MEMORIA DESCRIPTIVA

**ÍNDICE**

[1 MEMORIA 2](#_Toc464427185)

[1.1 ANTECEDENTES 2](#_Toc464427186)

[1.2 OBJETO Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 3](#_Toc464427187)

[1.2.1 SITUACIÓN ACTUAL 4](#_Toc464427188)

[1.2.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO 5](#_Toc464427189)

[1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA 15](#_Toc464427190)

[1.4 DOCUMENTOS QUE CONSTITUYEN EL PROYECTO 16](#_Toc464427191)

[1.5 CONCLUSIONES 17](#_Toc464427192)

# MEMORIA

## ANTECEDENTES

El Proyecto objeto del contrato FOVIAL LG 056 2016 denominado “DISEÑO DE OBRAS DE PROTECCIÓN EN LAS ZONAS 1 Y 2 DE EL SALVADOR”, tiene como finalidad realizar los diseños de diversas obras que eviten el deterioro de la red de carreteras a las cuales el FOVIAL les da mantenimiento.

Actualmente, se ejecutó el contrato por el cual se obtendría un diseño final que el FOVIAL pueda construir, con el fin de propiciar la conectividad municipal, mejorar las condiciones físicas de las vías e incrementar la vida útil de la red nacional.

COINSA, S.A. de C.V., ha preparado el presente Informe Final para el DISEÑO DE OBRAS DE PROTECCIÓN EN LAS ZONAS 1 Y 2 DE EL SALVADOR, contrato que comprende 4 sitios, los cuales se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 1 Sitios de los Trabajos**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **SITIO** | **RUTA** | **OBRA** |
| **1** | CA 01 W F: LD La Libertad -Dv Lago de Coatepeque (Int. RN10) (Incluye Derivadores) | Talud erosionado |
| **2** | RN15S A: CA08W -Jujutla (3 C.Pte.-Ote.) | Talud erosionado |
| **3** | CA 01 W E: Dv Ciudad Arce -LD Santa Ana | Drenaje Transversal con problemas hidráulicos |
| **4** | CA 01 W B: Santa Tecla (Las Delicias) -La Cuchilla (Int. CA08W) | Talud inestable |

## OBJETO Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto tiene como objetivo definir un diseño final de las obras de protección, medidas de estabilización y/o mitigación, para los taludes. Lo anterior para evitar daños futuros a las vías y brindar mayor seguridad a los conductores de vehículos, peatones y personas que viven a inmediaciones de estas estructuras.

**SITIO 4 CA 01 W B: SANTA TECLA (LAS DELICIAS) -LA CUCHILLA (INT. CA08W)**

Este sitio se ubica al sur este del Municipio de Colon, pertenece a la zona montañosa de la cordillera del Bálsamo, en la zona le corresponde a un escarpado de rocas tipo lajar, la sección el carretera corresponde al tipo balcón, el talud está protegido por una malla de cables y de alambre doble torsión.



Tal como se aprecia en la foto satelital, en la zona en uno de los pequeños escarpados se ha producido desprendimientos de roca por efectos de los sismos y la lluvia de la zona.

Los suelos en su mayoría lo constituye roca fracturada del tipo lajar.

El Sitio 4 corresponde a uno de las cuatro zonas tramos que integran la actuación total del contrato. Los trabajos a realizar en el sitio antes mencionado es realizar los diseños de la obras que eviten se continúe erosionado dicho talud. El talud se encuentra en una zona de montañosa con escarpes que varían de medianos a grandes. Su importancia radica que está en la Carretera Panamericana, siendo una de las vías de mayor circulación. La carretera se conduce a través de una garganta de montañosa, presentando en el lateral derecho en el sentido de la carretera con un talud de roca fracturada, en cambio en el lado izquierdo el talud es casi vertical.

Este talud presenta fallas en el cuerpo del talud por un lado originado por objetos descargados desde la parte superior y por otro por uso del suelo como cultivo en ladera, los suelos no presentan una cohesión aceptable, al pie de talud se continua sembrando, esto en parte ayuda pero en la época seca, no ofrece resistencia a la erosión, debido a las edificaciones que en el lado izquierdo del talud realizan las descargas de aguas grises.

El mejoramiento también incluye el diseño de un muro de concreto anclado al talud los anclajes se han diseñado de tal forma que resistirá las acciones sísmicas con un factor de seguridad alto.

### 20160731_130003SITUACIÓN ACTUAL

Se localiza en la región occidental de El Salvador, específicamente en el Departamento de La Libertad, a la altura del km 17.00 de la carretera Panamericana en el lateral derecho en el sentido hacia occidente. El talud en la zona conocida como Los Chorros, en una sección en balcón en donde ocurren desprendimientos de roca del talud, el cual se ubica en las coordenadas Latitud 13° 42´ 02.43” N y Longitud 89° 20´ 0.59” O. La carretera en el tramo de trabajo corresponde a cinco carriles dos hacia el occidente y tres hacia san salvador, con 3.65 m de ancho cada uno. La zona es una sección en balcón, los hombros están confinados y pavimentados, el hombro y la canaleta exterior y son de anchura variable.

El talud de esa zona es de roca con un alto grado de fracturación, en el cual ocurren desprendimientos provocados por la intrusión de agua entre sus grietas y por la acción de sismos. El tamaño del material que se desprende es heterogéneo por el mismo grado de fracturación de la roca, la cual en su mayoría se presenta como lajas, el talud tiene una altura de 69 metros, en la base existe un muro alcancía de más o menos 1.70 m de altura con una barrera de cable de 1.30 metros. El sistema ha funcionado con desprendimientos pequeños, en el caso de los desprendimientos medianos ha roto la red de cables del muro alcancía.

El detalle de la situación actual del Sitio 4 actual se puede observar en los correspondientes Anexos a la Memoria.

La fotografía muestra el sentido hacia San Salvador y el vehículo marca la zona del talud erosionado en el carril contrario.

### DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

a) Descripción general de la obra

El proyecto consistió en diseñar un sistema que sea capaz de retener rocas de tamaño mediano y pequeñas que eviten que impacten a los automovilista que circulan por dicha arteria, producto del análisis se decidió colocar dos tipos de mallas una de cables anclada y una malla de doble torsión anclada con esto se estaría manejando los desprendimientos los cuales bajarían hacia el muro alcancía, el muro alcancía se va reforzar y se colocara una barrera de cables de 2.00 metros de altura.

Esta es una de las soluciones de alto costo que requiere de empresas especializadas en este ramo, sobre todo por el equipo y maquinaria a utilizar, el proceso seria el siguiente se desprendería todo el material suelto en el talud y se perfilarían las rocas que ofrezcan peligro, una vez terminado se procedería a colocar la red de cable anclada las rocas y encima de estas se colocaría la malla de doble torsión también anclada.

El material producto de los desprendimientos será retirado del lugar a fin de dar espacio para la construcción del refuerzo del muro alcancía y la barrera de cables.

b) Cartografía y Topografía

Se estableció un modelo digital del terreno que nos permite definir el nivel del terreno natural con un margen de error admisible de 0.25 m en terreno rustico y 0.05 en terreno pavimentado. La planimetría así determinada nos permitió definir todos los accidentes geográficos y estructuras existentes con un error admisible en planta de 0.10 m para puntos bien definidos.

El levantamiento de detalles tiene la densidad de puntos necesarios para que refleje las características del terreno y de las zonas aledañas que permita realizar una morfología del tramo del Talud.

En nuestro caso el levantamiento topográfico se realizó con estación total y el método de trabajo consiste en:

1. Ubicar tres monumentos en concreto y pin centrado que constituirán los mojones fijos a los cuales se les dará coordenadas, aplicando la metodología de cierre en poligonales.
2. Una vez establecida la poligonal, se levantara cada detalle del terreno por el método de radiación cada uno de los puntos que nos indiquen la morfología del terreno, cada punto leído será guardado en el colector en el cual se registrara su latitud, longitud y elevación, agregándole su descripción del punto levantado.
3. Los detalles se levantaron con el equipo de estación total y prismas, los prisma se elevaran a la altura que permita visualizar los espejos desde la estación total indicando el porta prismas al topógrafo su elevación en cada punto que se tome.
4. La nube de puntos se hará de tal forma que al bajar los datos en el software nos de la figura en 3D del terreno, revisando si refleja el terreno en caso sea negativo se realizar otro levantamiento nutriendo los puntos para conformar la superficie de cada sitio.
5. Se calculara el grado de precisión de la poligonal, la deberá estar en el rango establecido para este tipo de obras.
6. Una vez comprobados la precisión del levantamiento, la correcta conformación del terreno, las coordenadas, etc. Se procederá a bajar los datos en la PC para procesar los dibujos para elaborar los diseños.

Siguiendo la metodología usando la estación total para establecer una poligonal base en cada punto fue la siguiente:

Recorrido y ubicación de los cuatro puntos en estudio para realizar el levantamiento topográfico, se fijaron tres puntos estratégicos de la poligonal base conocidos como Mojón 1, 2 y 3, ubicados cerca del área de estudio para dar inicio con el levantamiento topográfico.

Una vez que se finalizó la poligonal base se inició levantamiento de detalles como linderos, ríos, quebradas, eje y canales etc. De forma consecutiva, luego se procedió a la descarga de datos (transferencia de datos de campo de estación total) a la computadora de oficina, en donde el formato de archivo de campo es RAW (.txt) para importarlos y dibujar.

El amarre geodésico se realizó a través de tres puntos conocidos como Mojón 1, 2 y 3, las coordenadas de estos fueron establecidas mediante GPS móvil.

Para el caso del levantamiento realizado en el talud ubicado en el Congo donde se obtuvo un error de cierre de 0.001, dando como resultado una precisión de 1:19,780 que para el tipo de trabajo es adecuada.



Topógrafo ubicado en uno de los mojones de concreto y dando coordenadas al siguiente mojón



Fotografía mostrando al topógrafo en el momento de realizar la lectura con la estación total de los detalles recién visualizados.

c) Geología.

Estructuralmente la zona está definida por la presencia de diferentes sistemas de fallas, uno de dirección N-S y otro WSW-ENE, con ángulos de buzamiento superiores a los 60º. Cabe destacar el desarrollo de diferentes familias de diaclasas y de dos sistemas de fallas de menor importancia y desarrollo, de direcciones NW-SE y NE-SW.

El país constituye un sistema de horts y grabens bien dibujado que define claramente el relieve. La formación de estas estructuras tectónicas es la consecuencia de una fase de fracturación postorogénica que formó dos sistemas de fallas normales que dieron lugar a varios grabens pequeños dispuestos en forma de zig-zag que se extienden de norte a sur. Estos sistemas se deben a los esfuerzos de tensión normales a la dirección del movimiento de compresión regional. Asociado a este sistema de fallas encontramos los diferentes edificios volcánicos que siguen la misma dirección que las estructuras principales.

Desde el punto de vista geológico en el área de estudio aparecen rocas efusivas básicas intermedias, piroclastitas subordinadas (s2) de la Formación San Salvador, como se muestra en la columna estratigráfica, según el Mapa Geológico de El Salvador

d) Sismicidad

La fuente principal de sismos es la fosa de subducción, localizada a unos 125 km de la costa; otra fuente de actividad sísmica importante está asociada a la cadena de volcanes del Cuaternario, paralelamente a la fosa de subducción.

La magnitud de los terremotos asociados a la fosa de subducción es generalmente más alta que la de los terremotos de origen volcánico. Sin embargo, estos últimos ocasionan mayores daños debido a que los focos sísmicos son más superficiales, y a que en esta zona se encuentran asentadas la mayor parte de las poblaciones importantes del país.

Los terremotos superficiales (profundidades de los focos < 20 km) coinciden con el arco volcánico Cuaternario, están relacionados con la Zona de falla de El Salvador (ZFES) (Dewey et al., 2004), acomodan los movimientos de desgarre paralelos a la fosa (White et al., 1987) e históricamente se les han atribuido magnitudes moderadas (Mw 5,5-6,8 Richter). Algunos autores afirman que existe una alta probabilidad de que se den en el futuro y se hayan dado en el pasado terremotos con magnitudes Mw > 7 en el arco volcánico salvadoreño.

La Zona de Falla de El Salvador (ZFES) es la principal fuente sismogeneradora en el interior de la placa en el país, es una zona de cizalla dextral de Orientación N 90-100° E y buzamiento sur (Martínez-Díaz et al., 2004) con más de 150 km de longitud y 20 km de anchura, donde se localizan 8 segmentos importantes donde ha habido actividad sísmica en los últimos 8000 años.

El sitio de estudio, están ubicado cerca del segmento oeste de la ZFSE, (Zona de falla San Salvador). Mediciones mediante estudios con GPS han dado un desplazamiento para esta falla de 4,2 mm/año.

e) Datos climatológicos e hidrológicos.

**- Climatología**

En las cercanías de los terrenos no existe una estación climatológica primaria, por lo que opto por tomar los datos de la estación Santa Tecla con una elevación de 965 msnm, coordenadas 13° 41.2´ N 89° 17.3´ W, que es la estación climatológica más completa en la zona

***Clima***

|  |  |
| --- | --- |
| Estación | Santa Tecla |
| Temperatura Promedio Anual | 20.6° C |
| Rumbo y Velocidad media anual del viento | W 5.5 km/h |

***Temperatura en °C Estación Santa Tecla***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Estación \ Mes** | **ENE** | **FEB** | **MAR** | **ABR** | **MAY** | **JUN** | **JUL** | **AGO** | **SEP** | **OCT** | **NOV** | **DIC** | **ANUAL** |
| **Temperatura Promedio Mínima** | | | | | | | | | | | | | |
| Santa Tecla | 13.8 | 14.8 | 14.8 | 16.2 | 17.1 | 17.2 | 16.8 | 17.0 | 17.1 | 17.0 | 15.7 | 14.5 | 15.9 |
| **Temperatura Promedio Mensual** | | | | | | | | | | | | | |
| Santa Tecla | 19.2 | 19.7 | 20.7 | 21.6 | 21.6 | 21.2 | 21.4 | 21.4 | 20.8 | 20.7 | 20.1 | 19.4 | 20.6 |
| **Temperatura Promedio Máxima** | | | | | | | | | | | | | |
| Santa Tecla | 28.5 | 29.7 | 30.6 | 30.6 | 29.4 | 28.1 | 29.1 | 29.0 | 27.9 | 27.7 | 27.8 | 27.9 | 28.8 |

***Humedad Relativa del Aire en %***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Estación \ Mes** | **ENE** | **FEB** | **MAR** | **ABR** | **MAY** | **JUN** | **JUL** | **AGO** | **SEP** | **OCT** | **NOV** | **DIC** | **Anual** |
| Santa Tecla | 73 | 72 | 73 | 76 | 85 | 86 | 82 | 83 | 87 | 84 | 77 | 75 | 79 |

1. ***Nubosidad en Decimos de la Bóveda Celeste***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Estación \ Mes** | **ENE** | **FEB** | **MAR** | **ABR** | **MAY** | **JUN** | **JUL** | **AGO** | **SEP** | **OCT** | **NOV** | **DIC** | **Anual** |
| Santa Tecla | 2.8 | 3.1 | 4.3 | 6.3 | 7.2 | 8.1 | 7.6 | 7.5 | 8.2 | 7.3 | 4.8 | 3.1 | 5.8 |

***Luz Solar en Horas/día***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Estación \ Mes** | **ENE** | **FEB** | **MAR** | **ABR** | **MAY** | **JUN** | **JUL** | **AGO** | **SEP** | **OCT** | **NOV** | **DIC** | **Anual** |
| Santa Tecla | 10.1 | 10.1 | 9.6 | 8.6 | 7.1 | 6.0 | 8.1 | 7.6 | 6.1 | 6.9 | 8.8 | 10.0 | 8.2 |

***Precipitación en mm***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Estación \ Mes** | **ENE** | **FEB** | **MAR** | **ABR** | **MAY** | **JUN** | **JUL** | **AGO** | **SEP** | **OCT** | **NOV** | **DIC** | **Suma** |
| Santa Tecla | 6 | 3 | 10 | 49 | 159 | 318 | 340 | 319 | 371 | 230 | 45 | 8 | 1858 |

**- Hidrología**

Se procesó la información hidrológica para la cárcava a partir de la lluvia registrada en la estación cercana, la cual se analizó por el método de Kolmogorov a fin de conocer si la serie de datos es consistente. La estación con registro de lluvia utilizada fue: “Santa Tecla” cuyos datos se obtuvieron del SNET, con los datos de intensidades de lluvia de la estación Santa Tecla se ha elaborado las curvas IDF para la zona de estudio.

**f) Geotecnia**

La campaña geotécnica fue planificada con el objeto de determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos que conforman el sitio de estudio.

La campaña geotécnica se realizó con el objeto de satisfacer las necesidades de ese sitio en particular.

El objetivo principal de la campaña geotécnica es realizar el conjunto de ensayos o pruebas al terreno y la interpretación de los datos obtenidos en los mismos, para caracterizar los diversos suelos presentes en las zonas de estudio y sus propiedades, en función de los objetivos y características del proyecto.

Por medio de dicha campaña se obtuvieron los datos relevantes para la correcta ejecución del proyecto, a través de ensayos de campo y de laboratorio adecuados al tipo de proyecto, incluyendo las recomendaciones propias en función de la naturaleza de las actuaciones (estructuras, taludes, etc.).

Para ello se programó mediante una inspección de campo, determinar o corroborar la naturaleza y composición del talud, suelo, roca o la combinación de ambas; así como obtener muestras representativas para realizar ensayos in situ y de laboratorio para determinar las propiedades específicas del suelo y roca; densidad, plasticidad, entre otras.

La campaña geotécnica realizada ha consistido en:

**TRABAJOS DE CAMPO**

EXPLORACIONES DEL SUBSUELO EN EL SITIO A INVESTIGAR

* Realización, de sondeos mecánicos (perforación), en el área a investigar.
* Los sondeos se ejecutaron con muestreo continuo.
* Cada sondeo se efectuó siguiendo el procedimiento de perforación y muestreo de la ASTM D-1586 (Prueba de Penetración Estándar, SPT)
* Los sondeos se profundizaron hasta identificar materiales estables o rechazo.
* Se tomó muestras de los estratos encontrados en cada sondeo realizado, las cuales fueron trasladados al laboratorio para su análisis respectivo.

El ensayo SPT se realizó con el equipo de perforación motorizado marca ACKER de 5 HP modelo MC-2 de acuerdo a la Norma ASTM D-1586 “Prueba de Penetración Estándar y muestreo de suelos con cuchara partida”, el cual consiste básicamente en hincar a percusión un tubo de dimensiones normalizadas, de pared gruesa partido longitudinalmente, con una zapata de acero endurecido y una cabeza que lo une al extremo inferior de la columna de barras de perforación con que se hinca. El equipo auxiliar para el hincado es una masa golpeadora de acero de 140lb con guía de caída libre de 30 pulgadas y barras de perforación con un yunque de golpeo incorporado a la columna de barras. La masa golpeadora se levanta con un malacate de fricción. El toma muestras (partido longitudinalmente) se hinca 20 cm en el suelo para asegurarse que la zapata de corte se asiente en material virgen, luego se hinca 30 cm en incrementos de 15 cm a golpes de martillo, contándose el número de golpes necesarios para penetrar cada uno de los 15 cm. La resistencia a la Penetración Estándar del suelo es la suma de los últimos 30 cm. El ensayo se da por finalizado si se exceden los 100 golpes para hincar un tramo de 15 cm, y se dice, entonces, que el resultado ha dado “Rechazo”.



La fotografías muestra la toma de muestra en situo.



Imagen N°5

Imagen N°6

**TRABAJOS DE LABORATORIO**

Con las muestras procedentes de los sondeos y de muestreos de suelos existentes en los sitios de estudio se ha realizado un programa de ensayos de laboratorio encaminado a conocer algunas propiedades geotécnicas de los materiales.

Los ensayes de laboratorio se realizaron conforme a los Normas AASHTO ó ASTM y fueron los siguientes:

* Clasificación visual de todas las muestras
* Ensayos de las muestras que se tomen en los sondeos efectuados para su clasificación por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)
* Contenido de agua
* Ensayos de densidad seca máxima, Límites de Atterberg y Granulometría de muestras de material que conforman los sitios de análisis.
* Ensayo de Peso Unitario de roca que conforma el talud del sitio 4.

En este sitio, se realizó un muestreo de las rocas que conforman el talud, para ser llevadas a laboratorio y realizarle ensayo de peso volumétrico. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Las rocas muestreadas presentan diferencias visuales de color y estructura interna, por lo cual se procedió a realizar el ensayo por separado de las piedras por su color y forma visual aparente tomando cuatro ensayos por separado definiendo las rocas por su color en la siguiente manera:

- Roca color gris oscuro

- Roca color rojizo oscuro

- Roca color rojizo con puntos grises

- Roca color gris claro

Los resultados de los pesos volumétricos de estas piedras son los siguientes:

- Roca color gris oscuro pv = 2640 kg/m³

- Roca color rojizo oscuro pv = 2306 kg/m³

- Roca color rojizo con puntos grises pv = 2429 kg/m³

- Roca color gris claro pv = 2709 kg/m³

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Muestra No.** | **Descripción visual** | **Clasificación por su origen** | **ROCA** |
| **Peso Unitario**  **(ASTM C-127)** |
| 1 | Color gris oscuro | Roca volcánicas efusivas (Andesita) | 2640 kg/m³ |
|  |  |  |  |
| 2 | Color rojizo oscuro | Roca volcánicas  efusivas | 2306 kg/m³ |
| 3 | Color rojizo con puntos grises | Roca volcánicas efusivas | 2429 kg/m³ |
| 4 | Color gris claro | Roca volcánicas efusivas (Andesita) | 2709 kg/m³ |

g) Cimentación de estructuras

Las estructuras del presente proyecto están constituidas por muros anclados cuya cimentación se puede resolver mediante zapatas.

En el Anexo Estructural se recogen los criterios planteados para el análisis y definición de las cimentaciones. A continuación se establecen una serie de recomendaciones de tipo general a tener en cuenta para la ejecución y diseño de las cimentaciones.

No se deberá realizar la excavación del terreno de apoyo de la cimentación hasta el momento en el que vaya a procederse al hormigonado de la misma, debido a la degradación que puede sufrir, al quedar expuesto a la acción de los agentes atmosféricos.

En el caso de que sean de temer retrasos entre la fase de excavación y de hormigonado, se recomienda dejar al menos 0.5 m. de material sin excavar por encima del nivel de cimentación, el cual será retirado posteriormente, debiéndose proteger el fondo con un hormigón de regularización.

En caso de que durante las labores de excavación de ejecución de las cimentaciones se observen afluencias de agua, se deberá disponer sistemas de rebajamiento (zanjas, pozos, etc) exteriores a la cimentación, para impedir que su estancamiento pueda afectar al terreno de cimentación.

Las excavaciones de las cimentaciones podrán rellenarse con hormigón en masa hasta la cota de apoyo de las zapatas armadas.

h) Estructuras.

Para el diseño de estos muros de concreto anclados se ha utilizado la Norma Técnica para el Diseño de Cimentaciones y Estabilidad de Taludes, del Reglamento para la Seguridad Estructural de las Construcciones de la República de El Salvador; considerando el coeficiente Kh para la evaluación de sismo de 0.16 recomendado en dicha normativa.

i) Señalización

La señalización vial se ha proyectado siguiendo las especificaciones SIECA 2012 y el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.

Para la **señalización vertical** se ha proyectado la utilización de señales verticales tipos reglamentarias preventivas, según un análisis justificado de la necesidad de prevenir en la zona del proyecto. Como resultado de este análisis se determinó la necesidad de señalar la aproximación al talud, se hizo necesario ubicar señales verticales tipo chevron.

j) Programa de manejo ambiental

En función de las afecciones detectadas o previstas y valoradas en base a su relevancia, se han definido diversas medidas de prevención y mitigación de los impactos que se generen durante la ejecución de las obras y cuyo seguimiento de aplicación y efectividad se prolongará durante la fase de funcionamiento.

Estas medidas y los mecanismos de monitoreo de las mismas se presentan en esta Memoria mediante tablas.

En la primera tabla se resumen las medidas ambientales propuestas describiendo las actividades del proyecto en las cuales se producen, el impacto generado, las medidas de mitigación, el responsable de la aplicación, entre otros datos.

**Medidas De Prevención y Mitigación Por Impactos Del Proyecto**

| **ETAPA**  **DE EJECUCIÓN** | **ACTIVIDAD DEL PROYECTO** | **DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO GENERADO** | **MEDIDA DE MITIGACIÓN** | **DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MITIGACIÓN PROPUESTA** | **UBICACIÓN DE MEDIDA DE MITIGA-CION** | **RESPON-SABLE DE SU EJECU-CION** | **RESULTADO ESPERADO** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Construcción. | Restricción del paso vehicular durante las diferentes actividades constructivas. | La obstaculización del tráfico generara retrasos en los tiempos de traslados de personas y mercadería en la zona, afectando la economía familiar. | Señalización provisional, implementación de horarios de circulación y comunicación en los medios de prensa (atenuación). | Se colocaran señales provisionales para orientar el tráfico, se implementaran horarios de circulación vehicular en un solo sentido y se realizarán 3 comunicados en los medios de prensa | En el proyecto. | El titular del proyecto por medio del contratista. | Se espera disminuir la afectación de los tiempos de traslado vehicular, comunicando a la población afectada anticipada-mente de los horarios establecidos y orientando al usuario por medio de la señalización adecuada. |
| Construcción. | Generación de desechos en el plantel y frentes de trabajo. | Durante la operación del plantel y los frentes de trabajo se generaran diferentes tipos de desechos tales como: desechos domésticos, aceites usados, y madera utilizada para moldes. Existe el riesgo de contaminación del agua superficial y el suelo si estos desechos no son manejados adecuadamente. | Reciclaje, manejo y disposición adecuada de los desechos generados en el plantel y frentes de trabajo. (Atenuación). | En el plantel se impermeabilizará una superficie de 75 m2 de cemento para realizar los cambios de aceite de la maquinaria, construcción fosa de recambio de aceites, colocación de 10 depósitos grandes y 10 pequeños para la basura y elaboración de 4 rótulos para el adecuado manejo de los desechos. | Plantel y frentes de trabajo. | El titular del proyecto por medio del contratista. | Los desechos domésticos son dispuestos temporalmente en contenedores cerrados antes de que pase el tren de aseo de la alcaldía. Los rótulos alusivos al manejo de desechos apoyan la educación del personal. Los aceites residuales son entregados a empresas que se encargan de reciclarlos. |
| Construcción. | Generación de desechos biológicos en el plantel y frentes de trabajo. | Existe el riesgo de contaminación del agua y el suelo en el plantel y frentes de trabajo si los desechos biológico son manejados adecuadamente | Alquiler y utilización de servicios sanitarios portátiles en el plantel y los frentes de trabajo. (Atenuación). | Los servicios sanitarios portátiles | Se colocara un servicio sanitario por grupo de 25 personas en los frentes de trabajo y los planteles. Al servicio se le realizara la respectiva limpieza una vez al día abasteciéndolo de los insumos necesarios tales como jabón, aromáticos, depósito para basura y papel higiénico | El titular del proyecto por medio del contratista. | Los desechos biológicos generados por los trabajadores en los frentes de trabajo y en el plantel son manejados adecuada-mente, evitando la contaminación del recurso hídrico y el suelo. |

k) Derecho de vía

El Estudio en el desarrollo de su Diseño buscó, adaptarse en lo posible a las condiciones actuales de la vía. Para todos aquellos casos en que definitivamente se requiere la utilización de áreas o inmuebles de propiedad privada, se recopiló la información correspondiente, generando así los antecedentes que se presentan en las fichas de las propiedades afectadas y por lo tanto la información necesaria para la futura adquisición por parte del propietario. En nuestro caso las obras de la presente alternativa están dentro del derecho de vía de la carretera por lo que no habar afectación.

l) Plan de obra

El plazo estimado de ejecución de las obras es de seis (6) meses. Se incluye en el Anexo un diagrama de barras con la programación de las obras.

m) Presupuestos

A continuación se presentan el presupuesto de la alternativa 1 que se presenta.



El costo total del proyecto para la alternativa 1 es US **$ 1,233,814.00**

## JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Según la Ley Carreteras y Caminos Vecinales de la República de el Salvador, la carretera actual pertenece a la red primaria. El terreno se puede clasificar como semi montañoso, pues su pendiente promedio se sitúa entre el 10% y el 40%.

Las obras a realizar tiene como base principal el mantener la viabilidad de la carretera dentro de las alternativas que se presentan esta es la de más rápida solución, requiere de equipo y maquinaria especializada así como de personal adiestrado en su ejecución.

Los trabajos por realizarse fiera de la vía prácticamente no requieren de intervenciones en el tráfico vehicular.

## DOCUMENTOS QUE CONSTITUYEN EL PROYECTO

**ESTUDIOS**

Estudio Geológico, Geotécnico

Estudio Topográfico

Diseño Hidráulico

Diseño Estructural.

Plan de Manejo de Tráfico propuesto

Conclusiones y Recomendaciones Finales

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**PRESUPUESTO**

**PROGRAMACIÓN DE OBRAS.**

**PROGRAMA FISICO FINANCIERO**

**Planos.**

Plano No. 1 Plano de Ubicación e índice

Plano No. 2 Plano de Conjunto

Plano No. 3. Estructuras, tuberías y obras de protección.

Plano No. 4 Desvíos provisionales durante la ejecución de las obras (No aplica)

Plano No. 5 Geología y Geotecnia

Plano No. 6 Servicios Públicos Afectados

Plano No. 7 Señalización y Seguridad Vial

**Memorias de Cálculo.**

Memorias de cálculo de Estudios: Topográfico, Geológico, Geotécnico.

Memorias de cálculo de Diseños: Hidráulico, Estructuras.

Memoria de cálculo del levantamiento topográfico.

Memoria de cálculo de las cantidades de obra.

Presupuesto, con su respectivo análisis de costo unitario y costos indirectos.

**Memoria Descriptiva**

**Descripción del proyecto**,

**Resumen de los Criterios de Diseño empleados:**

Hidráulico,

Estructuras,

Obras de Protección, etc.

Presupuesto total de la obra.

## CONCLUSIONES

1. El proyecto está diseñado para soportar las cargas sísmicas y erosivas de la naturaleza conforme a los estándares de diseño.
2. Llevando el control de calidad adecuado la obra perdurara.
3. El diseño constituye una solución eficaz y viable.
4. La ejecución del proyecto evitara el deterioro de la carretera

ANEXOS A LA

MEMORIA