Método Racional.

### **Formula del Método Racional para áreas de aportación medidas en $\text{Km}^2$ .**

$$Q = 0.2778CIA$$

#### **Donde:**

**C**= Coeficiente de escorrentías.

**I** = Intensidad de lluvia.

**A** = Área de aportación de la cuenca en  $\text{Km}^2$ .

El Método Racional puede usarse para áreas de hasta 1,000 acres o sea 405 hectáreas, equivalentes a  $4.05 \text{Km}^2$ . se dividirán las cuencas en subcuencas, pudiéndose aplicar a cada una de las subcuencas, el método racional.

### **Coeficiente de Escurrimiento.**

El coeficiente de escurrimiento de la formula Racional, se Calcula para los diferentes usos de suelos ( $U_s$ ), Tipos se suelo ( $T_s$ ), y pendiente del terreno ( $P_t$ ). Para lo cual se usa la tabla No.2 (Ver en el Capitulo IV, Pagina 55).

En donde se tomo como:

Uso de suelo ( $U_s$ ) = 0.12 Porque esta entre una zona sin vegetación o con cultivos anuales y zona Suburbanas (viviendas).

Tipos se suelo ( $T_s$ ) = 1.0 es un suelo permeable (terreno arenoso, Ceniza Volcánica pómez).

Pendiente del terreno ( $P_t$ ) = 2.0 por que la pendiente calculada del terreno esta entre los rangos de (5.1 y 10) %.

Con esto procedemos a calcular el Coeficiente de escorrentía por medio de la formula.

$$C = U_s * T_s * P_t = 0.12 * 1.0 * 2 = 0.24$$

De modo que el coeficiente de escorrentía es de 0.24.

### Tiempo de Concentración.

El tiempo de concentración para zonas rurales se toma de la formula deducida para el área de centro América, propuesto por el Ing. Eduardo Basso que dice:

$$t_c = 0.0041 * \left( \frac{3.28 * L}{\sqrt{S_c}} \right)^{0.77}$$

Donde:

Donde:

$t_c$  = Tiempo de concentración en minutos (min.).

L = Longitud de la Micro cuenca en metros.

$S_c$  = Pendiente del terreno.

Por lo tanto el tiempo de Concentración es de:

$$t_c = 0.0041 * \left( \frac{3.28 * L}{\sqrt{S_c}} \right)^{0.77} = 0.0041 \left( \frac{3.28 * 1,237.43}{\sqrt{0.065}} \right)^{0.77} = 7.05141001 \text{ Minutos}$$

### Intensidad de lluvia.

La intensidad de la lluvia es calculada por el parámetro de ajuste para la ecuación de la forma  $I = \frac{A}{(t + d)^b}$  (Ver tabla No.1 Capitulo IV, Pagina 54).

En donde:

I = Es intensidad de precipitación medida en  $mm/hr$ .

t = Tiempo de concentración en minutos.

A,d,b = Son valores constantes obtenidos del análisis estadístico, que se ajustan a cada región estudiada, que podemos mostrar a continuación por medio de una tabla y valido para un determinado periodo de retorno( $Tr$ ), el cual es de 25 años .

Lo cual se obtiene una intensidad de:

$$I = \frac{A}{(t+d)^b} = \frac{971.743}{(7.05+7)^{0.595}} = 201.6898337 \text{ mm}/\text{hrs}$$

Por lo tanto la cantidad de agua de escurrimiento es:

$$Q = 0.2778 CIA = 0.2778(0.24 * 201.68 * 0.23) = 3.09267406 \text{ m}^3/\text{s}$$

Entonces el caudal que se pretende controlar es de 3.09  $m^3/s$ .

#### Calculo de la pendiente del terreno.

Teniendo las diferentes elevaciones en los puntos extremos de la cuenca y además la longitud, procedemos a calcular la pendiente la cual es:

$$S_c = \frac{H_{Máx} - H_{Mín}}{L} = \frac{360m - 280m}{1,237.43m} = 0.064650121$$

Donde:

$S_c$  = Pendiente del terreno.

$H_{Máx}$  = Altura máxima.

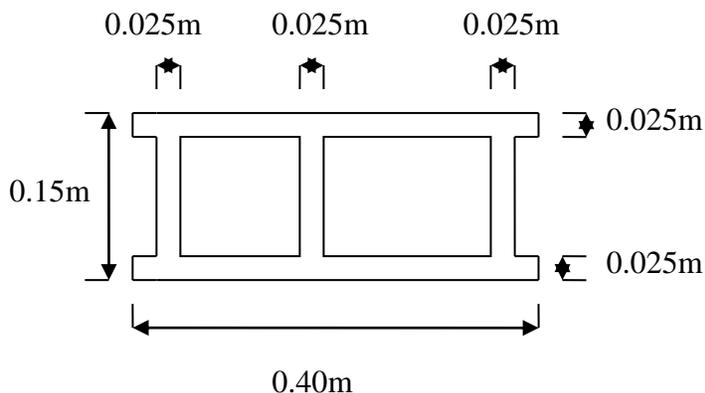
$H_{Mín}$  = Altura mínima.

L = Longitud de la Microcuenca en metros.

Obteniendo una pendiente del terreno de 6.5%.

**Calculo área neta de las paredes laterales del pozo.**

De la pagina 2\_1A de la Cartilla Nacional de la Construcción (Junio de 1991) Cuarta Edición de la Dirección General de Urbanismo, se toman las medidas del bloque común de dos huecos, para determinar el área neta, que permitirá la infiltración con el bloque puesto de canto sin considerar espesor de juntas.



**Reducción del área del Bloque.**

Área total del Bloque es:  $A_{TOTAL} = 0.40m \times 0.15m = 0.06m^2$ .

Calculando el área de los espesores del Bloque.

$$A_{esp} = (3 \times 0.15 \times 0.025) + 2(0.40 - 3 \times 0.025) \times 0.025 = 0.0275m^2$$

Para calcular la reducción del bloque hacemos una regla de tres.

En  $0.06m^2$  —————> reduce  $0.0275m^2$ .

Para 1 —————> Reduce

$$Reduce = \frac{1 \times 0.0275m^2}{0.06m^2} = 0.4583$$

Entonces la reducción de bloques de cemento de dimensiones de 0.15m x 0.40m x 0.20m obtenemos el coeficiente de reducción de 0.4583.

### **Reducción del volumen del pozo por colocación de bolones.**

En el texto de Materiales de Construcción de M.F PASMÁN(Arquitecto), en las Páginas 93 y 94, explica que los espacios vacíos son teóricamente constantes, cualquiera que sean el diámetro de los granos.

Los espacios vacíos están dados por la fórmula:

$$V_e = \left(1 - \frac{\pi}{6}\right) m^3 = (1 - 0.5236) = 0.4764 m^3$$

Según el texto de Materiales considera dos valores de volúmenes de vacíos un  $V_e = 0.4764 m^3$  considerando este como Máximo y  $V_e = 0.32 m^3$  como Mínimo. Pero para nuestro caso usaremos  $0.4764 m^3$  como reducción para  $1 m^3$  de volumen del pozo, que sería ocupado por el agua.

**La capacidad de retención de la Infiltración más el volumen que se retiene en el pozo por Día será Mayor a 70%**

### **Índice de infiltración.**

La capacidad de absorción del suelo, ha sido tomada de estudios realizados alrededor de la zona, que del resultado de Cuatro pruebas de Infiltración, realizada por el Laboratorio de Suelo **IDISA**, Ingenieros consultores. Que a continuación mostramos.

# **IDISA,** *Ingenieros Consultores*

---

## **PRUEBAS DE INFILTRACION.**

Se realizaron cuatro pruebas de infiltración de 45 minutos de duración desde el momento de la saturación hasta la toma de las pruebas a las profundidades indicadas al final de cada sondeo, Obteniendo los siguientes resultados:

### **Sondeo N° 1.**

Profundidad de la Prueba: 5.03 mts.

Estrato: Arena limosa color blanca.

Capacidad de soporte: 106 golpes por pie. (10Kg/cm<sup>2</sup>). Rechazo al SPT.

Diámetro del agujero y ademe = 2" de diámetro.

Velocidad de Infiltración = 5 cm cada 6 min y 12 seg

El estrato sobre el cual se efectuó la prueba de infiltración se localiza a 5.03 mts de profundidad y esta constituido por un estrato de arena limosa color blanco con trazas de pómez, muy resistente a la penetración estándar.

En los estratos encontrados desde el nivel del terreno natural hasta la profundidad de 3.05mts se localizan materiales con resistencias menores a 20 golpes por pie, los cuales son materiales No plásticos o con bajo índice de plasticidad, lo que evidencian terrenos pocos resistentes y con capacidades moderas de infiltración. En los estratos encontrados desde los 3.05mts hasta los 5.03mts explorados, se localizan materiales con resistencia desde los 24golpes por pie hasta 106 golpes por pie, clasificándolos como materiales mucho más consistentes y con menor capacidad de infiltración. En promedio los estratos encontrados en este sitio infiltran en promedio 5,605 lts/m<sup>2</sup>/día.

---

Bo. San Luis del Edificio Amando Guido 5c. Al Sur 1 1/2c. abajo  
Tel: 248-1729, 248-1160, 240-1444 fax: 244-2095  
Managua, Nicaragua

e.mail [idis@teranet.com.ni](mailto:idis@teranet.com.ni)

# **IDISA,** *Ingenieros Consultores*

---

## **Sondeo N° 2.**

Profundidad de la Prueba: 5.03 mts.

Estrato: Arena limosa color blanca.

Capacidad de soporte: 98 golpes por pie. (10Kg/cm<sup>2</sup>).

Diámetro del agujero y ademe = 2" de diámetro.

Velocidad de Infiltración = 10 cms en 14m.

El estrato sobre el cual se efectuó la prueba de infiltración se localiza a 5.03 mts de profundidad y esta constituido por un estrato de arena limosa color blanco con trazas de pómez, muy resistente a la penetración estándar.

En los estratos encontrados desde el nivel del terreno natural hasta la profundidad de 2.90mts se localizan materiales con resistencias menores a 20 golpes por pie, los cuales son materiales No plásticos o con bajo índice de plasticidad, lo que evidencian terrenos pocos resistentes y con capacidades moderas de infiltración. En los estratos encontrados desde los 2.90mts hasta los 5.03mts explorados, se localizan materiales con resistencia desde los 24golpes por pie hasta 98 golpes por pie, clasificándolos como materiales mucho más consistentes y con menor capacidad de infiltración. En promedio los estratos encontrados en este sitio infiltran en promedio 5,740 lts/m<sup>2</sup>/día.

---

Bo. San Luis del Edificio Amando Guido 5c. Al Sur 1 1/2c. abajo  
Tel: 248-1729, 248-1160, 240-1444 fax: 244-2095  
Managua, Nicaragua  
e.mail [idis@teranet.com.ni](mailto:idis@teranet.com.ni)

# **IDISA,** *Ingenieros Consultores*

---

## **Sondeo N° 3.**

Profundidad de la Prueba: 6 mts.

Estrato: Limo inorgánico.

Capacidad soporte: 103 golpes por pie. (10Kg/cm<sup>2</sup>).

Diámetro del agujero y ademe = 2” de diámetro.

Velocidad de Infiltración = 10 cms en 9m.

El estrato sobre el cual se efectuó la prueba de infiltración se localiza a 6 mts de profundidad y esta constituido por un estrato de limo inorgánico con trazas de pómez, muy resistente a la penetración estándar.

En los estratos encontrados desde el nivel del terreno natural hasta la profundidad de 4.57mts se localizan materiales con resistencias menores a 20 golpes por pie, los cuales son materiales No plásticos o con bajo índice de plasticidad, lo que evidencian terrenos pocos resistentes y con capacidades moderas de infiltración. En los estratos encontrados desde los 4.57mts hasta los 6 mts explorados, se localizan materiales con resistencia desde los 36golpes por pie hasta 103 golpes por pie, clasificándolos como materiales mucho más consistentes y con menor capacidad de infiltración. En promedio los estratos encontrados en este sitio infiltran en promedio 7,940 lts/m<sup>2</sup>/día.

---

Bo. San Luis del Edificio Amando Guido 5c. Al Sur 1 1/2c. abajo  
Tel: 248-1729, 248-1160, 240-1444 fax: 244-2095  
Managua, Nicaragua  
e.mail [idisa@teranet.com.ni](mailto:idisa@teranet.com.ni)

# **IDISA,** *Ingenieros Consultores*

---

## **Sondeo N° 4.**

Profundidad de la Prueba: 6 mts.

Estrato: Arena limosa con traza de hormigón volcánica fino

Capacidad de soporte: 30 golpes por pie. (3Kg/cm<sup>2</sup>).

Diámetro del agujero y ademe = 2" de diámetro.

Velocidad de Infiltración = 5 cms cada 40 seg.

El estrato sobre el cual se efectuó la prueba de infiltración se localiza a 6 mts de profundidad y esta constituido por un estrato de arena limosa con trazas de hormigón volcánico fino color negro poco resistente a la penetración estándar.

En los estratos encontrados desde el nivel del terreno natural hasta la profundidad de 3.65mts se encuentran materiales con resistencias menores a 30 golpes por pie, los cuales son materiales No plásticos o con bajo índice de plasticidad, lo que evidencian terrenos pocos resistentes y con capacidades moderas de infiltración. En los estratos encontrados desde los 3.65mts hasta los 4.57mts se localizan materiales con resistencia desde los 30golpes por pie hasta 88 golpes por pie, clasificándolos como materiales mucho más consistentes y con menor capacidad de infiltración.

Sin embargo desde los 4.57mts hasta los 6mts explorados se encuentran materiales poco consistentes con resistencia de los 30 golpes por pie, localitos sobre un estrato de 1.37mts de arena limosa contrazas de hormigón negro fino que incrementa sustancialmente la capacidad de infiltración del suelo, hasta un promedio de 54,200 lts/m<sup>2</sup>/día.

---

Bo. San Luis del Edificio Amando Guido 5c. Al Sur 1 1/2c. abajo  
Tel: 248-1729, 248-1160, 240-1444 fax: 244-2095  
Managua, Nicaragua  
e.mail [idisa@teranet.com.ni](mailto:idisa@teranet.com.ni)

Del resultado de las Cuatro pruebas de Infiltración que se hicieron alrededor de la zona, usaremos el de menor valor de Capacidad de infiltración. Que es de 5,605 lts/m<sup>2</sup>/día.

Teniendo la cantidad de agua de escurrimiento que es el caudal, calculado por la formula del Método Racional que es de 3.09 m<sup>3</sup>/s equivalente a 3,092.67 lts/s. Para un tiempo de concentración 7.05 minutos de duración de la tormenta se tiene el volumen producido de agua. En el cual se calcula de la siguiente manera:

$$V_p = Q \times t_c$$

Donde:

$V_p$  = Es el volumen producido de agua que deberá captar el pozo

Diseñado.

$Q$  = Es el caudal de llegada para una tormenta con 25 años de periodo de retorno es de:  **$Q = 3,092.67 \text{ lts/s.}$**   
 $t_c = 7.05$  minutos.

$$V_p = 3,092.67 \frac{\text{lts}}{\text{s}} \times 7.05 \text{ min} \times \frac{60\text{s}}{1 \text{ min}} = 1,308,199.41 \text{ lts}$$

De modo que proponemos que se ubiquen 5 pozos de Absorción de las mismas dimensiones que el que se va a diseñar a continuación.

El caudal calculado por el Método Racional será dividido por el número de pozos que se proponen en este caso son 5 pozos por lo cual el caudal será:  $Q/5 = 618.534 \text{ lts/s.}$

Este nuevo caudal me dice que cada pozo captara una cantidad de agua de escurrimiento de **618.534 lts/s.**

Entonces como el caudal a trabajar es de 618.534 lts/s. y considerando el mismo tiempo de concentración de 7.05 min. Procedemos a calcular el volumen producido de agua.

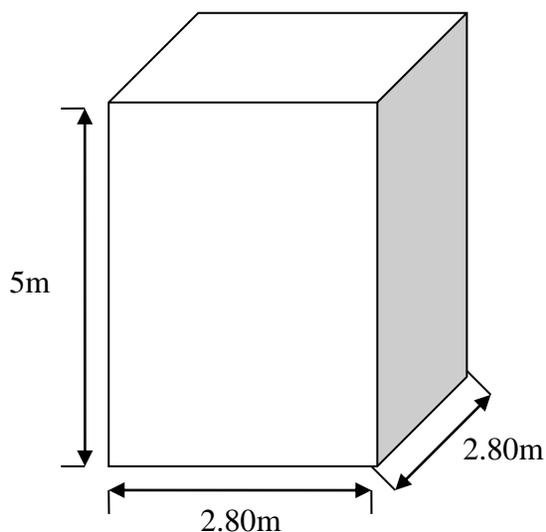
$$V_p = 618.534 \frac{\text{lts}}{\text{s}} \times 7.05 \text{ min} \times \frac{60\text{s}}{1 \text{ min}} = 261,639.882 \text{ lts}$$

El volumen producido de agua es de **261,639.882 lts**

Teniendo la capacidad de infiltración de suelo que es de **5,605 lts/m<sup>2</sup>/día**.

Llamándolo como caudal de infiltración  $Q_{\text{Infil}} = 5,605 \text{ lts/m}^2/\text{día}$ .

**Dimensionamos el pozo.**



**Calculamos el área bruta de infiltración lateral del pozo.**

$$A_B = 2(2.80\text{m} \times 5 + 2.80 \times 5) = 56\text{m}^2.$$

**Reducción por espesores del bloque.**

$$A_R = 56\text{m}^2 \times 0.4583 = 25.6648\text{m}^2$$

**Calculamos el Área neta.**

$$A_{\text{Neta}} = A_B + A_R \longrightarrow A_{\text{Neta}} = 56\text{m}^2 + 25.6648\text{m}^2 = 81.6648\text{m}^2$$

**Calculando el volumen de infiltración.**

$$V_{\text{infiltración}} = A_{\text{Neta}} \times Q_{\text{Infiltración}}. \implies V_{\text{infiltración}} = 81.6648\text{m}^2 \times \mathbf{5,605 \text{ lts/m}^2/\text{día}}$$

$$V_{\text{Infiltración}} = 457,731.204 \text{ lts.}$$

**Calculando el volumen del Pozo.**

$$V_{\text{Pozo}} = 2.80\text{m} \times 2.80\text{m} \times 5\text{m} = 39.2\text{m}^3.$$

Procedemos a calcular la reducción por Bolones por medio de la siguiente formula.

$$R_B = V_{\text{Pozo}} \times V_e \longrightarrow R_B = 39.2\text{m}^3 \times 0.4764 = 18.67488\text{m}^3.$$

Donde:

$R_B$  = Es la reducción de Bolones.

$V_{\text{Pozo}}$  = Volumen del Pozo.

$V_e$  = Es un coeficiente de Volúmenes de vacío estandarizado.

Por lo tanto el volumen total del pozo es de  $18.67488\text{m}^3$ .

### Calculando la capacidad del pozo.

La capacidad del pozo de Cumplir que de acuerdo a las exigencia de la Alcaldía de Managua la retención del pozo debe ser Mayor al 70%

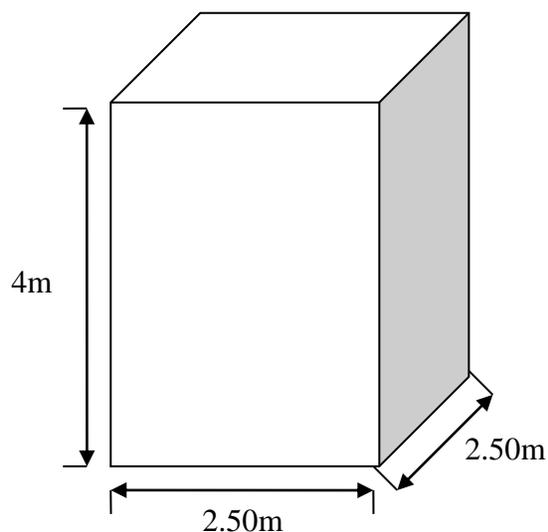
$$C_p = \frac{V_{\text{Infiltración}} + V_{\text{Pozo}}}{V_p} \times 100 = \frac{457,731.204\text{m}^3 + 18.67488\text{m}^3}{261,639.882} \times 100 = 174.95\% > 70\% \quad \text{Ok!!!!!!}$$

Por lo tanto las dimensiones propuestas para la construcción del Pozo satisfacen. Ya que los resultados de la capacidad de infiltración del pozo son satisfactoria sobrepasando el 70% de lo establecido por la Alcaldía de Managua.



Para un diseño mas Optimo que no sobre pase demasiado el 70% redimensionamos el pozo, proponiendo otras dimensiones.

### Redimensión del Pozo.



**Calculamos el área bruta de infiltración lateral del pozo.**

$$A_B = 40m^2.$$

**Reducción por espesores del bloque.**

En donde el área bruta se multiplica por el coeficiente de 0.4583 para Obtener lo siguiente.

$$A_R = 18.332m^2.$$

**Calculamos el Área neta.**

$$A_{Neta} = 58.332m^2.$$

**Calculando el volumen de infiltración.**

$$V_{Infiltración} = 326,950.86 \text{ lts}$$

**Calculando el volumen del Pozo.**

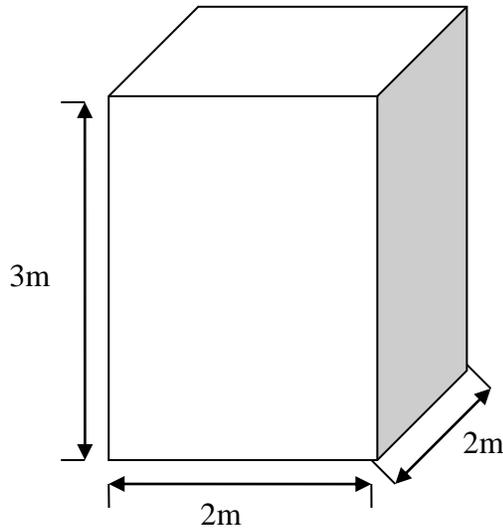
$$V_{Pozo} = 25m^3.$$

**Calculando la capacidad del pozo con estas nuevas dimensiones.**

$$C_p = \frac{V_{Infiltración} + V_{Pozo}}{V_p} = \frac{326,950.86m^3 + 11.91m^3}{261,639.882} \times 100 = 124.97\% > 70\% \quad \text{Ok!!!!}$$



Para un diseño más Optimo, que no sobre pase demasiado el 70% redimensionamos el pozo, proponiendo otras dimensiones.



**Calculamos el área bruta de infiltración lateral del pozo.**

$$A_B = 24m^2.$$

**Reducción por espesores del bloque.**

En donde el área bruta se multiplica por el coeficiente de 0.4583 para Obtener lo siguiente.

$$A_R = 10.9992m^2.$$

**Calculamos el Área neta.**

$$A_{Neta} = 34.9992m^2.$$

**Calculando el volumen de infiltración.**

$$V_{Infiltración} = 196,170.516 \text{ lts}$$

**Calculando el volumen del Pozo.**

$$V_{Pozo} = 12m^3.$$

Reducción Por Bolones Multiplicar el Volumen del pozo por 0.4764

**Calculando la capacidad del pozo con estas nuevas dimensiones.**

$$C_p = \frac{V_{Infiltración} + V_{Pozo}}{V_p} = \frac{196,170.516m^3 + 5.7168m^3}{261,639.882} \times 100 = 74.97\% > 70\% \text{ Ok!!!!}$$

Como podemos apreciar que comparando, este pozo de dimensiones 2 x 2 x 3 con los pozos anteriores, se ubica en el pozo más óptimo, de modo que este pozo se recomienda hacer 5 pozos con estas dimensiones de 2 x 2 x 3.



## Especificaciones técnicas.

### Materiales.

- a. El agua en la mezcla de hormigón deberá ser limpia, libre de ácidos, álcalis, basura y cualquier material orgánico. La arena deberá estar libre de arcillas y materiales orgánicos.
- b. El cemento Pórtland será tipo 1 (normal) y deberá cumplir con las especificaciones ASTM C150.
- c. Los bloques serán de mampostería de concreto, multihueco común de dos huecos por bloque con medidas de 0.15m x 0.20m x 0.40m con una resistencia a la compresión no menor de 55kg/cm<sup>2</sup> y una resistencia mínima a la tensión de 9 Kg/cm<sup>2</sup>.
- d. Las piedras a usar en los filtros serán bolones duros, evitando las partículas planas. Los diámetros a bolones a usar podrán ser tan variados como diámetros de 2"∅ (5.08cm) hasta 12"∅ (30.48cm); el límite es la manejabilidad.

### Construcción de Pozo de Absorción.

El diseño contempla la construcción de 5 pozos de absorción, cada uno de ellos contemplan las mismas características constructivas de dimensiones 2m x 2m x 3m, para que este diseño sea eficiente es recomendable que se ubiquen los 5 pozos, claro esta dentro de la Micro cuenca, y por ningún motivo colocar solo 2 ó 3 ó 4. Deben de ser los 5 pozos. Ya que el diseño se hace para controlar el caudal que circula en la Micro cuenca. Los pozos se ubicaran en los puntos altos de la Microcuenca.

Se compondrá de los elementos de construcción siguientes: a una profundidad de 3m del terreno donde se colocara, se construirá una loseta perimetral de fundación de concreto reforzado de 0.10m x 0.25m. Sobre esta loseta se colocará el muro de mampostería de bloque de cemento, colocados de plan, con uniones de mortero de hasta (1cm) centímetro de espesor, en las juntas verticales, así como en las horizontales. Esta posición del bloque cuatropeado además permitirá la infiltración por medio de los huecos de los bloques.

Mientras se este levantado el cuerpo del pozo, se deberá ir relleno y compactando el espacio entre las paredes de excavación y las propias del pozo. La compactación se deberá efectuar en capas no mayores de 0.15metros el material de relleno deberá ser granular.

El muro así levantado con (5) hileras de bloque será rematado por una viga de concreto perimetral. Después de construida la caja se colocará en el fondo piedra triturada #3 en 0.15m de espesor seguida del filtro de bolones y un remate de arena Motastepe sin tamizar de 0.20 de espesor. La viga llevará un angular de 2" x 2" x 3/16" anclado perimetral.

	Actividades	Unidad	Cantidad	Costo	
				Unitario	Total C\$
<b>1</b>	<b>Preliminares</b>				
1.1	Limpieza Inicial	m <sup>2</sup>	9	2	18
<b>2</b>	<b>Movimiento de tierra.</b>				
2.1	Excavacion para la construcción del Pozo.	m <sup>3</sup>	12	73.92	887.04
2.2	Botar tierra sobrante de Excavación	m <sup>3</sup>	12	40	480
<b>3</b>	<b>Fundación</b>				
3.1	Viga de fundacion de Concreto Reforzado de 0.10 x 0.25 de 3000 psi	m <sup>3</sup>	0.2	2500	500
3.2	Acero Corrugado 3/8"	lbs	19.68	8	157.44
3.3	Acero para estribo 3/8"	lbs	8.14	8	65.12
3.4	Alambre de Amarre # 18	lbs	1.08	12	12.96
3.5	Concreto de 3000psi	m <sup>3</sup>	0.2	1591.35	318.27
3.6	Cemento	bls	2	145	290
3.7	Arena	m <sup>3</sup>	0.11	175	19.25
3.8	Piedra Triturada 3/8"	m <sup>3</sup>	0.16	800	128
3.9	Fundir Concreto de 3000 Psi	m <sup>3</sup>	0.2	220	44
<b>4</b>	<b>Construcción de las paredes del Pozo.</b>				
4.1	Paredes del Pozo de bloques de Cemento de 0.15 x 0.20 x 0.40 de dos huecos Colocados a plan.	m <sup>2</sup>	24	114.19	2740.56
4.2	Bloques de 0.15 x 0.20 x 0.40	c/u	392	13	5096
4.3	Mortero para juntas. Proporción 1:3	m <sup>3</sup>	0.56	1654.38	926.4528
4.4	Cemento	bls	7	145	1015
4.5	Arena	m <sup>3</sup>	0.6	175	105
<b>5</b>	<b>Construcción de Viga Corona.</b>				
5.1	Acero Principal 3/8"	lbs	39.36	6	236.16
5.2	Acero para estribo 1/4"	lbs	17.82	7	124.74
5.3	Alambre de Amarre # 18	lbs	2.165	12	25.98
5.4	Concreto de 3000 Psi	m <sup>3</sup>	0.195	1591.35	310.31325
5.5	Cemento	bls	2	145	290
5.6	Arena	m <sup>3</sup>	0.1	175	17.5
5.7	Piedra Triturada 3/8"	m <sup>3</sup>	0.156	800	124.8
5.8	Angular de 2"x 2"x 3/16"	c/u	2	110	220
<b>6</b>	<b>Formaletas</b>				
	Tablas de 1"x12"x 6 varas.	c/u	4	85	340
	Reglas de 1" x 3 x 3 varas	c/u	12	25	300
	Clavos de 2 1/2"	lbs	5.5	15	82.5
<b>6</b>	<b>Relleno del Pozo</b>				
6.1	Piedra Triturada # 3	m <sup>3</sup>	0.6	800	480
6.2	Piedra bolón 8" a 12"	m <sup>3</sup>	11.4	90	1026
<b>7</b>	<b>Construcción de la tapa del Pozo</b>				
7.1	Acero Corrugado 1/2"	lbs	87.6	6	525.6
7.2	Alambre de amarre #18	lbs	5	12	60
	Costo para el pozo de Absorción				<b>C\$ 16,966.69</b>
	Para los cinco pozos de Absorción				C\$ 84,833.43

Costo total para el proyecto de pozos	C\$ 84,833.43
---------------------------------------	---------------

**MENCIÓN DEL LOS EQUIPO NECESARIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS.**

<b>EQUIPO</b>	<b>RENDIMIENTO</b>
Tractor	1200m <sup>2</sup> /hr
Cargador Frontal	105m <sup>3</sup> /hr
Excavación Común (Tractor)	112.5m <sup>3</sup> /hr
Volquete	Según su distancia.(Ciclo)
Patrol	187.5m <sup>2</sup> /hr
Cisterna de Agua	Hr Patrol + Hr Compactadota.
Patrol Conformar y extiende material selecto.	35m <sup>3</sup> /hr
Patrol nivela y conforma	375m <sup>3</sup> /hr
Compactadota	700m <sup>2</sup> /hr