

Alcaldía Municipal del Distrito Central
Unidad Municipal de Gestión Integral de Riesgos
Programa de Adaptación Urbana al Cambio Climático en
Centroamérica – Componente Honduras

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y CONDICIONES DE
CUMPLIMIENTO Y ESTUDIOS CIENTÍFICOS

Nombre del Proyecto: Obras para el Control Integrado de Escorrentías Superficiales e Infiltración en Colonia Altos de los Pinos, Sector El Cerro; Tegucigalpa, M.D.C.

Código: KFW-005

Ubicación: Colonia Altos de Los Pinos, Sector El Cerro, Tegucigalpa, M.D.C.

Formulador: Ing. Khatleen Barahona

Tiempo de ejecución: Cuatro Meses (120 días)

Fuente de Financiamiento: KfW

Fecha: marzo 2021



**Programa de Adaptación Urbana al Cambio Climático en Centroamérica-
Componente Honduras**



KFW

*Obras para el Control Integrado de Escorrentías Superficiales e Infiltración en Colonia Altos de los Pinos,
Sector El Cerro; Tegucigalpa, M.D.C.*

Especificaciones Técnicas y Condiciones de Cumplimiento

NOTA GENERAL

El contratista deberá considerar en sus precios unitarios los costos de: Equipo de Protección Personal (cascos máscaras, gafas de seguridad, botas de seguridad, etc.) incluyendo Kit de bio seguridad (Gel desinfectante de manos, mascarilla cubre boca, guantes, lentes de protección, bata u overol, jabón de manos, termómetro sin contacto, bomba de mochila, líquidos desinfectantes de superficie (alcohol al 70%, cloro de uso doméstico al 5%, amonio cuaternario al 5%, peróxido de hidrogeno al 3%)), bodegas, letrinas portátiles (1 por cada 10 empleados), rótulos adicionales requeridos en el componente ambiental, extinguidor contra incendios, botiquín metálico de primeros auxilios, basureros portátiles para proyecto cercos y demás obras que se requieran y aplique para la ejecución de cada proyecto.

Instalaciones temporales

Generalidades

(a) El Contratista deberá construir y operar por su cuenta todas las instalaciones provisionales del proyecto, tales como agua potable, energía eléctrica, drenajes, oficinas, bodegas, servicios sanitarios, vestidores y todas las demás facilidades necesarias para llevar a cabo la obra objeto del contrato.

(b) El Contratista construirá en el lugar y en forma estética una bodega que cuente con el espacio necesario para el almacenaje de todos los materiales que requerirán protección contra la intemperie. Asimismo, deberá construir en un espacio cómodo y privado las oficinas para la Supervisión y de la AMDC, las cuales deberán ser provistas de las instalaciones necesarias, como ser energía eléctrica, agua potable, servicios sanitarios, aire acondicionado y otros. Las oficinas para el Supervisor y la AMDC deberán ser independientes y contar con un área mínima de 40 metros cuadrados cada una. El equipamiento para cada una de las oficinas deberá incluir los escritorios con sus sillas necesarias para el personal clave asignado al proyecto, un archivo metálico y una pizarra de formica de 1.20x1.80m.

(c) Es responsabilidad del Contratista gestionar y pagar ante las entidades correspondientes las conexiones temporales de electricidad y agua potable, durante todo el proceso constructivo, así como también deberá efectuar por cuenta propia los respectivos pagos por consumo, y al final de la obra efectuará los trámites necesarios para el retiro de dichos servicios provisionales.

Instalaciones Sanitarias Temporales

El contratista instalará en los sitios más convenientes del proyecto los servicios sanitarios temporales que sean necesarios, para el uso del personal laborante. Dichos servicios sanitarios deberán mantenerse limpios.

PREVISIONES GENERALES

La supervisión tendrá a su cargo las decisiones sobre todas las cuestiones que puedan surgir, como calidad y aceptabilidad de los materiales surtidos, forma de ejecución y desarrollo de la obra, interpretación de las especificaciones, y el cumplimiento satisfactorio del contrato por parte del contratista.

El contratista deberá también, coordinar sus actividades con instituciones como el Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillado (SANAA), la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), la Empresa Hondureña de Telecomunicaciones (HONDUTEL), y cualquier otra empresa de cableados, deberá notificar con suficiente anticipación a la Dirección Regional de Tránsito sobre las actividades a realizar, para coordinar con ellos los trabajos y la circulación de los vehículos.

El contratista será responsable de tomar todas las precauciones necesarias a fin de no romper o destruir cualquier instalación de servicio público, durante cualquier proceso o etapa de la construcción. Antes de proceder deberá contactarse con las instituciones anteriormente mencionadas.

El contratante, en ningún caso reconocerá gastos al contratista por reparaciones o reposiciones, salvo cuando hayan sido previamente identificados y planificados y sea el

asunto absolutamente insalvable y necesario para la ejecución de las obras y en todo caso aprobado por el supervisor.

SEÑALES Y MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO

El contratista deberá proporcionar y mantener por su cuenta todas las señales necesarias y adecuadas de peligro, letreros y otras disposiciones para el control del tránsito. Deberá tomar todas las precauciones necesarias para proteger la obra y salvaguardar al público.

Las calles cerradas al tránsito deberán protegerse y los dispositivos de bloqueo deberán permanecer iluminados durante la oscuridad. Deberán proveerse señales de advertencia adecuadas para controlar y dirigir correctamente el tránsito.

El contratista deberá colocar las vallas y señales preventivas que sean necesarias, para resguardar la seguridad de los peatones y vehículos que transitan por las vías públicas donde se ejecutarán las obras, así como cintas amarillas y conos reflectivos.

PROTECCIÓN Y RESTAURACIÓN DE PROPIEDADES Y JARDINES

El contratista tendrá la responsabilidad de preservar cualquier propiedad, pública o privada. Deberá proteger contra alteraciones y daños a todos los monumentos y límites de propiedad hasta que la supervisión atestigüe o bien rinda informe de su localización, estableciendo las referencias adecuadas.

Durante el proceso de la obra, el contratista será responsable de todo daño o perjuicio ocasionado a cualquier propiedad como resultado de cualquier acción, omisión, negligencia o conducta impropia en la ejecución del trabajo. Será responsable de todo daño o perjuicio debido a trabajos o materiales defectuosos. La reparación o restitución de propiedades dañadas o perjudicadas deberá correr por cuenta del contratista, y ser similar o igual a la existente antes de que se ocasione el daño o perjuicio.

A.1 ACARREO DE MATERIALES PARA ACTIVIDADES DE MAMPOSTERIA EN PENDIENTES MAYORES AL 20%

UNIDAD: m³

Obras para el Control Integrado de Escorrentías Superficiales e Infiltración en Colonia Altos de los Pinos, Sector El Cerro; Tegucigalpa, M.D.C.

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

Estos trabajos consistirán en el acarreo de material de mampostería en pendientes mayores al 20% (arena, piedra grava) donde no entre vehículo alguno. El material será cargado por peones con pala en sacos o tamaños similares a una bolsa de cemento y se procederá a llevarlos al lugar del proyecto; mismos que deberán ser verificados y aprobados por la Supervisión.

CONSIDERACIONES DEL CALCULO DEL ANALISIS DE COSTO:

Este trabajo de acarreo de material requiere de Mano de Obra No calificada y Herramienta Menor.

CRITERIOS DE MEDICION Y PAGO

MEDICION: La cantidad a pagarse por el acarreo en pendientes mayores al 20%, será el número de metros cúbicos medidos en la obra, de trabajos ordenados, ejecutados y aceptados por el supervisor de obra.

PAGO: Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de mano.

A.2, I.1 DEMOLICIÓN DE ELEMENTOS DE CONCRETO/ MAMPOSTERIA

UNIDAD: m3

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD:

Este trabajo consistirá en la demolición de elementos de concreto simple/ mampostería. Por medio de la utilización de mano de obra no calificada (Peón) y herramienta menor se demolerán los elementos de concreto simple/ mampostería, tales como, gradas, cunetas, cimentaciones y otros, con espesores no mayores a 70 cm. Esta actividad no recupera material (actividad destructiva) y no incluye el acarreo del material de desperdicio.

CRITERIOS DE CÁLCULO DEL ANÁLISIS DE COSTO

No se considera eliminar del sitio de la obra los desperdicios producto de la demolición de elementos de concreto / mampostería, solamente apartarlos para que puedan ser acarreados posteriormente. No requiere mano de obra calificada, solamente peón y herramienta menor.

CRITERIOS DE MEDICIÓN Y PAGO

MEDICIÓN: La cantidad a pagarse por Demolición de Elementos de Concreto / Mampostería será el número de metros Cúbicos medidos en la obra, de trabajos ordenados, ejecutados y aceptados por el supervisor de obra.

PAGO: Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de mano de obra, equipo, herramientas y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta especificación.

B.1, C.1, D.1, E.1, F.1, G.1, H.1, I2 TRAZADO Y MARCADO CON TEODOLITO

UNIDAD: m

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD:

Este trabajo consistirá en el trazado y marcado con teodolito para replanteos de precisión de la obra a ejecutar. Se verificará inicialmente la exactitud del levantamiento topográfico existente determinando la existencia de diferencias que pudiesen afectar el replanteo del proyecto. En el caso de existir diferencias significativas se recurrirá a la Supervisión para la solución de los problemas detectados. Todo trabajo de levantamiento y estacado de construcción deberá efectuarse por personal calificado: Ingeniero y Topógrafo, que tenga experiencia en este ramo y sea aceptado por el Supervisor. Para el replanteo se seguirán las líneas y cotas indicadas en planos. El Contratista deberá entregar, para su revisión y uso, una copia de toda la información que se ha utilizado en el estacado y trazado de la obra. Se deben dejar establecidos claramente los Banco de Nivel utilizados en el proyecto.

CRITERIOS DE CÁLCULO DEL ANÁLISIS DE COSTO

La ejecución de esta actividad deberá satisfacer ciertas consideraciones como ser: el contratista deberá limpiar completamente el sitio de la obra, aquellos desperdicios producto de esta actividad. Requiere mano de obra calificada: cuadrilla de topografía, también incluye equipo topográfico: estadía y teodolito.

CRITERIOS DE MEDICIÓN Y PAGO

MEDICIÓN: La cantidad a pagarse por trazado y marcado, será el número de metros lineales medidos en la obra, de trabajos ordenados, ejecutados y aceptados por el supervisor de obra.

PAGO: Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta especificación.

B.2, C.2, D.2, E.2, F.2, G.2, H.2, I3 EXCAVACIÓN MATERIAL TIPO II (SEMI-DURO)

UNIDAD: m³

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD A REALIZAR:

Este Trabajo Consistirá en la Excavación Tipo II (Material Semiduro) por medios manuales en cualquier tipo de suelo semiduro desde arcilla, pasando por limos hasta arenas y gravas que no requieren el uso de maquinaria pesada o explosivos, pero que, por condiciones de humedad, plasticidad, mezcla con roca suelta u otras características, se presentan con mayor dureza para ser removido. Deberá controlarse la estabilidad del suelo y de ser necesario y aprobado por la supervisión deberá apuntalarse las paredes de los zanjos, el Contratista, deberá considerar estas previsiones en sus precios unitarios así como la protección a postes de energía eléctrica cercanos. El material producto de la excavación debe colocarse a un mínimo de 60 cm. de la orilla del zanjo y deberá desalojarse a un máximo de 10 m para su posterior acarreo.

CRITERIOS DE CÁLCULOS DEL ANÁLISIS DE COSTO

La altura máxima de excavación será variable hasta una altura máxima de 3 m y requiere de Mano de Obra No calificada (Peón) y Herramienta Menor. No incluye el acarreo del material a un botadero. No se considera el desalojo de agua subterránea en esta actividad.

CRITERIOS DE MEDICIÓN Y PAGO

MEDICIÓN: La cantidad a pagarse será el número de metros cúbicos medidos en la obra, de trabajos ordenados y aprobados por la supervisión.

PAGO: Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de mano de obra, equipo, herramientas y operaciones conexas necesarias para ejecutar la actividad.

B.3, H.3 EXCAVACION MATERIAL TIPO III (ROCA SUELTA)

UNIDAD: m³

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD

Este trabajo consistirá en la excavación de material tipo III por medios manuales en suelos de roca tipo sedimentario que no requieren el uso explosivo. Deberá controlarse la estabilidad del suelo y de ser necesario y aprobado por la supervisión deberá apuntalarse las paredes de los zanjos, para lo cual se hará el pago respectivo como ítem aparte. El material producto de la excavación debe colocarse a un mínimo de 60cm de la orilla del zanjo y deberá desalojarse a un máximo de 10 m para su posterior acarreo.

CRITERIOS DE CÁLCULOS DEL ANÁLISIS DE COSTO

La altura máxima de excavación será variable hasta una altura máxima de 3 m, se deberá controlar la estabilidad del suelo. Se requiere de Mano de Obra No calificada (Peón) y Herramienta Menor. No incluye el acarreo del material a un botadero. No se considera el desalojo de agua subterránea en esta actividad.

CRITERIOS DE MEDICIÓN Y PAGO

MEDICIÓN: Se medirá por metro cúbico. Se pagará por volumen de excavación ejecutado en obra, de trabajos ordenados y aprobados por la supervisión.

PAGO: El pago constituirá la compensación de costos de mano de obra, herramientas y operaciones conexas necesarias para ejecutar la actividad.

B.4, C.3, D.3, E.3, F.3, G.3, H.4, I4 ACARREO DE MATERIAL (DESPERDICIO)

UNIDAD: m³

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD:

Estos trabajos consistirán en el acarreo de material de desperdicio, ya sea producto de la excavación, demoliciones u otro tipo de material de desperdicio del proyecto. Dicho material será transportado en volquetas y se procederá a botarlos a los lugares municipales, mismos que también serán verificados y aprobados por la supervisión para evitar contaminaciones ambientales, sedimentaciones en cauces de ríos o quebradas u otros.

CRITERIOS DE CÁLCULOS DEL ANÁLISIS DE COSTOS

Este trabajo de acarreo de material de desperdicio, requiere de mano de obra no calificada, cargadora, volqueta y herramienta menor.

CRITERIOS DE MEDICIÓN Y PAGO

MEDICIÓN: La cantidad a pagarse por acarreo de material de desperdicio, será el número de metros cúbicos medidos en la obra, de trabajos ordenados, ejecutados y aceptados por el supervisor de obra.

PAGO: Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de mano de obra, equipo, herramientas y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta especificación.

B.5, B.6, B.7, B.8, B.9, B.10, B.11, I5 CUNETA RECTANGULAR DE MAMPOSTERÍA EMPLANTILLADO.

UNIDAD: m

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD A REALIZAR

Este trabajo consistirá en la construcción de una cuneta de mampostería con un ancho y profundidad ver detalles en planos, con espesor de 25 cm, conformada por piedras ripión solida unidas con mortero de cemento en una proporción 1:4. Antes de iniciar la actividad se deberá conformar la excavación y aplicar una cama de 5 cm de arena de rio lavada con la sección propuesta en planos de la cuneta a fin de dar las pendientes de diseño al fondo de estas. Las piedras se deben humedecer antes de colocarlas, para quitar la tierra, arcilla o cualquier materia extraña; deben ser rechazadas las piedras cuyos defectos no se pueden remover por medio de agua y cepillo. El trabajo se iniciará con el emplantillado

*Obras para el Control Integrado de Escorrentías Superficiales e Infiltración en Colonia Altos de los Pinos,
Sector El Cerro; Tegucigalpa, M.D.C.*

de la cuneta de forma que las esquinas de los revestimientos verticales sean monolíticas con este, las piedras limpias se deben ir colocando cuidadosamente en su lugar de tal manera de formar en lo posible hiladas regulares, las separaciones entre piedra y piedra no debe ser menor de 1 centímetros ni mayor de 2 centímetros. Las piedras se deben colocar de tal manera que las caras de mayor dimensión queden en un plano horizontal, los lechos de cada hilada y la nivelación de sus uniones se deben llenar y conformar totalmente con mortero. Cada piedra debe ir completamente recubierta por el mortero. Las piedras se deben manipular en tal forma, que no golpeen a las ya colocadas para que no alteren su posición. No se debe permitir rodar o dar vuelta a las piedras sobre el revestimiento de la cuneta, ni golpearlas o martillarlas una vez colocadas. Si una piedra se afloja después de que el mortero haya alcanzado el fraguado inicial, se debe remover la piedra y el mortero circundante y colocarla de nuevo. El mortero deberá ser una mezcla de cemento, arena y agua, la proporción a utilizar deberá ser 1:4, agregándole la cantidad de agua necesaria para formar una pasta de consistencia tal que pueda ser manejable y que permita extenderse fácilmente en las superficies de las piedras a ligar. El cemento y agregado fino se deben mezclar con pala en seco, en un recipiente sin fugas, hasta que la mezcla tenga un color uniforme; después de lo cual se le agregará el agua para producir el mortero de la consistencia deseada. El mortero se debe preparar en cantidades necesarias para uso inmediato, siendo 30 minutos el máximo de tiempo para emplearlo y en ningún caso, se debe permitir el retemple del mismo. Inmediatamente después de la colocación de la mampostería, todas las superficies visibles de las piedras se deben limpiar de las manchas de mortero y mantenerse limpias hasta que la obra esté terminada. En general el acabado será el ligado total de las piedras enrasando la misma con la superficie de cada una de ellas, de modo que se obtenga una superficie pareja. La mampostería se debe mantener húmeda durante 3 días después de haber sido terminada. Las superficies y las uniones de las piedras de las estructuras de mampostería de piedra no contemplan la actividad de repello y afinado.

CONSIDERACIONES DEL CÁLCULO DEL ANALISIS DE COSTO:

La proporción en el mortero será 1: 4. Se considera el uso de madera para banderines y guías de nivel. Se considera un peón para el acarreo de materiales ya que es una actividad en campo abierto.

CRITERIOS DE MEDICION Y PAGO

MEDICIÓN: La cantidad a pagarse por cuneta de mampostería de piedra labrada ripión o de río será el número de metros lineales con respecto a la horizontal (vista en planta), medidos en la obra, de trabajos ordenados, ejecutados y aceptados por el supervisor de obra.

PAGO: Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de materiales, mezclado, transporte, colocación, acabado y curado de la cuneta de mampostería, así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta especificación.

B.12 VIGAS PARA DRENAJE TIPO QUIEBRAPATAS (HASTA 1.10 M DE LONGITUD)

CONCRETO 1:1.5:1.5

UNIDAD: Unidad

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD A REALIZAR

Este trabajo consiste en la construcción de vigas tipo quiebrapatatas las cuales serán colocadas sobre la cuneta de mampostería. Las vigas de concreto de 4,000 PSI tendrán un espesor de 20 cm, ancho de ala de 25 cm, altura de ala de 15 cm, altura de alma de 70 cm o variable como indica en los planos, reforzada con pines 2 #5 (superior) y 2 #5 (inferior), anillos #3 @7 cm.

CRITERIOS DE MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

MEDICIÓN: La cantidad a pagarse será el número de unidades instaladas en la obra, de trabajos ordenados y aprobados por la supervisión.

PAGO: Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de mano de obra, equipo, herramientas y operaciones conexas necesarias para ejecutar la actividad.

B.13, I6 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECTO (INCLUYE ACARREO)

UNIDAD: m³

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD

Estos trabajos consistirán en seleccionar, colocar, manipular, humedecer y compactar el material selecto necesario para rellenos en los sitios indicados en los planos de detalle. El material selecto a suministrar deberá previamente ser aprobado por la supervisión de la obra y estar libre de piedras, grumos y terrones, además deberá provenir de bancos a más de 5 km de distancia del sitio del proyecto. El lugar donde se instalará el material de relleno deberá estar limpio de escombros. El material selecto será humedecido (sin formar lodo) y compactado en capas con un espesor de 0.20 m, por medio de compactadora de plato iniciando desde los bordes al centro del relleno y manteniendo traslapes continuos en los sitios compactados. Esta actividad incluye el acarreo del material desde su sitio hasta el lugar donde se colocará.

CRITERIOS DE CÁLCULO DEL ANALISIS DE COSTO

Este trabajo de relleno y compactado con material selecto requiere de mano de obra no calificada, compactadora de plato y herramienta menor. Se incluye el suministro de material selecto por m³ y el agua necesaria para lograr una compactación uniforme. Se considera el precio del material selecto puesto en obra.

En caso de inundación, será responsabilidad del contratista contar con los medios adecuados para la extracción del agua.

CRITERIOS DE MEDICIÓN Y PAGO

MEDICIÓN: La cantidad a pagarse por relleno y compactado con material selecto será el número de metros cúbicos compactados medidos en la obra, de trabajos ordenados, ejecutados y aceptados por el supervisor de obra.

PAGO: Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de mano de obra, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta especificación.

B.14 DISIPADOR DE MAMPOSTERIA TIPO GRADA

UNIDAD: m³

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD

Este trabajo consistirá en la construcción de disipadores dobles de mampostería tipo grada con un ancho equivalente al ancho de base de la cuneta, una huella de cada disipador de 0.3m y un alto de 0.25 m, conformada por piedras ripión unidas con mortero de cemento y arena en una proporción 1:4. El cual deber de quedar monolítico con el fondo de la cuneta para evitar el desprendimiento del par de disipadores producto de la circulación del agua. Las piedras se deben humedecer antes de colocarlas, para quitar la tierra, arcilla o cualquier materia extraña; deben ser rechazadas las piedras cuyos defectos no se pueden remover por medio de agua y cepillo. Las piedras limpias se deben ir colocando cuidadosamente en su lugar de tal manera de formar en lo posible el par de gradas, las separaciones entre piedra y piedra no debe ser menor de 1 cm ni mayor de 2 cm. Las piedras se deben colocar de tal manera que las caras de mayor dimensión queden en un plano horizontal, los lechos de cada hilada y la nivelación de sus uniones se deben llenar y conformar totalmente con mortero. Cada piedra debe ir completamente recubierta por el mortero. Las piedras se deben manipular en tal forma, que no golpeen a las ya colocadas para que no alteren su posición. No se debe permitir rodar o dar vuelta a las piedras sobre el revestimiento de la cuneta, ni golpearlas o martillarlas una vez colocadas. Si una piedra se afloja después de que el mortero haya alcanzado el fraguado inicial, se debe remover la piedra y el mortero circundante y colocarla de nuevo. El mortero deberá ser una mezcla de cemento, arena y agua, la proporción a utilizar deberá ser 1:4, agregándole la cantidad de agua necesaria para formar una pasta de consistencia tal que pueda ser manejable y que permita extenderse fácilmente en las superficies de las piedras a ligar. El cemento y agregado fino se deben mezclar con pala en seco, en un recipiente sin fugas, hasta que la mezcla tenga un color uniforme; después de lo cual se le agregará el agua para producir el mortero de la consistencia deseada. El mortero se debe preparar en cantidades necesarias para uso inmediato, siendo 30 minutos el máximo de tiempo para emplearlo y en ningún caso se debe permitir el retemple del mortero. Inmediatamente después de la colocación de la mampostería, todas las superficies visibles

de las piedras se deben limpiar de las manchas de mortero y mantenerse limpias hasta que la obra esté terminada. En general el acabado será el ligado total de las piedras enrasando la misma con la superficie de cada una de ellas, de modo que se obtenga una superficie pareja. La mampostería se debe mantener húmeda durante 3 días después de haber sido terminada. Las superficies y las uniones de las piedras de las estructuras de mampostería de piedra no contemplan la actividad de repello y afinado.

CONSIDERACIONES DEL CÁLCULO DEL ANALISIS DE COSTO:

La proporción en el mortero será 1: 4.

CRITERIOS DE MEDICION Y PAGO

MEDICIÓN: La cantidad a pagarse será el número de metros cúbicos ejecutados de obra, de trabajos ordenados y aprobados por la supervisión.

PAGO: Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de mano de obra, equipo, herramientas y operaciones conexas necesarias para ejecutar la actividad.

B.15 LOSA CONCRETO E=15cm #3@10cm A/S

UNIDAD: m²

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD A REALIZAR

La actividad consiste en la construcción de losas de concreto 4,000 PSI de forma rectangular de 15cm de espesor de dimensiones de 1.50mx1.10m, reforzada con varilla #3 cada 10 cm en ambos sentidos: longitudinal y transversal; la losa se colocará para dejar acceso de ingreso a las viviendas del sector que colindan con las estructuras de canalización.

Para la fabricación del concreto se utilizará mezcladora mecánica y se seguirán los siguientes pasos: los materiales se colocarán en el tambor de la mezcladora, de modo que una parte del agua de amasado se coloque antes que los materiales secos; a continuación, el orden de entrada a la mezcladora será: parte de los agregados gruesos, cemento, arena, el resto del agua y finalmente el resto de los agregados gruesos. El agua podrá seguir ingresando al tambor hasta el final del primer cuarto del tiempo establecido para el mezclado. El tiempo total de mezclado será como mínimo de 60 segundos y como

máximo de 5 minutos Toda la obra falsa deberá ser diseñada y construido para soportar las cargas a será sometida, sin provocar asentamientos o deformaciones apreciables. Previamente al vaciado del concreto, las superficies interiores de los encofrados estarán limpias de toda suciedad, mortero, y materias extrañas y recubiertas con aceite para moldes. Todo el concreto será colocado en horas del día, y su colocación en cualquier parte de la obra no se iniciará si no puede completarse en dichas condiciones. La colocación durante la noche se podrá realizar sólo con autorización por escrito del Supervisor y siempre que el Contratista provea por su cuenta un sistema adecuado de iluminación. El concreto será colocado dentro de los 30 minutos siguientes de su mezclado. El será depositado con el equipo aprobado por el Supervisor. Ha de colocarse en capas horizontales de espesor uniforme, consolidando cada una antes de colocar la otra. El tiempo de vibrado por capa será de máximo 15 segundos, espaciando la acción del vibrador de manera uniforme, a distancias que permitan asegurar un vibrado homogéneo, sin duplicar el vibrado y sin permitir la segregación de los materiales. No se colocará el concreto mientras el acero de refuerzo no esté completo, limpio y debidamente colocado en su sitio. El acabado del concreto consistirá en el apisonado y enrasado de la superficie, hasta que tenga una textura uniforme lisa o rugosa según los requerimientos, conformándose a la sección transversal, pendiente y alineamiento señalados en los planos. Se cuidará de mantener continuamente húmeda la superficie del concreto durante los siete (7) días posteriores al vaciado. El acabado final de la estructura consistirá en rellenar huecos, remover áreas sobresalientes o manchadas y reparar cualquier zona de panales u otros desperfectos que haya en la superficie. El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido no adherente. Las varillas se doblarán en frío, ajustándolas a los planos sin errores mayores de (1 cm.). Ninguna varilla deberá doblarse después de ser parcialmente embebida en concreto a menos que se indique o se autorice por la Supervisión. Las varillas serán fijadas entre sí con alambre de amarre de modo que no puedan desplazarse durante el fundido y que el concreto pueda envolverlas completamente. La losa de concreto de espesor 15 cm deberá ser construida según las líneas y secciones transversales indicadas en los planos.

CONSIDERACIONES DEL CÁLCULO DEL ANÁLISIS DE COSTO:

La proporción de concreto a utilizar es de 1:2:2. Se considera la madera para encofrado en esta actividad. Se considera el uso de equipo de mezclado y vibrado.

CRITERIOS DE MEDICIÓN Y PAGO

MEDICION: La cantidad a pagarse por losa de concreto será por metro cuadrado, de trabajos ordenados, ejecutados y aceptados por el supervisor de obra.

PAGO: Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de mano de obra, equipo, herramientas y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta especificación.

C4, D.4, E.4, F.4, G.4 LOSA DE CONCRETO e=15cm #3@10cm a/s

UNIDAD: m²

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD A REALIZAR:

Este trabajo consistirá en la construcción de una losa de concreto con un espesor de 0.15 cm armada conforme a planos de detalle con varilla #3@10cm en ambos sentidos. Para la fabricación del concreto se utilizará mezcladora mecánica y se seguirán los siguientes pasos: los materiales se colocarán en el tambor de la mezcladora, de modo que una parte del agua de amasado se coloque antes que los materiales secos; a continuación, el orden de entrada a la mezcladora será: parte de los agregados gruesos, cemento, arena, el resto del agua y finalmente el resto de los agregados gruesos. El agua podrá seguir ingresando al tambor hasta el final del primer cuarto del tiempo establecido para el mezclado. El tiempo total de mezclado será como mínimo de 60 segundos y como máximo de 5 minutos. Toda la obra falsa deberá ser diseñada y construida para soportar las cargas a ser sometida, sin provocar asentamientos o deformaciones apreciables. Previamente al vaciado del concreto, las superficies interiores de los encofrados estarán limpias de toda suciedad, mortero, y materia extraña y recubiertas con aceite para moldes. Todo el concreto será colocado en horas del día, y su colocación en cualquier parte de la obra no se iniciará si no puede completarse en dichas condiciones. La colocación durante la noche se podrá realizar sólo con autorización por escrito del Supervisor y siempre que el

Contratista provea por su cuenta un sistema adecuado de iluminación. El concreto será colocado dentro de los 30 minutos siguientes de su mezclado. El concreto será depositado con el equipo aprobado por el Supervisor. Ha de colocarse en capas horizontales de espesor uniforme, consolidando cada una antes de colocar la otra. El tiempo de vibrado por capa será de máximo 15 segundos, espaciando la acción del vibrador de manera uniforme, a distancias que permitan asegurar un vibrado homogéneo, sin duplicar el vibrado y sin permitir la segregación de los materiales. No se colocará el concreto mientras el acero de refuerzo no esté completo, limpio y debidamente colocado en su sitio. El acabado del concreto consistirá en el apisonado y enrasado de la superficie, hasta que tenga una textura uniforme lisa o rugosa según los requerimientos, conformándose a la sección transversal, pendiente y alineamiento.

CONSIDERACIONES DEL CÁLCULO DEL ANALISIS DE COSTO:

La proporción de concreto a utilizar es de 1:2:2.

CRITERIOS DE MEDICIÓN Y PAGO

MEDICION: La cantidad a pagarse por losa de concreto será el número de metros cuadrado medidos en la obra, de trabajos ordenados, ejecutados y aceptados por el supervisor de obra.

PAGO: Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de materiales, mezclado, transporte, colocación, acabado y curado del concreto para la losa, así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en toda esta especificación.

C.5, D.5, E.5, F.5, G.5 PARED DE BLOQUE 6" CON REF. HORIZONTAL #3@2 HILADAS, VERTICAL #5@20CM

UNIDAD: M2

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD A REALIZAR:

Este trabajo consistirá en la construcción de una pared de bloque para cajas colectoras de aguas lluvias, conformada por bloques de concreto de 20x40x15 cm. Rellenando sus

agujeros con concreto 1:2:3, ligando con mortero de cemento en una proporción 1:4 y armada con 1 Varilla #5 en sentido vertical cada agujero y en sentido horizontal 1 varilla #3 cada dos hiladas. El mortero deberá mezclarse en bateas especiales, preferiblemente de madera, para que se consiga una mezcla homogénea y libre de impurezas. El mortero deberá colocarse en la base y en los lados de los bloques en un espesor no menor de 1.2 cm.- Toda la pared deberá ser construida a plomo de acuerdo con las dimensiones y líneas generales indicadas en los planos, uniendo los bloques de concreto con el mortero. Ningún mortero seco podrá ser mezclado nuevamente y utilizado en la obra. El concreto debe fabricarse sobre una superficie impermeable y limpia, haciéndose la mezcla en seco hasta lograr un aspecto uniforme, agregando después el agua en pequeñas cantidades hasta obtener un producto homogéneo y cuidando que durante la operación no se mezcle tierra ni impureza alguna, deberá tener la humedad estipulada en la proporción propuesta, que permita una consistencia plástica y trabajable a fin de llenar los huecos del bloque sin dejar cavidades interiores. Los métodos de colocación y compactación del concreto serán tales como para obtener una masa uniforme y densa, evitando la segregación de materiales y el desplazamiento de la armadura. El concreto será colocado dentro de los 30 minutos siguientes de su mezclado. Se cuidará de mantener continuamente húmeda la superficie de los bloques rellenos de concreto durante los siete (7) días posteriores al vaciado. Los bloques deben estar secos al momento de pegarlos con el mortero, en hileras perfectamente niveladas y aplomadas con las uniones verticales sobre el centro del bloque inferior, para obtener una buena adherencia. Todas las unidades de bloques que se tenga que cortar, deberá de ser realizado a plomo y escuadra, para asegurar un buen ajuste. Antes de su colocación el acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido no adherente. Todas las barras de refuerzo se doblarán lentamente y en frío para darles la forma indicada en los planos. En ningún caso el traslape de las varillas No. 3 será menor de 30cm por barra.

Una vez armada la pared de bloque de la caja de captación se deberán aplicar una pequeña capa de mortero (azotar) en las paredes interiores para aplicar posteriormente la capa de repello la cual deberá quedar uniforme, se deberá mantener húmeda por medio de rociaduras frecuentes durante un lapso no menor de tres (3) días. Después del

repello el pulido dando un acabado tipo pila, se aplicará en capas uniformes de hasta 5mm y se deberá conservar húmeda por rociaduras frecuentes al menos 2 días. Tanto la actividad de repello como la de pulido deberá cumplir con lo requerido por el supervisor de obra.

CRITERIOS DE MEDICIÓN Y PAGO:

MEDICION: La cantidad a pagarse por entabicado de bloque de concreto repellado y pulido será el número de metros cuadrados medidos en la obra, de trabajos ordenados, ejecutados y aceptados por el supervisor de obra.

PAGO: Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de materiales, transporte, colocación y acabado del entabicado, así como por mano de obra, equipo, herramientas y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en toda esta especificación.

C.6, D.6, E.6, F.6, G.6 REPELLO Y PULIDO DE PAREDES E=2 cm MORTERO DE 1:4

UNIDAD: m²

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD:

Esta actividad consiste en el repello y pulido de las paredes exteriores de las cajas colectoras hasta obtener un espesor de 2 cm, antes de iniciar el trabajo de repello se humedecerá el área hasta la saturación, se fijaran guías maestras verticales de (reglas de madera), se aplicara el mortero con fuerza sobre la superficie a repellar y se esparcirá con reglas de madera, una vez fraguado este mortero se le aplicara mortero del mismo tipo con planchuelas de madera, a fin de obtener un acabado aplomado, libre de ondulaciones e imperfecciones en las áreas acabadas. Posteriormente se aplicará sobre paredes repelladas y con un espesor de 5mm un mortero compuesto por cemento y arenilla rosada. Dicha mezcla se aplicará sobre las paredes repelladas, hasta obtener una superficie lisa, antes de aplicarlos se humedecerá el área hasta la saturación, y se aplicará la pasta con planchuelas de madera, a fin de obtener un acabado aplomado, libre de ondulaciones e imperfecciones. Las áreas acabadas se deberán conservar húmedas rociándolas de manera frecuente por al menos 2 días. Tanto la actividad de repello como la de pulido deberá cumplir con lo requerido por el ingeniero supervisor de obra.

CRITERIOS DE MEDICIÓN Y PAGO:

MEDICION: La cantidad a pagarse por el repello y pulido de las paredes de las cajas colectoras será el número de metros cuadrados medidos en la obra, de trabajos ordenados, ejecutados y aceptados por el supervisor de obra.

PAGO: Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de materiales, transporte, colocación, así como por mano de obra, equipo, herramientas y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en toda esta especificación.

C.7, D.7, E.7, F.7, G.7 REPELLO Y AFINADO (ACABADO TIPO PILA)

UNIDAD: m2

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD:

La actividad consiste en la aplicación de repello y afinado tipo pila en el interior de las paredes y el piso de las cajas colectoras, hasta obtener un espesor de 2 cm, antes de aplicarlos se humedecerá el área hasta la saturación, se fijaran guías maestras verticales de (reglas de madera), se aplicara el mortero con fuerza sobre la superficie a repellar y se esparcirá con reglas de madera, una vez fraguado este mortero se le aplicara mortero del mismo tipo con planchuelas de madera, a fin de obtener un acabado aplomado, libre de ondulaciones e imperfecciones en las áreas acabadas. Posteriormente se aplicará sobre la pared repellada una capa de pasta pura de cemento - agua, hasta obtener una superficie lisa e impermeable, antes de aplicarlos se humedecerá el área hasta la saturación, y se aplicará la pasta con planchuelas de madera, a fin de obtener un acabado aplomado, libre de ondulaciones e imperfecciones en las áreas acabadas.

CRITERIOS DE MEDICIÓN Y PAGO:

MEDICION: La cantidad a pagarse por el repello y pulido de las paredes interiores y la base de las cajas colectoras será el número de metros cuadrados medidos en la obra, de trabajos ordenados, ejecutados y aceptados por el supervisor de obra.

PAGO: Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de materiales, transporte, colocación, así como por mano de obra, equipo, herramientas y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en toda esta especificación.

C.8, D.8, E.8, F.8, G.8 LOSA SUPERIOR DE CONCRETO e=25cm,12#4 A/S cama superior e inferior

UNIDAD: m²

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD:

Este trabajo consistirá en la construcción de una losa de concreto de espesor de 25 cm, armada con 12 varillas #4 a ambos sentidos cama superior e inferior ver detalles planos. El concreto se fabricará sobre una superficie impermeable y limpia, haciéndose la mezcla en seco hasta lograr un aspecto uniforme, agregando después el agua en pequeñas cantidades hasta obtener un producto homogéneo y cuidando que durante la operación no se mezcle tierra ni impureza alguna, deberá tener la humedad estipulada en la proporción propuesta, que permita una consistencia plástica y trabajable a fin de llenar la sección encofrada sin dejar cavidades interiores. Previamente al vaciado del hormigón, las superficies interiores de los encofrados estarán limpias de toda suciedad, mortero, y materia extraña y recubiertas con aceite para moldes. Todo el hormigón será colocado en horas del día. Los métodos de colocación y compactación del hormigón serán tales como para obtener una masa uniforme y densa, evitando la segregación de materiales y el desplazamiento de la armadura. El hormigón será colocado dentro de los 30 minutos siguientes de su mezclado. Se cuidará de mantener continuamente húmeda la superficie del concreto durante los siete (7) días posteriores al vaciado. El acabado final de la estructura consistirá en rellenar huecos, remover áreas sobresalientes o manchadas y reparar cualquier zona de panales u otros desperfectos que haya en la superficie. El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido no adherente. Las varillas se doblarán en frío, ajustándolas a los planos sin errores mayores de (1 cm.). Ninguna varilla deberá doblarse después de ser parcialmente embebida en concreto a menos que se indique o se autorice por la Supervisión. Las varillas serán fijadas entre sí con alambre de amarre de modo que no puedan desplazarse durante el fundido y que el concreto pueda envolverlas completamente. La tapadera de concreto deberá ser construida según las líneas y secciones transversales indicados en los planos.

CRITERIOS DE MEDICION Y PAGO:

MEDICION: La cantidad a pagarse por losa de concreto será el número de metros cuadrado medidos en la obra, de trabajos ordenados, ejecutados y aceptados por el supervisor de obra.

PAGO: Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de materiales, mezclado, transporte, colocación, acabado y curado del concreto para la losa, así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en toda esta especificación.

H.5 GRADAS DE MAMPOSTERIA

Unidad: m³

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD

Este trabajo consistirá en la construcción de gradas con un ancho de 1.50m, conformadas por piedras de río o ripion unidas con mortero de proporción 1:4, en la huella se incluye la fabricación de una pastilla de concreto de 8 cm de espesor en una proporción de 1:2:2. No se incluye excavación pero si una cama de 5cm de material selecto en la cimentación y un dado de mampostería de 0.4x0.3m al inicio del tramo de gradas después de cada descanso a construirse, los descansos serán distribuidos de acuerdo a la pendiente del terreno natural y respetando entradas a viviendas que tienen acceso en esta zona. Las superficies de las piedras se deben humedecer antes de colocarlas, para quitar la tierra, arcilla o cualquier materia extraña; deben ser rechazadas las piedras cuyos defectos no se pueden remover por medio de agua y cepillo. Las piedras limpias se deben ir colocando cuidadosamente en su lugar de tal manera para formar en lo posible hiladas regulares. Las separaciones entre piedra y piedra no deben ser menor de 1.5 centímetros ni mayor de 3 centímetros. Se deben colocar las piedras de mayores dimensiones, en la base inferior seleccionando las de mayor dimensión para colocarlas en las esquinas de la estructura. Incluyendo la primera hilada, las piedras se deben colocar de tal manera que las caras de mayor dimensión queden en un plano horizontal, los lechos de cada hilada y la nivelación de sus uniones, se deben llenar y conformar totalmente con mortero. Cuando las piedras sean de origen sedimentario, se deben colocar de manera que el

plano de estratificación quede en lo posible normal a la dirección de los esfuerzos. Excepto en las superficies visibles, cada piedra debe ir completamente recubierta por el mortero. Las piedras se deben manipular en tal forma, que no golpeen a las ya colocadas para que no alteren su posición. Se debe usar el equipo adecuado para la colocación de las piedras grandes que no puedan ser manejadas por medios manuales. No se debe permitir rodar o dar vuelta a las piedras sobre el muro, ni golpearlas o martillarlas una vez colocadas. Si una piedra se afloja después de que el mortero haya alcanzado el fraguado inicial, se debe remover la piedra y el mortero circundante y colocarla de nuevo. El mortero deberá ser una mezcla de cemento, arena y agua, la proporción a utilizar deberá ser 1:4, agregándole la cantidad de agua necesaria para formar una pasta de consistencia tal que pueda ser manejable y que permita extenderse fácilmente en las superficies de las piedras a ligar.

CRITERIOS DE CÁLCULO DEL ANÁLISIS DE COSTO

Se considera una mezcla piedra-mortero en una proporción 60-40%. La proporción en el mortero será 1:4.

CRITERIOS DE MEDICIÓN Y PAGO

MEDICIÓN: La cantidad a pagarse por grada de mampostería de piedra labrada ripión o de río será el número de metros cúbicos medidos en la obra, de trabajos ordenados, ejecutados y aceptados por el supervisor de obra.

PAGO: Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de materiales, mezclado, transporte, colocación, acabado y curado de las gradas, así como por mano de obra, equipo, herramientas y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta especificación.

H.6 EMPLANTILLADO DE CONCRETO e=8 cm CONCRETO 1:2:2

Unidad: m²

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD A REALIZAR:

Esta actividad consiste en la elaboración de una pastilla de concreto de 8 cm de espesor y un ancho de 30 cm con una proporción 1:2:2 de acuerdo a Plano de Detalles en gradas para ser utilizada en la huella de estas mismas.

CRITERIOS DE MEDICION Y PAGO

MEDICION: La cantidad a pagarse será el número de metros cuadrados medidos en la obra, de trabajos ordenados, ejecutados y aceptados por el supervisor de obra.

PAGO: Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de materiales, mezclado, transporte, colocación, acabado de la plantilla, así como por mano de obra, equipo, herramientas.

H.7 PASAMANOS DE TUBO ESTRUCTURAL DE 1-1/2" X 1 -1/2"

Unidad: m

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD A REALIZAR:

Este trabajo consistirá en la construcción de un pasamano de tubo estructural de 1½"x1½", chapa #14, el cual será utilizado para realizar la construcción del marco de 1.00 m de altura y los parales a cada 0.90 metros de distancia. Todas las juntas serán soldadas con electrodo del tipo 6013x 3/32. Se le dará una protección con pintura anticorrosiva para metales a una mano sin dejar zonas desprotegidas y una mano de pintura de aceite para metal del color acordado con el beneficiario y el supervisor del proyecto (la pintura de aceite se puede sustituir por otra mano de pintura anticorrosiva con el visto bueno del supervisor).

CONSIDERACIONES DEL CÁLCULO DEL ANALISIS DE COSTO:

Se considera el precio del tubo estructural y se incluye la aplicación de pintura anticorrosiva sobre metales a una mano al igual que la pintura de aceite también en una mano.

CRITERIOS DE MEDICION Y PAGO

MEDICION: La cantidad a pagarse por pasamanos será el número de metros lineales medidos en la obra en forma horizontal, de trabajos ordenados, ejecutados y aceptados por el supervisor de obra.

PAGO: Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de materiales, mano de obra, herramientas y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en toda esta especificación, incluyendo la pintura.

I.7 RESANE GENERAL PARA CUNETA CON MORTERO 1:4

Unidad: m²

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD A REALIZAR

Antes de hacer resanes en las paredes interiores de las cunetas el supervisor de obra deberá verificar de manera que las fisuras o grietas son superficiales y no están afectando la estructura misma de la cuneta. En caso de no existir ningún daño estructural se procederá al resane de estas grietas en paredes con mortero 1:4. Una vez verificado que las fisuras son superficiales se procede a demoler el repello existente hasta una profundidad de 2.5cm con el propósito de nivelarla y corregir imperfecciones y mejorar la vida útil de la pared, teniendo cuidado de no dañar la estructura de la pared existente. Una vez limpia el área se procede a realizar el repello de la pared hasta obtener un espesor de 2cm, antes de aplicarlo se humedecerá el área hasta la saturación que se reflejará en su superficie, se fijarán guías maestras verticales de reglas de madera, se aplicará el mortero con fuerza sobre la superficie a repellar y se esparcirá con reglas de madera, una vez fraguado este mortero se le aplicará una lechada a/c acuoso con planchuelas de madera para el dado fino terminando su aplicación lanzando pequeñas cantidades de cemento espolvoreado a la superficie a fin de obtener un acabado aplomado, libre de ondulaciones e imperfecciones en las áreas acabadas las cuales serán aprobadas por la supervisión.

CONSIDERACIONES DEL CALCULO DEL ANALISIS DE COSTO:

Para el repello se considera que se trabajará en superficies de piedra de río o ripión, que no necesitan tratamiento adicional para obtener adherencia suficiente con el mortero, se utilizará mortero con proporción 1:4.

CRITERIOS DE MEDICION Y PAGO

MEDICION: Se medirá por área. La cantidad a pagarse será el número de metros cuadrados, medidas en la obra, de trabajos ordenados, ejecutados y aceptados por el supervisor de obra.

PAGO: Se pagará al precio del contrato estipulado en el ítem correspondiente, dichos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de materiales, transporte y colocación, así como por mano de obra, equipo, herramientas y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en toda la especificación.

J. CUMPLIMIENTO DE LA GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL DEL PROYECTO

J.1 RÓTULO DEL PROYECTO

UNIDAD: Unidad

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD:

Esta actividad consiste en el suministro e instalación del rotulo informativo del proyecto en los primeros 10 días a la orden de inicio del proyecto y en el lugar indicado por la supervisión.

Las dimensiones del marco de acero serán de 2.50 m x 2.44 m, con 3 elementos horizontales de 2.44 m cada uno, 2 verticales en los extremos de 2.50 m y 1 vertical central de 2.00 m. Los elementos verticales de sus extremos estarán empotrados en el suelo a una profundidad de 0.50 m con dados de concreto simple de 2500 PSI de 0.30 m x 0.30 m x 0.50m. Todos los elementos de acero que constituyen el marco deberán ser de tubo estructural cuadrado de 2"x 2" chapa 14, que cumplan con los requerimientos de la normativa A.S.T.M. A500/A500M. Toda soldadura se realizará con electrodo AWS E-6013 y todos los elementos de acero serán pintados a doble mano con pintura anticorrosiva. **(ver plano adjunto en Documento Base)**

La impresión de la leyenda e imagen del rotulo podrán ser de sticker o banners resistentes a la intemperie, visibles durante la ejecución del proyecto, caso contrario, deberán de ser reemplazados a costo del contratista. El contenido que tendrán estos rótulos será de conformidad a los planos proporcionados en el **Documento Base** y a lo especificado en el **Acuerdo Separado del Programa "Adaptación Urbana al Cambio Climático en**

Centro América – Componente Honduras y según lo establecido por UGA-AMDC Medidas Ambientales y al Plan de Gestión Ambiental (PGAS).

CRITERIOS DE MEDICIÓN Y PAGO

MEDICIÓN: La cantidad a pagarse será por unidad, el cual será aprobado por el supervisor.

PAGO: El precio y pago constituirá la compensación total por el suministro de materiales, construcción e instalación en el sitio de la obra.

J.2 LIMPIEZA GENERAL

UNIDAD: global

Este trabajo consistirá en la Limpieza General del terreno y los diferentes componentes del proyecto (cunetas, cajas colectoras de aguas pluviales, calles vehiculares y peatonales, limpieza azolvamiento de cunetas y puntos de desfogue. etc.). La actividad se realizará al inicio, durante y una vez finalizada la ejecución de las obras.

Por medio de la utilización de mano de Obra No calificada (Peón y Ayudante) y Herramienta Menor se procederá a limpiar el terreno y los diferentes componentes de materiales de desecho tales como madera, sobrantes de acero, concreto, arena, basura, promontorios de tierra y otros, restaurando en forma aceptable toda propiedad pública o privada que pudiera haber sido afectada durante la ejecución de este trabajo, dejando el lugar limpio y presentable. Los desperdicios deberán acarrear al botadero municipal. Además, deberá de referirse al **Plan de Gestión Ambiental (PGAS)**.

CONSIDERACIONES DEL CÁLCULO DEL ANALISIS DE COSTO:

No requiere de mano de Obra Calificada y Herramienta menor. Se considera el acarreo de material de desperdicio hasta un botadero de desechos municipales.

CRITERIOS DE MEDICION Y PAGO

MEDICION: La cantidad a pagarse por limpieza general del terreno será de forma global de trabajos ordenados, ejecutados y aceptados por el supervisor de obra.

PAGO: Estos precios y pagos constituirán la compensación total por mano de obra, equipo, herramientas y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta especificación.

J.10 SUPERVISION AMBIENTAL E INFORMES, CAPACITACION DE TALLERES Y CHARLAS

Descripción de las actividades:

El CONTRATISTA designará una persona física como Oficial de Medioambiente, Salud y Seguridad Social.

El Oficial de Medioambiente, Salud y Seguridad Social del CONTRATISTA, tendrá a su cargo el cumplimiento de los requerimientos ambientales y sociales durante la ejecución de las obras y será el representante del Contratista en todos los aspectos ambientales y sociales, además será responsable de coordinar la implementación de las medidas de control ambiental establecidas en el PGAS, así como otras medidas definidas por los supervisores e inspectores ambientales y sociales de la AMDC.

El oficial ambiental deberá realizar al menos 3 visitas al proyecto mensualmente para evidenciar la implementación, las conformidades y no conformidades o debilidades de la gestión ambiental y social o debiendo anotar en la bitácora del proyecto y en la bitácora ambiental y social custodiada por la comunidad, los hallazgos resultantes de su visita. De igual manera generará un Informe mensual para el reporte del cumplimiento de las MSSS establecidas para el proyecto, de acuerdo al formato anexo al PGAS, Al finalizar el proyecto se deberá de presentar un Informe de Cumplimiento de Medidas Ambientales (ICMA), de acuerdo con el formato DECA 019 y sustentado con los informes mensuales, Así como cualquier otro informe socio ambiental que sea requerido al Contratista.

El contratista velará que durante el tiempo establecido para la ejecución del proyecto se realicen las siguientes charlas talleres y capacitaciones:

Descripción	Cantidad
Charlas diarias a los trabajadores sobre COVID 19	120
Capacitación Semanal a los trabajadores sobre COVID 19	17
Capacitación quincenal al personal de la obra sobre la aplicación y cumplimiento de las MSSS de este PGAS	8
Capacitación del personal sobre la aplicación del código de conducta.	4
Capacitación de Salud y Seguridad Ocupacional a los trabajadores con respecto a los riesgos de salud y seguridad ocupacional y medidas de mitigación	4
Charla a los trabajadores sobre las condiciones laborales y el mecanismo de quejas	4
Taller de inicio con la comunidad para informar de los aspectos del proyecto	1
Socialización de Mecanismo de Quejas y reclamos con la comunidad	1
Talleres de sensibilización y capacitaciones a la población beneficiaria sobre el Plan para el Manejo de Residuos Sólidos	3
Capacitación al CODEL sobre el Plan de Operación y Mantenimiento de la Obra	1
Capacitación de la comunidad (CODEL) en medidas de seguridad laboral a ser aplicadas en el mantenimiento de las obras	1
Capacitación de la comunidad (CODEL) en medidas en la implementación de los planes de contingencia desarrollados para la etapa de operación y mantenimiento de las obras	1

El Contratista generará y reproducirá el material necesario para el desarrollo de las charlas, talleres y capacitaciones, tomando en consideración lo siguiente:

Descripción	Cantidad
Infografías : (tamaño rotafolio, en cartulina, a color) Medidas de seguridad laboral (5 carteles por frente de trabajo) Cuidado y prevención de la COVID- (5 carteles por frente de trabajo) Cumplimiento de las MSSS del PGAS (5 carteles por frente de trabajo) Aplicación Código de Conducta (5 carteles por frente de trabajo) Manejo de residuos sólidos (2 carteles por frente de trabajo y 3 carteles para la comunidad)	75
Plan de Operación y Mantenimiento de la Obra (Tamaño Carta a Color)	4
Planes de contingencia (Tamaño carta a color)	3
Plan para el Manejo de Residuos Sólidos (Tamaño carta a color)	3

APÉNDICE "A"

PROTOCOLO DE BIOSEGURIDAD POR MOTIVO DE LA PANDEMIA COVID-19 PARA LOS PROYECTOS DE CONTRUCCION



Gobierno de la
República de Honduras



SECRETARÍA DE TRABAJO Y
SEGURIDAD SOCIAL

PROTOCOLO DE BIOSEGURIDAD POR MOTIVO DE LA PANDEMIA COVID - 19 PARA LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

SECRETARÍA DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL



Este documento fue realizado con la contribución de la Unión Europea. Su contenido es exclusiva responsabilidad de sus autores y no necesariamente refleja los puntos de vista de la Unión Europea.

Protocolo de Bioseguridad por motivo de Pandemia COVID-19 para los Proyectos de Construcción. Versión 2.

Tegucigalpa MDC 15 de abril 2020

Secretaria de Trabajo y Seguridad Social.

INDICE

1. Introducción.....	3
2. Definición y Ámbito de Aplicación.....	6
3. Objetivos específicos.....	6
4. Antecedentes.	7
5. Procedimientos.....	10
5.1 Políticas internas.	10
5.2 Comité de bioseguridad.	11
5.3 Capacitación.....	12
5.4 Promoción y divulgación.....	13
5.5 Medidas de Protección	14
5.5.1 Medidas Generales en obras.	14
5.5.2 Medidas Generales para los trabajadores.....	17
5.5.3 Medidas para clasificación y uso de espacios comunes.....	18
5.5.4 Medidas de Limpieza y Desinfección.....	21
5.6 Medidas de Contención y Mitigación de casos.	22
5.6.1 Mecanismo de respuesta ante un caso.	22
5.6.2 Medidas Generales de Mitigación y Crisis.	24
6. Referencias bibliográficas.	26
7. Anexos.....	29

1. Introducción.

Le corresponde a la Secretaría de Trabajo y Seguridad Social la inspección y evaluación de los centros de trabajo, así como velar por el cumplimiento a la legislación y normativa laboral nacional en materia de prevención sobre seguridad y salud de los trabajadores; de manera especial, lo previsto en el Código de Trabajo, Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales y la Ley de Inspección de Trabajo. De igual manera contemplar el cumplimiento de las normativas y recomendaciones de los organismos internacionales relacionados con la seguridad y la salud en el trabajo, como la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC).

Es por ello, que con la colaboración de la Asociación Hondureña de Medicina del Trabajo y Salud Ocupacional ASOHMET, el Centro de Investigación y Desarrollo en Salud, Trabajo y Ambiente (CIDSTA) de la Facultad de Ciencias Médicas UNAH y la Maestría en Gestión de la Salud, Seguridad y Ambiente en el Trabajo de la Universidad Nacional Autonomía de Honduras (UNAH), y con aprobación de la Secretaria de Salud, la Agencia de Regularización Sanitaria, la Secretaria de Seguridad y Policía Nacional de Honduras, se elabora el presente Protocolo de Bioseguridad por motivo de Pandemia COVID-19 para los Proyectos de Construcción, el cual, tiene un alcance nacional y el propósito de disminuir las consecuencias de la propagación e infección por SARS-CoV-2, en la población trabajadora del país, mediante la implementación de un conjunto armonizado de medidas de prevención y control del virus.

Es importante, que se establezcan las condiciones de seguridad y salud, en que se deben desarrollar las actividades labores en las organizaciones, los centros y lugares de trabajo, sin perjuicio de las reglamentaciones adicionales que se establezcan para cada actividad económica y profesión u oficio, en particular.

Para los efectos de aplicación de este protocolo, se entenderán como medidas de prevención en los centros y lugares de trabajo todas aquellas que permitan el cumplimiento de los siguientes objetivos:

- a) Garantizar la seguridad y salud de los trabajadores en todas las actividades económicas y en todas las organizaciones, centros y lugares de trabajo.
- b) Garantizar el desarrollo de programas permanentes de seguridad y salud en el trabajo, encaminado a proteger y mantener la salud de los trabajadores y el adecuado funcionamiento de sus actividades.
- c) Observar en todas las actividades económicas, las disposiciones legales referentes a normas y medidas de seguridad y salud aplicables.
- d) Adoptar medidas apropiadas para informar, proteger, fomentar y promocionar la salud de los trabajadores en las organizaciones, centros y lugares de trabajo; difundiendo entre los trabajadores los instructivos y las medidas de prevención y control que se emitan y adopten sobre la COVID-19.
- e) Realizar programas de capacitación sobre los riesgos a los que se encuentra expuestos los trabajadores en las organizaciones, centros y lugares de trabajo, haciendo énfasis en las medidas de prevención y control biológicas.
- f) Cumplir las disposiciones de este protocolo, así como las normas, reglamentos, manuales e instructivos que se creen para la prevención de la COVID-19
- g) Utilizar y mantener activos los sistemas y programas de seguridad y salud en el trabajo, utilizados para la prevención de riesgos de la salud ante la pandemia, en especial los biológicos.
- h) Mantener comunicación permanente con el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos (SINAGER), la Secretaría de Salud, el Instituto Hondureño de Seguridad Social, la Secretaria de Trabajo y Seguridad Social, hospitales y clínicas públicas y privadas para establecer y aplicar las medidas preventivas para el cuidado de la seguridad y la salud, en especial, las relacionadas con la COVID-19, así como para el manejo de casos y contactos.
- i) Establecer los mecanismos de comunicación necesarios con las instancias públicas y privadas, que garanticen la participación activa y efectiva en las estrategias de vigilancia en salud y epidemiológica, nacional e internacional.

Es importante señalar, que las repercusiones de la pandemia y, especialmente, de una de sus más importantes medidas epidemiológicas, que es el aislamiento social, a través del confinamiento (cuarentena), tiene consecuencias considerables y un alto impacto en la economía. Desde los altos costos para suplir las necesidades en salud, y la paralización parcial o total de la actividad productiva y de servicios, que afecta

desde los centros de trabajo formales hasta las actividades de la economía no formal, que en el país representa alrededor del 70 % de los trabajadores.

Como consecuencia, un alto porcentaje de los 4 millones de personas ocupadas en el país, se encuentra o encontrará en una alta probabilidad de perder sus ocupaciones laborales o que estas se vuelvan más insalubres, inseguras y hasta precarias.

Es por ello que la Secretaría de Trabajo y Seguridad Social, cumpliendo su función de velar por la salud de todos los trabajadores a nivel nacional, reconoce la importancia de brindar asesoría y apoyo a trabajadores, organizaciones, centros de trabajo a enfrentar los inmensos retos que significa garantizar el equilibrio entre la salud y el trabajo.

Este protocolo se estructura en apartados, que comienzan con antecedentes sobre el agente viral SARS-CoV-2 y la pandemia por COVID-19, además de recomendaciones generales para detener o romper la cadena de transmisibilidad o cadena epidemiológica basada en la triada ecológica. Un apartado donde se presentan los elementos más importantes para el análisis y la gestión de riesgos biológicos. En el apartado precauciones y medidas generales se presentan un grupo de medidas comunes a todas las actividades económicas y en el de precauciones y medidas específicas, se detallan las principales medidas a considerar de para algunas de las actividades económicas prioritarias. En el apartado referencias bibliográficas, se brindan las fuentes de información científicas y técnicas consideradas como relevantes en el tema. Por último, en el apartado de anexos, se presenta infografías de utilidad para reforzar los contenidos, la puesta en práctica y la ejecución del protocolo.

Este manual, al igual que los específicos para los otros rubros económicos, se ha preparado en corto tiempo, por lo que se agradece de manera especial, a la Delegación de la Unión Europea en Honduras, quien mediante el programa EURO EMPLEO apoyó decididamente este esfuerzo de gran valor científico y técnico.

2. Definición y Ámbito de Aplicación.

El Protocolo establece las condiciones de salud y seguridad en que deben desarrollarse las actividades y labores en los proyectos de construcción, sin perjuicio de las reglamentaciones adicionales que se establezcan para cada actividad económica y profesión u oficio en particular. Contiene las medidas de contingencia en obra y para la cadena de suministros, así como esquemas de detección temprana, de bioseguridad, higiene y asepsia de zonas y equipos, movilidad en el interior de las obras, entre otras.

Está dirigido a constructores, consultores, proveedores, subcontratistas y prestadores de servicios, arquitectos, ingenieros, maestros de obra, capataces, inspectores, operadores de equipo, obreros y todo el personal de dirección y apoyo para el desarrollo de las labores de construcción en los diferentes proyectos.

3. Objetivos específicos.

Garantizar la seguridad y salud de los involucrados en todas las actividades durante el desarrollo de las obras y en todas las áreas y lugares de trabajo.

Brindar la información, facilitar la capacitación y garantizar una adecuada protección para la máxima seguridad y salud de todos los involucrados, directos e indirectos, y de los miembros de las comunidades en los alrededores donde se reiniciarán los trabajos de construcción, aplicando de forma inmediata y estricta un conjunto armonizado de medidas de prevención y control del virus.

Proporcionar los procedimientos y controles adecuados para garantizar que la reactivación de los proyectos de construcción sea acorde a las más rigurosas medidas de seguridad biomédicas, de forma que la reactivación sea ordenada, paulatina, disciplinada y responsable, en previsión de la propagación de la COVID-19.

Contribuir a promover una cultura de prevención, seguridad y de buenas prácticas por parte de todos los involucrados en los proyectos, en los sitios de trabajo y también en sus hogares.

Prevenir el contagio masivo de las personas de las comunidades en las cuales se realicen los proyectos de construcción, a través de la aplicación de las normas de distanciamiento, limpieza y desinfección, tanto en las personas, en las herramientas, el equipo menor, maquinaria, vehículos, materiales, las instalaciones (oficinas, comedores, sanitarios, bodegas, etc.) y en general en toda el área de acción del proyecto.

Cumplir las disposiciones de este protocolo, así como las normas, reglamentos, manuales e instructivos que se creen para la prevención del SARS-CoV-2.

Proporcionar y garantizar el uso del Equipo de Protección Personal (EPP) necesario, utilizado para el cumplimiento de las medidas de bioseguridad y de acuerdo a las actividades, lugares y puestos de trabajo,

Garantizar que las obras de construcción se desarrollen dentro del marco de la solidaridad, el respeto y la buena práctica.

4. Antecedentes.

Los coronavirus son una extensa familia de virus que pueden causar enfermedades tanto en animales como en humanos. En los humanos, se conocen siete (7) coronavirus patógenos, que, por lo general, causan infecciones respiratorias que pueden ir desde el resfriado común hasta enfermedades más graves. Los dos más conocidos por sus consecuencias sobre la salud todos afectan la salud, son los que provocaron las epidemias de Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SARS) en el 2002, con alrededor de 8096 muertes reportadas y un 10% de letalidad y el Síndrome Respiratorio de Oriente Medio (MERS) en el 2012, con alrededor de 2494 muertes y un 35% de letalidad.

En diciembre de 2019, fue reportado en la ciudad china de Wuhan, un nuevo coronavirus, el SAR CoV-2 que ha provocado que la OMS decrete la primera pandemia mundial por una enfermedad desde principios del siglo XX, en que se desarrolló la llamada Gripe española.

Las consecuencias de la pandemia, dependen de las características del SARS-CoV-2, incluyendo de la magnitud y eficacia de su propagación entre las personas, las formas clínicas de presentación de los casos y las medidas médicas, epidemiológicas, sociales, políticas, económicas, entre otras, que estén disponibles para controlar el impacto del virus. El SARS-CoV-2 representa una seria amenaza no solo para la salud individual, sino en especial para la salud pública.

La probabilidad de enfermar dependerá, en gran medida, de la exposición, por esta razón, se considera que para las personas en general, el riesgo se considera bajo. Sin embargo, existirán personas con un mayor riesgo de infección, en ese grupo, están las personas que trabajan y sus contactos más cercanos incluyendo sus familiares.

Los datos sobre casos confirmados, muertes y tasa de letalidad por SARS-CoV-2, se modifican constantemente, y Honduras no es una excepción.

Las vías de transmisión, exposición y contagio del SARS-CoV-2, son en la actualidad suficientemente conocidas, por lo que las medidas para prevenir las mismas y evitar la enfermedad deben ser consideradas esenciales para el control de la pandemia.

Recomendaciones generales para detener o romper la cadena de transmisibilidad o cadena epidemiológica.

Sobre el agente (SARS-CoV-2):

- Evaluación y control de la presencia del virus.

Sobre el ambiente:

- Distanciamiento o aislamiento, manteniendo las distancias de seguridad recomendadas entre personas (1.5 metros).
- Evitación de contactos entre personas.
- Evitación de contacto con objetos o superficies de forma innecesaria.
- Lavado y desinfección de objetos o superficies de manera frecuente.

Sobre el huésped u hospedero:

- Determinación y aislamiento de personas con factores de riesgo.
- Determinación y aislamiento de personas que convivan con personas que presenten los factores de riesgo. En convivencia con otras.
- Determinación y aislamiento de sospechosos de infección siguiendo las normas de la Secretaria de Salud de Honduras, para tal fin.
- Determinación y aislamiento de enfermos siguiendo las normas de la Secretaria de Salud de Honduras, para tal fin.
- Educación, formación y sensibilización sobre las medidas de protección y prevención.
- Creación y fortalecimiento de competencias sobre bioseguridad y gestión de riesgos biológicos.
- Comunicación y sensibilización (medios didácticos como murales, carteles, avisos) sobre la necesidad de utilizar los servicios de salud ante la sospecha de síntomas o signos de SARS-CoV-2.
- Creación y fortalecimiento de hábitos de higiene (formas adecuadas de estornudar y toser, lavado de manos, manipulación de EPP, cambio frecuente y lavado de la ropa).
- Uso de los Equipos de Protección Personal adecuados. (protección de ojos, nariz, boca, manos, piel). Según aplique el caso. Mascarilla es obligatoria para todo trabajador.

Detección de sospechosos y enfermos:

- Referir a evaluación médica todo caso de síntomas de resfriado, fiebre, tos, etc.

Para una valoración adecuada de cada caso, tratamiento y recomendación de aislamiento y seguimiento epidemiológico, si aplica, el cual lo realizara la Secretaria de Salud por medio del epidemiólogo asignado a cada región del país.

Limpieza de superficies, objetos personales y otros.

Las superficies se deben limpiar con soluciones recomendadas por los organismos internacionales y comprobada su eficacia contra SARS-CoV-2. Dentro de las recomendaciones están:

- A. Para objetos personales (pantallas, teléfonos, tabletas):
 - i. Utilice una solución de alcohol al 70% al menos, rocíe y deje secar al aire o frote con un paño y deje secar al aire.
- B. Para superficies de trabajo, pisos, paredes, puertas, escritorios, zapatos, automóviles y otras superficies:
 - i. Utilice una solución de cloro de uso doméstico al 5%, diluida de la siguiente manera: Cuatro cucharaditas de cloro por litro de agua, rocíe o frote y deje actuar por al menos 10 minutos.
 - ii. Utilice amonio cuaternario al 5% de dilución, siga las instrucciones de cada proveedor para su dilución uso o utilización en caso de ser más concentrado. Espere al menos 10 minutos para que actúe.
 - iii. Utilice el peróxido de hidrógeno uso comercial al 3% deje actuar por al menos 5 minutos.
- C. Para todo producto utilizado en limpieza de superficies y desinfección de SARS-CoV-2 se debe consultar las indicaciones de uso ya que la concentración de los componentes activos puede variar de presentación industrial al doméstico y de marca en marca.

5. Procedimientos.

5.1 Políticas internas.

Son todas las medidas internas que los centros de trabajo establezcan, de acuerdo a las condiciones de su organización (personal, mercado, negocios, proveedores, clientes, etc.) tendientes u orientadas a la prevención en particular de la COVID-19.

Los principales aspectos a cubrir son:

- Evitar discriminar por raza, religión, edad, género, cargo o puesto de trabajo que se ocupa, o por cualquier otra circunstancia en que se encuentre una persona sospechosa o enferma de COVID-19.
- Mantener la confidencialidad de la información de los trabajadores sospechosos o enfermos con COVID-19.
- Adquirir competencias sobre la prevención, transmisibilidad, características clínicas, conductas terapéuticas y otras características de la COVID-19
- Establecer comités de prevención de la seguridad para la vigilancia de la salud
- Establecer deberes y responsabilidades de los supervisores de seguridad y salud ocupacional y de cualquier otro personal responsable por la aplicación de las medidas de seguridad y de prevención de la COVID-19.
- Organizar la información que será transmitida desde los cargos de dirección hacia todo el personal, incluyendo a los subcontratistas y proveedores.}
- Garantizar el cumplimiento por parte de todos los involucrados en los proyectos de las medidas de prevención de la COVID-19.

5.2 Comité de bioseguridad.

Se conformará un comité dinámico de bioseguridad que será responsable de vigilar por la seguridad y salud de los trabajadores en los proyectos, de la promoción y divulgación de las medidas de prevención y de reportar incidentes, así como personas que presenten síntomas para su revisión médica y de ser necesario el aislamiento inmediato. Su propósito primordial es que la dirección y los trabajadores colaboren en el seguimiento del plan de bioseguridad de la obra, para evitar contagios masivos.

Este comité tendrá la responsabilidad de planificar y ejecutar las siguientes acciones:

- Coordinar visitas a los proyectos para revisar el cumplimiento de los programas de prevención y hacer las recomendaciones pertinentes a la Gerencia. Revisar los informes enviados por el personal de bioseguridad.
- Seguimiento de la información y de las últimas novedades en relación a la COVID-19 con el propósito de hacer recomendaciones preventivas y oportunas.

- Planificar los programas de capacitación y de formación, y de sesiones informativas sobre las medidas de previsión. Participar en estos eventos.
- Coordinar las acciones de contingencia y la activación de protocolos en los casos de contagio de personal laborando en alguna de las obras. Hacer el seguimiento de esos casos y emitir opinión sobre la conveniencia o no de su reincorporación a los trabajos en obra cuando los casos resultaren negativos por contagio de COVID-19.

5.3 Capacitación.

Para lograr un mayor grado de concientización, formación y responsabilidad en toda la organización y en cada individuo se deberá efectuar una campaña de capacitación sobre el cuidado y prevención de la COVID-19, valiéndose de los medios y las técnicas de comunicación disponibles. Esta deberá ser continua, reiterativa y suficiente en temas como las medidas de higiene personal (lavado de manos), higiene respiratoria (uso de mascarillas, tapabocas o barbijos), la desinfección y limpieza de superficies y utensilios.

Se deberá proveer material didáctico a los trabajadores, en los que se promueva el adecuado lavado de manos y la desinfección de los equipos y herramientas de trabajo, como una de las medidas más efectivas para prevenir el contagio.

Suministrar a los trabajadores de información clara y oportuna sobre las medidas preventivas y de contención de la COVID-19, así como las medidas en el hogar y fuera del proyecto.

Comunicar y capacitar a los miembros de la organización en las acciones que se aplicarán cuando se presenten casos sospechosos o incluso confirmados dentro del centro de trabajo o el proyecto.

En los proyectos, se realizarán campañas de prevención a través de un programa diario de charlas cortas antes del inicio de las labores, y un programa de capacitaciones semanales, sobre temas de seguridad en particular los de prevención de la COVID-19.

Se utilizará información visual de representación gráfica (rótulos) para facilitar la comprensión de la enfermedad y que provean de información sobre la prevención del virus. Estarán ubicados en lugares visibles y estratégicos. Hacer énfasis en los conceptos protección individual y protección colectiva. Establecer de manera resumida la rutina diaria de prevención. Para los trabajadores nuevos en la obra, se brindará un adiestramiento sobre las medidas de prevención y de bioseguridad, como requisito previo para iniciar su participación en las obras.

5.4 Promoción y divulgación.

Será necesaria la difusión de los procedimientos de actuación en la obra relacionadas con las medidas de previsión de la COVID-19 para todo el personal de la organización, de las personas que realicen actividades en el lugar de trabajo, así como los visitantes (proveedores, suministros, etc.) y de los que de una u otra forma están relacionados con el mismo como supervisores, subcontratistas, prestadores de servicios varios, etc. Todos ellos deberán cumplir el referido procedimiento de la obra.

Las estrategias de comunicación para la promoción y divulgación que se pueden emplear se incluyen las siguientes:

- Generar contenidos informativos basados en fuentes calificadas, que se divulguen entre los colaboradores como medidas de prevención y autocuidado, así como con información de la enfermedad y formas de contagio.
- La información deberá ser comunicada a través de todos los canales de comunicación y técnicas de divulgación que tenga dispuesta la organización.
- Las medidas de prevención y autocuidado deben trascender el ámbito laboral e involucrar a las familias para generar prevención en el hogar.
- Definir cómo se moverá el flujo de información entre todos los niveles, y establecer canales de comunicación y a los responsables de atender los reportes por parte de los trabajadores de cualquier sospecha de síntomas o riesgo de estar infectados.
- Socialización con las autoridades locales, especialmente para los proyectos de zonas rurales, con anticipación al reinicio de los proyectos, para informar sobre

las implicaciones que se generarán y de las medidas de prevención que serán aplicadas para prevenir y evitar los contagios de la COVID-19.

5.5 Medidas de Protección

Se establecen los lineamientos y controles para prevenir el contagio de la COVID-19 que serán implementados en cada proyecto, correspondiendo su cumplimiento obligatorio para toda persona que ingrese al mismo en todas sus áreas.

La Secretaría de Trabajo y Seguridad Social, en el Manual General de Bioseguridad por motivo de Pandemia CODVID-19 para Centros de Trabajo, recomienda las medidas de cumplimiento general para todas las actividades económicas:

1. Distanciamiento o aislamiento de personas.
2. Normas de etiqueta respiratoria.
3. Lavado de manos.
4. Limpieza y desinfección de objetos y superficies.
5. Manipulación y uso de Equipo de Protección Personal (EPP).
6. Funcionamiento de sistema de seguridad y salud.
7. Vigilancia en salud o epidemiológica

5.5.1 Medidas Generales en obras.

El cumplimiento de estas medidas exige a los responsables de los proyectos ejercer un liderazgo permanente, tanto en las obras como respecto de sus equipos de trabajo, para asegurar que se produzcan rápida y efectivamente los cambios de conducta. Por consiguiente, este es el directamente responsable ante cualquier incumplimiento de las medidas propuestas.

Medidas de control para el ingreso al proyecto:

Las medidas de control para ingresar aplicarán de igual manera para los trabajadores y visitantes que deban permanecer dentro de la obra o lugares conexos.

- En caso que se tengan sistemas de acceso de seguridad automatizados para el ingreso y salida del personal, se deberán eliminar los controles que requieren el contacto de los dedos de la mano.
- Personal con el debido entrenamiento evaluarán los síntomas o posibles riesgos de contagio previamente al ingreso (ver Sección 4. Antecedentes, para síntomas).
- Control de temperatura corporal utilizando termómetros infrarrojos sin hacer contacto. En caso de presentar temperatura mayor a 37.5 grados Celsius se deberá realizar una nueva toma de temperatura pasados 15 minutos.
- Las personas que presenten síntomas o temperatura corporal mayor a 37.5 grados Celsius en segunda toma de temperatura, no podrán ingresar al proyecto y se deberá reportar al responsable para que tome las medidas pertinentes y la activación del protocolo ante un caso (ver numeral 6.14.1 Mecanismo de Respuesta ante un caso)
- Pasar por la Zona de Descontaminación. Para personas incluye el lavado de manos y lavado para desinfección del calzado o pediluvio. Productos que se puede utilizar: agua y jabón y gel desinfectante de alcohol al 70%. Para los vehículos se hará desinfección por aspersion con producto antiséptico.
- Uso riguroso de equipo de protección personal, especialmente tapaboca, mascarilla o barbijo.
- Evitar la aglomeración de personas o ingreso masivo a horas determinadas. El ingreso deberá ser escalonado para asegurar la distancia mínima entre personas de 1.50 a 2.00 metros.
- Utilizar Bitácora de Ingreso-Salida para la estricta anotación con nombre y hora de llegada de todas las personas ingresando al proyecto. Es importante contar con la información necesaria, si es preciso contactar con las personas en el caso de estudios epidemiológicos o la necesidad de localización para proceder a aislamiento en caso de sospechas de contagio, si estuvo en contacto con

una persona que pueda presentar una prueba positiva, durante los catorce (14) días después de la visita al área.

Medidas de Control Durante la Actividad Laboral

Aplican para el personal de oficina y de campo del proyecto, subcontratistas, proveedores de suministros, prestadores de servicios y cualquier persona involucrada directa o indirectamente con la actividad productiva durante la jornada de trabajo.

- Se deberá garantizar la dotación necesaria del equipo de protección personal requerido y supervisar estrictamente su utilización.
- Establecer patrones de sectorización de áreas o de actividades por medio de barreras físicas o de delimitación de los espacios para crear grupos de trabajo aislados y garantizar el distanciamiento mínimo de 1.50 a 2.00 metros, salvo cuando la naturaleza de la actividad constructiva no lo permita. En todo caso, el número de trabajadores por área, tendrá que garantizar que no se produzcan aglomeraciones y se pueda mantener la distancia de seguridad entre personas (entre 1,5 y 2 metros).
- Garantizar la suficiencia de puntos de limpieza y desinfección equipados con agua y jabón y/o gel desinfectante de alcohol al 70%, en puntos cercanos donde se desarrollen las actividades.
- Supervisar que cada trabajador utilice sus propias herramientas o las asignadas a él, impidiendo el traspaso o préstamo de estas entre los trabajadores. Se exceptúa aquellas herramientas o equipos que, por la naturaleza de la labor o actividad constructiva, tienen que ser las mismas, pero con la adecuada limpieza y desinfección con las sustancias recomendadas para las superficies.
- Extremar las precauciones de limpieza de equipos de oficina, herramientas, equipo menor y maquinaria y, en el caso de compartirlos proceder a su desinfección con solución a base de alcohol al 70%, previa y posterior al uso.
- Instalar recipientes para basura con tapadera en cantidades suficientes y ubicados en puntos estratégicos, que serán utilizados específicamente para

desechos descartables como mascarillas, guantes, recipientes de implementos de desinfección, etc.

- Al efectuar reuniones de trabajo o impartir charlas informativas, no deberán participar más de 10 personas, salvo cuando la naturaleza de la reunión no lo permita, manteniendo en todo momento el distanciamiento de 1.50 a 2.00 metros, en ningún caso, se recomienda exceder de 20 personas. Los lugares donde se desarrollan las reuniones deben de cumplir con las normas adecuadas de buena ventilación.
- Las personas encargadas del pago de los trabajadores deberán cumplir con los requerimientos de bioseguridad de este protocolo, haciendo uso continuo de los mismos.

Medidas de Control para la Salida del Proyecto

Las medidas de control para la salida del proyecto aplicarán de igual manera para los trabajadores y visitantes antes de salir.

- Hacer limpieza y descontaminación de los equipos de oficina, herramientas y equipo menor y maquinaria si la salida ocurre al finalizar la jornada laboral.
- Hacer un lavado de manos con agua y jabón durante 20 a 30 segundos
- Si se dispone de un túnel de desinfección peatonal, la persona deberá descontaminar sus ropas.
- Utilizar Bitácora de Ingreso-Salida para la estricta anotación de la hora de salida de todas las personas que hayan ingresado al proyecto. Es importante contar con la información necesaria, si es preciso contactar con las personas en el caso de estudios epidemiológicos o la necesidad de localización para proceder a aislamiento en caso de sospechas de contagio, si estuvo en contacto con una persona que pueda presentar una prueba positiva, durante los catorce (14) días después de la visita al área.

5.5.2 Medidas Generales para los trabajadores.

Estas medidas servirán para disponer de información más detallada del personal y determinar acciones a seguir para prevención o en los casos de contagio.

- Se deberá generar un censo que incluya los datos relevantes de cada trabajador: nombre, número del documento nacional de identidad, edad, dirección exacta, número teléfono celular, nombre de persona de contacto, cantidad de familiares con que convive y el tipo de parentesco, y en caso de sufrir alguna enfermedad previa se deberá anotar.
- De acuerdo al censo se deberá determinar el riesgo individual de cada trabajador. Las condiciones siguientes determinan un nivel de riesgo mayor para COVID-19: ser mayor de 65 años, padecer de alguna enfermedad pulmonar obstructiva crónica, enfermedad cardíaca, hipertensión arterial, enfermedad renal, diabetes, o enfermedades inmunosupresoras (incluyendo cáncer, lupus entre otras) así como estar embarazada.
- Para el personal comprendido en el nivel de riesgo alto (más vulnerable) se deberá dar especial atención en el reforzamiento de las medidas de prevención, dentro y fuera del proyecto.

5.5.3 Medidas para clasificación y uso de espacios comunes.

Comprende las medidas a implementar para adecuar los espacios disponibles dentro de la obra a las acciones de prevención y control del COVID-19

Área de Cuidado de la salud.

Se deberá definir un espacio en el interior de la obra destinado para cuidar en salud a quienes puedan presentarse con alguna sintomatología. Este espacio debe contar, como mínimo, con un lugar para sentarse, disponer de los insumos para desinfección (agua y jabón, alcohol, alcohol-gel desinfectante) y una dotación de mascarillas y guantes. Debe tener su propio recipiente con tapadera para los desechos de material de protección.

Área de comedores.

El espacio destinado para comedor deberá poseer el tamaño suficiente para un efectivo control de las medidas de distanciamiento de 2.00 metros entre las mesas.

De ser necesario se podrá adaptar espacios al aire libre que reúnan las condiciones de higiene.

Se deberá implementar turnos de toma de alimentos y/o refrigerios para evitar la concentración de personas.

El área de comedor y las mesas deberán de desinfectarse antes y después de cada uso.

Aplicar controles que garanticen el lavado de manos al ingreso y salida de estos espacios.

Si existen personas que en el interior de la obra manipulen o preparen alimentos, deberán cumplir con las medidas de seguridad en el manejo de alimentos, así como las medidas de prevención establecidas en este protocolo.

Área de Baños y Vestidores.

Se deberá garantizar la disponibilidad permanente de agua y jabón y de recipiente para desechos. La limpieza de estos sitios deberá ser continua después de cada uso y se deberá desinfectar al inicio y al final de la jornada laboral.

De existir un espacio destinado a vestidores contará con las dimensiones necesarias para que los trabajadores cumplan el distanciamiento de 2 metros. Asimismo, se deberá dejar una separación de un metro entre cada vestimenta.

Área para descarga de materiales.

Se deberá destinar un espacio para la descarga y almacenamiento de los materiales que pueden estar al aire libre, manteniéndolos entre 24 y 72 horas (dependiendo del tipo de material) para permitir la inactividad del virus. Durante ese tiempo no podrán ser manipulados y se deberá restringir el acceso de personas a esa zona. Los materiales que requieran ser utilizados antes de ese lapso pueden ser desinfectados con alcohol.

Se debe garantizar que los vehículos de transporte que entregan los materiales cumplieron el proceso de desinfección por aspersion, y que sus ocupantes cuenten con el equipo de protección personal y hayan cumplido los protocolos para ingreso a la obra.

Área para almacenamiento de materiales (Bodega).

El espacio destinado para recibir y almacenar materiales de la obra deberá disponer de unas dimensiones mínimas que permitan el distanciamiento adecuado entre el encargado que recibe y las personas que le entregan los materiales.

Dentro de la bodega debe de disponerse de alcohol-gel e informar a la persona que lleva los materiales que deberá desinfectarse sus manos antes de proporcionarle la documentación de comprobación de la entrega.

Debido a que el tiempo de sobrevivencia del virus varía con respecto al tipo de material, estos se almacenarán separadamente de acuerdo a ese tiempo. Para materiales plásticos y metálicos el tiempo puede ser de hasta 72 horas; el cartón, papel o la celulosa es de 24 horas. Materiales que se requieran utilizar antes de esos lapsos pueden ser desinfectados con alcohol.

Se debe garantizar que los vehículos de transporte que entregan los materiales cumplieron el proceso de desinfección por aspersion, y que sus ocupantes cuenten con el equipo de protección personal y hayan cumplido los protocolos para ingreso a la obra.

Área para oficina en obra.

De contar con esta instalación en la obra sus dimensiones deben ser las adecuadas para mantener las distancias de separación mínima de 1.5 metros entre muebles para uso del personal (escritorios, mesas, etc.).

Deberá disponer de dispensadores de desinfectante a base de alcohol-gel por cada puesto de trabajo y de la dotación suficiente de mascarillas, cubre-bocas o barbijos.

Efectuar diariamente limpiezas y desinfección del área y de los muebles de trabajo, así como de los equipos de trabajo (teclados, accesorios de oficina, teléfonos, etc.)

Aplicar controles que garanticen el lavado de manos al ingreso y salida del personal en este espacio.

Evitar las reuniones dentro del área de oficina, especialmente si la cantidad de personas es tal que no se podrá cumplir el distanciamiento mínimo. Generar espacio a través del uso de las opciones de comunicación con los grupos de trabajo.

Campamentos con instalaciones temporales.

Para los proyectos que por su naturaleza o por su ubicación necesite habilitar este tipo de instalaciones, deberán cumplir con todas las medidas de distanciamiento, ventilación y limpieza y desinfección de áreas establecidas para los demás espacios de la obra enunciadas en este protocolo. Asimismo, las especificaciones y adecuaciones de los campamentos deben cumplir con las exigencias y requisitos definidos en las leyes nacionales que en esa materia existen.

5.5.4 Medidas de limpieza y desinfección.

Se refiere a las indicaciones que se establecen para prevenir el contagio por la presencia del virus activo en las superficies, objetos y elementos que son susceptible de contacto con los trabajadores de la obra.

Rutina de asepsia en los espacios de trabajo y obra.

Se debe garantizar el abastecimiento de jabones de mano, alcohol-gel, alcohol con concentración mayor al 60%, blanqueadores y desinfectantes de superficie, y recipientes con tapadera para desechos en las diferentes áreas de trabajo del proyecto.

Extremar las precauciones de limpieza en la obra, especialmente las zonas de alto flujo o de uso por el personal (pasillos, comedores, baños, etc.)

Evitar acumular elementos innecesarios o de desperdicio en los sitios de trabajo que puedan albergar el virus, como cajas de cartón, plásticos u otros materiales sobrantes. Desinfectar dos veces por día las superficies de mayor contacto como escritorios, mesas, perillas de puertas.

Manipulación de equipos y herramientas.

Para el equipo pesado se deberá mantener limpio e higienizadas, especialmente, las partes que se encuentra en contacto directo con las manos al momento de su uso, limpiando previamente y posterior el manubrio, las palancas, botones de uso frecuente, la silla de conducción, y en general cualquier otro elemento al alcance del operario.

Se deberá mantener desinfectantes al alcance de los operarios para realizar la desinfección previamente y posterior a su uso.

Para la herramienta menor se recomienda que, en lo posible, estas sean de uso personal.

La herramienta menor que sea utilizada por varios trabajadores se recomienda una limpieza antes de iniciar la jornada de trabajo, y entre usos especialmente si son manuales.

5.6 Medidas de Contención y Mitigación de casos.

Son las medidas que deberán activarse para controlar y atender al personal con síntomas o fuertes sospechas de estar contagiado por COVID-19.

5.6.1 Mecanismo de respuesta ante un caso.

Medidas frente a la persona.

Paso 1: Evitar en todo momento exponerlo frente a los demás trabajadores o vulnerarle de otras maneras. Se debe brindar un trato humanizado, manteniendo la confidencialidad del caso sin divulgar datos personales o cualquier otra información privada.

Paso 2: Mantener las medidas de precaución: distanciamiento mínimo, proveer de mascarilla, tapaboca o barbijo. Conducir a esta persona al área de cuidado en salud, donde pueda estar cómodo y seguro mientras se espera por el transporte para su traslado.

Paso 3: Proveer un transporte con todas las medidas de seguridad para ambos (el paciente y el conductor del vehículo) hacia el centro de salud o lugar de atención médica más inmediato para atender los casos de COVI-19 que ha dispuesto el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos (SINAGER). Si la persona presenta síntomas de alarma como dificultad para respirar o fiebre muy alta, solicitar al número 911 una ambulancia para su traslado.

Paso 4: Establecer comunicación con la persona o su contacto. Dar instrucciones para que se cumplan las indicaciones de quedarse en casa y de aislamiento propuestas por el Ministerio de Salud.

Paso 5: Elaborar un registro de los últimos contactos y movimientos de la persona dentro de la obra, para dar seguimiento y en atención a la posibilidad de contagios de otros trabajadores.

Paso 6: Llevar el seguimiento diario del estado de salud de la persona y registrar los detalles importantes para crear un historial del caso que formará parte del expediente del trabajador.

Paso 7: Si al trabajador se le realizó una prueba y resulta negativo para COVID-19, el trabajador podrá retornar a sus labores, pero antes de su reintegro deberá entregar una constancia médica extendida por el centro de salud, hospital, clínica del IHSS o de institución médica que atiende casos para esta enfermedad, certificando su condición de no contagiado por COVID-19. Se deberá realizar un interrogatorio frente a síntomas, previo a su reincorporación a la obra.

Medidas frente a la obra.

Notificar de inmediato al Comité de Bioseguridad quien a su vez se encargará de hacer las respectivas comunicaciones a las autoridades correspondientes.

Definir las medidas a seguir y las acciones a reforzar dentro de la obra, involucrando al Supervisor de Seguridad Ocupacional y Salud del proyecto y a los cargos de dirección de obra de campo.

Desarrollar un plan de continuidad integrado entre todos los mandos de dirección del proyecto y los contratistas, para responder al cierre parcial o completo de la obra, en caso de una severa limitación de las operaciones del sitio para detectar síntomas asociados a la COVID-19.

Medidas frente a los contactos en la obra.

Verificar los contactos. Se define el contacto por existir la posibilidad de incumplimiento del distanciamiento mínimo con la persona contagiada, por haber compartido un espacio cerrado durante un tiempo prolongado (más de 3 horas). Asimismo, puede haber contactos indirectos al haber tocado la misma superficie o implementos de trabajo, considerando la posibilidad que estos no estaban adecuadamente desinfectados. Se elaborará un listado de los que tuvieron contacto directo con la persona contagiada, indistintamente si no han presentado sintomatologías. El Supervisor de Seguridad Ocupacional y Salud será el responsable de efectuar una investigación minuciosa de los posibles contactos para la clasificación del nivel de riesgo. Presentará un informe en el inmediato plazo al director del Proyecto y al Comité de bioseguridad, quienes definirán las acciones a tomar.

Los trabajadores que sean clasificados en riesgo alto de contagio por contacto directo con la persona contagiada, deben permanecer en aislamiento preventivo en primera instancia y luego adoptar las medidas que la autoridad de salud determine. Mientras se está a la espera de lo que determinen las autoridades de salud, estos trabajadores no podrán asistir a la obra.

Medidas frente a las áreas.

Las áreas donde haya estado realizando sus labores la persona por las últimas 72 horas deberá ser cerradas temporalmente para ser desinfectadas, se efectuará una limpieza profunda y desinfección con desinfectantes de alto nivel (amonio cuaternario o de quinta generación) previo al reingreso de otros trabajadores a esas áreas.

5.6.2 Medidas Generales de Mitigación y Crisis.

Cuando se presentan múltiples casos sospechosos o confirmados en la obra.

- El Comité de bioseguridad asumirá de forma inmediata y directa el control de la situación en la obra.
- Dirigir la atención de las personas contagiadas y garantizar que tomen las medidas de aislamiento necesario y que se les provea de la debida atención.
- De manera inmediata informar a las autoridades locales y/o nacionales e implementar las acciones correspondientes y actuar de acuerdo a sus recomendaciones.
- Aumentar las restricciones para evitar mayores contagios.
- Definir con la Gerencia General el curso de acción que se seguirá en la obra.
- Realizar seguimiento y acompañamiento desde el centro de trabajo a los trabajadores y sus familias.

6. Referencias bibliográficas.

- OSHA. OSHA 3990. Guidance on Preparing Workplaces for COVID-19. Revisado: 15 de abril de 2020.
Disponible en: <https://www.osha.gov/index.html>.

- Organización Mundial de la Salud. Coronavirus (COVID-19). Revisado: 6 de abril de 2020.
Disponible en: <https://www.who.int/es>

- Organización Internacional del Trabajo. COVID-19. Revisado: 6 de abril de 2020.
Disponible en: <https://www.ilo.org/global/lang--es/index.htm>

- Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH). Información sobre enfermedad de coronavirus 2019. Revisado: 6 de abril de 2020.
Disponible en: <https://www.cdc.gov/spanish/niosh/index.html>

- Centros para el Control y la Prevención de las Enfermedades (CDC). COVID-19. Revisado: 6 de abril de 2020.
Disponible en: <https://espanol.cdc.gov/enes/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/cleaning-disinfection.html>

- Departamento de Trabajo de los Estados Unidos. Administración de Seguridad y Salud Ocupacional. COVID-19. Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA). Revisado: 6 de abril de 2020.
Disponible en: <https://www.osha.gov/>

- Organización Mundial de la Salud. Manual de Bioseguridad en Laboratorios. Tercera edición. Ginebra, 2005.

- Ministerio de Trabajo y Economía Social. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Espacio COVID-19. Revisado: 6 de abril de 2020.
Disponible en: <https://www.insst.es/espacio-campana-covid-19>

- Junta de Andalucía. Procedimiento de limpieza y desinfección de superficies y espacios para la prevención del coronavirus en la Comunidad Autónoma de Andalucía. Revisado: 6 de abril de 2020.

Disponible en:

https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/200320_ProcedimientoLD_Coronavirus_AND.pdf

- Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Guías de acción para los centros de trabajo ante el COVID-19. México. 2020.
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Guidance on Preparing Workplaces for COVID-19. USA. 2020.
- EU-OSHA. E-Facts 53: Risk Assessment for Biological Agents. EU. 2020.
- Ministerio de Trabajo y Economía Social. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Prevención de riesgos psicosociales en situación de trabajo a distancia debida al COVID-19: Recomendaciones para el empleador o patrono. España. 2020.
- Instituto Nacional de Estadística. Clasificador nacional de actividades económicas (CIIU4HN-2018). Honduras. 2018.
- Comunidad de Madrid, Dirección General de Salud Pública. Pautas de desinfección y espacios habitados por casos en investigación, cuarentena, probables o confirmados de COVID-19. Madrid, España. 2020
- Secretaria de Salud Honduras. Lineamientos específicos en relación a las directrices para la preparación de la red de servicios del primer nivel de atención. Marzo 2020.
- Organización Mundial de la Salud. Prevención y control de infecciones (PCI) causadas por el nuevo coronavirus (COVID-19). Módulo 3.

- Méndez-Ríos JD. Medidas mínimas de bioseguridad en instalaciones de salud ante Pandemia SARS-COV-2. Revista Médica de Panamá, 2020: Volumen 40(1):25-29.
- Confederación Española de la pequeña y mediana empresa. Procedimientos de actuación para los servicios de riesgos laborales frente a la exposición al coronavirus (SARS-COV-2). 2020.
- Ministerio de Trabajo y Economía Social. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Medidas Preventivas Generales para garantizar la separación entre trabajadores frente a COVID-19. Madrid, España. Abril 2020.
- Organización Panamericana de la Salud. Curso Nuevos virus respiratorios, incluido el COVID-19: métodos de detección, prevención, respuesta y control. Revisado: 6 de abril de 2020.

Disponible en: <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus->

7. Anexos.

Anexo 1. Medidas de prevención de la COVID-19.

Medida de protección (Equipo, material, practica)	Especificaciones Mínimas	Detalle
Gel desinfectante de manos	Contenido de alcohol mínimo requerido 60%	
Mascarilla cubre boca	Anti polución N95 filtro FFP2 y mascarilla quirúrgica	
Guantes	De nitrilo, son más resistentes a perforaciones y a productos químicos.	
Lentes de protección	Las gafas de montura integral que encierren totalmente el entorno del ojo.	
Bata u overol	Este debe ser impermeable Normativa EN 14126 2003 Indumentaria de protección contra agentes biológicos	

Lavado de manos con jabón	El jabón deberá ser en líquido y que haga espuma.	
Limpieza de objetos personales	Utilizar alcohol al 70%, rociando con atomizador la superficie de los objetos y dejar secar al aire.	
Limpieza de superficies de trabajo, pisos, paredes, puertas, escritorios y otras superficies.	Utilice cloro de uso doméstico al 5%, diluida de la siguiente manera: 4 cucharadas de Cl por litro de agua. Rocíar o frotar y dejar actuar por 10 mins.	
	Utilice amonio cuaternario al 5%, seguir instrucción de cada proveedor según sea la concentración. Espere por 10 min.	
	utilice peróxido de hidrogeno al 3% deje actuar por al menos 5 min.	
Termómetro sin contacto	Este debe ser un termómetro de rayo láser infrarrojo.	

Bomba de mochila.	con tanque de almacenamiento, cámara de aire, palanca para bombear, manguera, válvula con gatillo, lanza o tubo de aspersión y boquilla.	
-------------------	--	---

Fuente: elaboración propia.

Anexo 2. Técnica para el lavado de las manos.

Limpia tus manos

CON AGUA Y JABÓN

Duración de este procedimiento: 40-60 segundos

- 0** Mójese las manos con agua.
- 1** Deposite en la palma de la mano una cantidad de jabón suficiente para cubrir todas las superficies de las manos.
- 2** Frótese las palmas de las manos entre sí.
- 3** Frótese la palma de la mano derecha contra el dorso de la mano izquierda entrelazando los dedos y viceversa.
- 4** Frótese las palmas de las manos entre sí, con los dedos entrelazados.
- 5** Frótese el dorso de los dedos de una mano con la palma de la mano opuesta, agarrándose los dedos.
- 6** Frótese con un movimiento de rotación el pulgar izquierdo, atrapándolo con la palma de la mano derecha y viceversa.
- 7** Frótese la punta de los dedos de la mano derecha contra la palma de la mano izquierda, haciendo un movimiento de rotación y viceversa.
- 8** Enjuáguese las manos con agua.
- 9** Séquese con una toalla desechable.
- 10** Sirvase de la toalla para cerrar el grifo.
- 11** Sus manos son seguras.

Tener las manos limpias reduce la propagación de enfermedades como COVID-19

OPS Organización Panamericana de la Salud Organización Mundial de la Salud **Conócelo. Prepárate. Actúa.**
www.paho.org/coronavirus

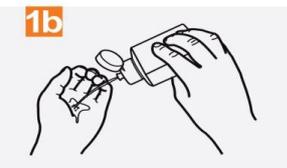
Fuente: Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud.

Anexo 3. Técnica para desinfección de las manos.

Limpia tus manos

CON UN GEL A BASE DE ALCOHOL

⌚ Duración de este procedimiento: 20-30 segundos

1a  **1b** 

Deposite en la palma de la mano una dosis de producto suficiente para cubrir todas las superficies.

Frótese las palmas de las manos entre sí.

2 

3  **4** 

Frótese la palma de la mano derecha contra el dorso de la mano izquierda entrelazando los dedos y viceversa.

Frótese las palmas de las manos entre sí, con los dedos entrelazados.

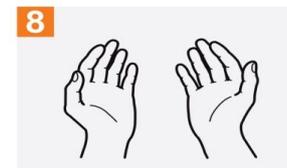
5 

Frótese el dorso de los dedos de una mano con la palma de la mano opuesta, agarrándose los dedos.

6  **7** 

Frótese con un movimiento de rotación el pulgar izquierdo, atrapándolo con la palma de la mano derecha y viceversa.

Frótese la punta de los dedos de la mano derecha contra la palma de la mano izquierda, haciendo un movimiento de rotación y viceversa.

8 

Una vez secas, sus manos son seguras.

Tener las manos limpias reduce la propagación de enfermedades como COVID-19

OPS Organización Panamericana de la Salud  Organización Mundial de la Salud ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD

Conócelo. Prepárate. Actúa.
www.paho.org/coronavirus

Fuente: Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud.

Anexo 4. Momentos para lavado y desinfección de las manos.

Limpia tus manos

¿Cuándo?

-  Antes de tocarte la cara
-  Después de toser o estornudar
-  Después de ir al baño
-  Antes y después de cambiar pañales
-  Antes de preparar y comer alimentos
-  Antes y después de visitar o atender a alguien enfermo
-  Después de tirar la basura
-  Después de tocar las manijas de las puertas
-  Después de estar en lugares públicos concurridos

Tener las manos limpias reduce la propagación de enfermedades como COVID-19

OPS Organización Panamericana de la Salud  Organización Mundial de la Salud

Conócelo. Prepárate. Actúa.
www.paho.org/coronavirus

Fuente: Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud.

Anexo 5. Medidas de protección.



Enfermedad por coronavirus 2019

CUBRA SU TOS

EVITE QUE LAS PERSONAS A SU ALREDEDOR SE ENFERMEN



Cúbrase la boca y la nariz con un pañuelo desechable al toser o estornudar.

Deseche el pañuelo usado en un basurero y lávese las manos con agua y jabón, o use un gel para manos a base de alcohol.



Si no tiene un pañuelo desechable, tosa o estornude en el pliegue interno del codo, no en las manos.



Si está enfermo y hay mascarillas disponibles, úselas para proteger a los demás.

OPS



Conócelo. Prepárate. Actúa.

www.paho.org/coronavirus

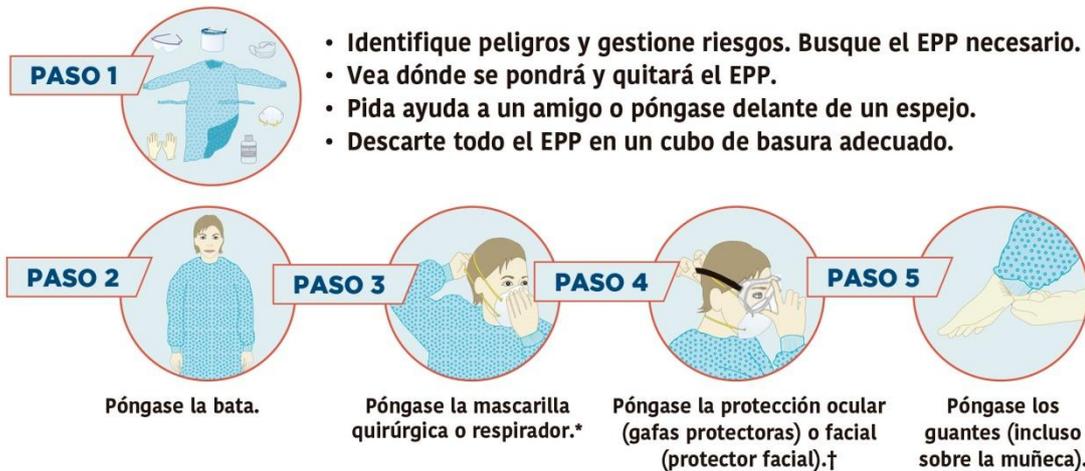
Fuente: Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud.

Anexo 6. Técnicas para ponerse y quitarse los EPP.

COVID-19

Enfermedad por coronavirus 2019

CÓMO PONERSE EL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)



*Puede ser una mascarilla quirúrgica o un respirador (N95 o similar), según el nivel de atención.

En el procedimiento generador de aerosoles (PGA), use un respirador (N95 o similar).

†Por ejemplo, visor, careta o gafas protectoras (considere la posibilidad de usar gafas antiempañante o un líquido antiempañante).

CÓMO QUITARSE EL EPP

- Evite la contaminación para usted mismo, los demás y el entorno.
- Quítese primero los elementos más contaminados.



Fuente: Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud.

Anexo 7. Eficiencia de las mascarillas nasobucales.



Fuente: VARSOY Healthcare.

Anexo 8. Técnica para la toma de temperatura corporal con termómetro digital clínico infrarrojo o laser (sin contacto).

Descripción:

- El lugar de la toma será en la frente de la persona.
- Cada tipo de termómetro digital especifica el botón a pulsar, (si lo trae o es de sensibilidad por objeto puesto enfrente).
- La distancia recomendada de la frente al sensor (varia de 2 cm hasta 15cm), y el tiempo de espera para dar la lectura correcta de la temperatura, va desde instantánea hasta 4 segundos.

Fuente: PCE. Termómetro infrarrojo para fiebre. Disponible en:<https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-temperatura/termometro-infrarrojo-pce-fit10.htm>

Anexo 9. Técnica de limpieza de doble cubo.

Descripción:

- El equipo de limpieza consta de un pequeño carro con dos cubos, uno azul para agua limpia más solución desinfectante y uno rojo donde ira el agua sucia y una prensa sobre el cubo rojo.
- En el cubo azul se coloca el agua limpia y el producto de limpieza, llenándolo $\frac{3}{4}$ partes, en el segundo cubo, de color rojo, que vamos a utilizar para el agua sucia se llena $\frac{1}{4}$ parte de agua limpia y se coloca el escurridor en él.
- Se sumerge el trapeador en el cubo donde se encuentra la mezcla del agua y del producto de limpieza específico.
- Se escurre y se friega un trozo de suelo con movimientos en forma de zigzag.
- Se escurre el trapeador en una prensa sobre en el cubo rojo,
- Se vuelve a sumergir en el cubo que tiene el producto y se van repitiendo todos los pasos hasta que se friega todo el suelo.

Fuente: ALFHAM. Limpieza mediante barrido húmedo con doble cubo. Disponible en:<https://alfham.es/servicios-de-limpieza-barcelona/limpieza-mediante-barrido-humedo-con-doble-cubo/>



KFW

**PROGRAMA DE ADAPTACIÓN URBANA AL CAMBIO CLIMÁTICO EN
CENTROAMÉRICA - COMPONENTE HONDURAS**

INFORME DE ESTUDIO GEOLÓGICO / GEOTÉCNICO

KfW-005

Proyecto:

Obras para el Control Integrado de Escorrentías Superficiales e Infiltración en Colonia Altos de los Pinos, Sector El Cerro; Tegucigalpa, M.D.C.

Responsable:

José Antonio de San Antonio Escribano

Agosto 2019



1. Introducción.....	2
2. Observaciones de campo	2
3. Conclusiones.....	5
4. Recomendaciones	6



INFORME

1. Introducción

La capital de la República presenta una serie de características particulares que la hace especialmente vulnerable a los movimientos de ladera. Su especial orografía, que se puede definir como una cubeta rodeada de montañas y el hecho de que sea un foco de atracción para nueva población en busca de oportunidades para mejorar su calidad de vida; ha dado lugar a que se ocupen espacios con una fuerte pendiente y unas características geológicas poco favorables para el asentamiento de viviendas.

2. Observaciones de campo

Desde el punto de vista geológico, el área de trabajo se encuentra dentro del Grupo Padre Miguel, identificado en el mapa con el término Tpm, y caracterizado por ser una secuencia de ignimbritas de diferente naturaleza (riolítica, andesítica y dacítica), presentando una coloración diversa. Dentro de este grupo pueden aparecer rocas sedimentarias formadas por clastos provenientes de rocas ígneas que pueden llegar a estar bien estratificadas.. (Figura 1)

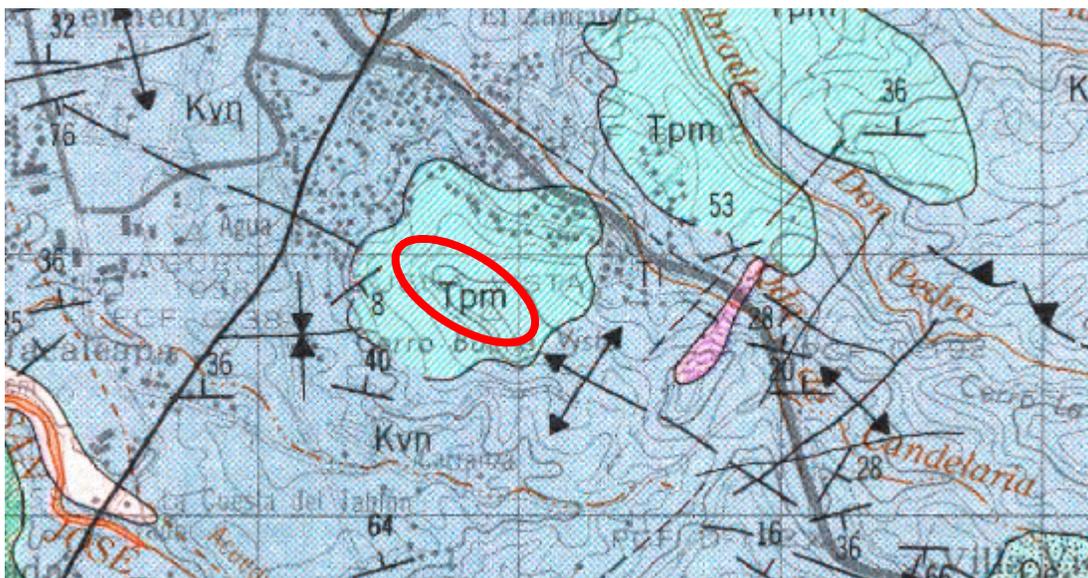


Figura 1: Mapa geológico de la zona de trabajo



Durante la visita realizada a la zona, se ha podido observar que existe una discrepancia entre los materiales representados en la figura 1 y lo observado, ya que se ha podido identificar la presencia de rocas andesíticas. Estas rocas estarían ocupando la parte alta de la colonia. En la Figura 2 se representa el contacto entre las rocas andesíticas y las ignimbritas.



Figura 2: Situación de las diferentes rocas encontradas en la zona. Morado para las andesitas y amarillo para las ignimbritas

En la Figura 3 están situadas las zonas de deslizamientos que fueron identificadas en el trabajo realizado por el programa de JICA de 2012. Se puede observar la presencia de dos zonas de deslizamiento, ambas en la parte noroccidental del área a intervenir. Ninguna de las dos se había identificado en los mapas geológicos existentes con anterioridad.

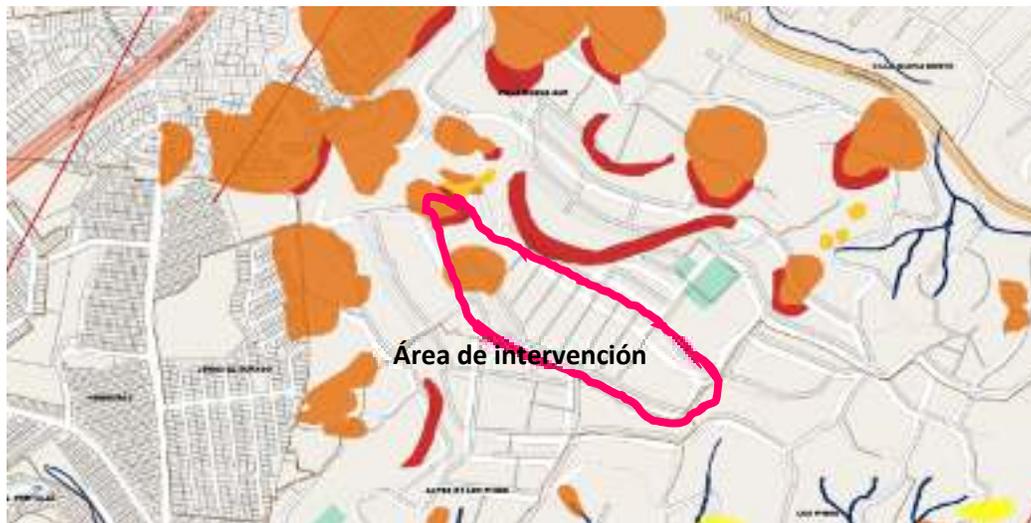


Figura 3: Mapa de deslizamiento del DC

Desde el punto de vista geomorfológico, se pueden distinguir dos partes muy bien diferenciadas; la parte superior del cerro, con una topografía plana o con una pendiente muy ligera, menor del 5%; y una ladera con pendientes con pendientes importantes, superiores al 60%.

En base a las imágenes disponibles, sólo parece que se puede identificar con una cierta solvencia la existencia de una zona de deslizamiento el área marcada con el número 1. Durante la visita de campo, y en entrevistas directas con los vecinos de la zona, no se han reportado problemas de deslizamientos.

En la Figura 4, se puede observar una depresión en la ladera, la cual se puede interpretar como una cicatriz de deslizamiento. En el resto del área a intervenir no se ha observado indicios de inestabilidad de laderas.



Figura 4: Situación del deslizamiento interpretado por fotografía

En base a lo indicado con anterioridad, se puede inferir que la problemática existente en la zona está relacionada con la escorrentía superficial de aguas lluvia, ya que, por una parte, el terreno está formado por rocas con una muy baja permeabilidad (tanto las andesitas como las ignimbritas), y por otra, la fuerte pendiente, la cual no permite que las aguas superficiales estén el tiempo necesario en contacto con el terreno para facilitar su infiltración.

3. Conclusiones

En base a lo expuesto con anterioridad, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

1. El área visitada se encuentra con una problemática creada por la escorrentía superficial, que afecta directamente a la calidad de vida de los habitantes de la zona.



2. Los materiales geológicos sobre los que se asienta la colonia son andesitas, que ocupan la parte alta de la colonia, e ignimbritas.
3. Si bien en los mapas de riesgos existentes se sitúan en el área estudiada zonas de deslizamiento, no han sido reportados por los vecinos problemática relacionada con el movimiento de laderas.

4. Recomendaciones

Las recomendaciones que se pueden extraer de lo anteriormente expuesto son:

1. Realizar una actuación mediante la cual se recojan las aguas superficiales, de manera que se eviten los problemas causados por dicha escorrentía superficial a los vecinos e impida la infiltración de dicha agua en el terreno, lo que podría afectar a la estabilidad de la zona deslizada identificada en los mapas.
2. En el caso de necesitarse unos valores geotécnicos orientativos de los materiales de la zona, se recomiendan tomar los que se presentan en la tabla siguiente, los cuales han sido extraídos de la bibliografía especializada. Estos datos son para la roca sana:
 - a. Para las ignimbritas se pueden considerar los siguientes valores:

Peso específico (g/cm ³)	Porosidad (%)	Permeabilidad	Resistencia a compresión simple (KPa)	Resistencia a la tracción (KPa)	Cohesión, c (KPa)	E (KPa)	v
1.9 – 2.3	14 - 40	10 ⁻⁷ – 10 ⁻¹²	9,807 – 45111	981 – 3,923	686	29 – 745	0.24 – 0.29

Tomado de “Ingeniería Geológica”. Coordinador Luis I. González de Vallejo, Madrid 2002

- b. Para las andesitas, los valores geotécnicos que se pueden adoptar son los siguientes:

Tomado de “Ingeniería Geológica”. Coordinador Luis I. González de Vallejo, Madrid 2002



Peso específico (g/cm ³)	Porosidad (%)	Permeabilidad	Resistencia a compresión simple (KPa)	Resistencia a la tracción (KPa)	Cohesión, c (KPa)	E (KPa)	v
2.7 – 2.9	0.1 - 2	10 ⁻⁷ – 10 ⁻¹²	78,453 – 196,133	4,903 – 24,516	19,613 – 58,839	313 – 980	0.19 – 0.38

Como valor para la capacidad soportante el terreno, siempre que se apoyen las estructuras sobre la roca sana, se puede considerar de un valor de 196 KPa.

Para los rellenos utilizados en los laterales de las cunetas, los parámetros geotécnicos que se pueden considerar son los siguientes:

Φ : 28°

Cohesión: 0.03 KPa

Densidad: 18.63 KN/m³



KFW

**PROGRAMA DE ADAPTACIÓN URBANA AL CAMBIO CLIMÁTICO EN
CENTROAMÉRICA - COMPONENTE HONDURAS**

INFORME DE ESTUDIO HIDROLÓGICO / HIDRÁULICO

KfW-005

Proyecto:

**Obras para el Control Integrado de Escorrentías
Superficiales e Infiltración en Colonia Altos de
los Pinos, Sector El Cerro; Tegucigalpa, M.D.C.**

Responsable:

Ing. Alberto Pinto

DICIEMBRE 2019



1.	Introducción.....	2
2.	Generalidades	3
2.1.	Ubicación del Proyecto	3
2.2.	Caracterización de la amenaza.....	4
3.	Metodología.....	6
3.1.	Análisis hidrológico.....	6
3.1.1.	Estudio de las cuencas hidrográficas	6
3.1.2.	Parámetros morfométricos de las cuencas	7
3.1.3.	Tiempo de concentración	7
3.1.4.	Coeficiente de Escorrentía.....	9
3.1.5.	Periodo de Retorno	9
3.1.6.	Curvas IDF	10
3.1.7.	Estimación de Caudales de Diseño (Método Racional).....	11
3.2.	Análisis hidráulico	12
3.2.1.	Flujo en canales abiertos.....	12
3.2.2.	Resultados del dimensionamiento hidráulico	13
4.	Conclusiones.....	20
5.	Recomendaciones	20
6.	Referencias	24



INFORME

1. Introducción

El presente informe describe de forma resumida, la metodología empleada en este estudio y presenta los resultados obtenidos a partir del análisis hidrológico-hidráulico de las obras de mitigación a ser construidas en la Colonia Altos de Los Pinos, sector El Cerro, ubicada en Tegucigalpa M.D.C., Francisco Morazán. Este estudio hidrológico y su posterior dimensionamiento hidráulico de sus estructuras de drenaje forma parte de las obras adicionales a desarrollarse en el marco del proyecto de "Adaptación al cambio climático en áreas urbanas de Centroamérica - componente Honduras".

El estudio completo se desprende de las visitas de reconocimiento in situ, levantamientos topográficos tanto del cauce de quebradas como de su georreferenciación de estructuras existentes, también inspección visual de las mismas con el objetivo de evaluar, de manera preliminar, su estado y funcionamiento. De manera adicional, el estudio incorpora un análisis detallado de las características morfométricas y comportamiento hidrológico de las cuencas de aporte, además de la valoración de las condiciones climáticas del sitio a fin de determinar los caudales de diseño. Finalmente, haciendo uso de dichos valores de caudal, se procedió a revisar la capacidad hidráulica de las obras de drenaje existente y se dimensionaron las cunetas nuevas.

Para llevar a cabo el análisis hidrológico se ha implementado la metodología y lineamientos de diseño propuestos en el Manual de referencias hidrológicas del FHIS. Dicho análisis ha sido posible mediante la aplicación de herramientas informáticas de análisis espacial e hidrológico como ser ArcGIS. Para el análisis hidráulico se han implementado los lineamientos establecidos en el manual de carretas de SOPTRAVI, Tomo 6, así como también las pautas propuestas en el recientemente publicado "Manual de consideraciones técnicas hidrológicas e hidráulicas para la infraestructura vial en Centro América", del SIECA. Al igual que en el caso del análisis hidrológico, para la parte hidráulica también se han empleado una hoja de cálculo de Excel para el diseño de canales rectangulares.



2. Generalidades

2.1. Ubicación del Proyecto

El proyecto está ubicado en la colonia Altos de Los Pinos, sector El Cerro, colindando con las colonias Villanueva Sur y la Residencial Honduras, entrando por la calle principal hacia la Aldea El Jícaro frente a la Universidad Tecnológica de Honduras (UNITEC) Tegucigalpa, Francisco Morazán, M.D.C.

La ubicación de área a intervenir se encuentra en coordenadas UTM 16P 481886.84 m E 1553903.66 m N.

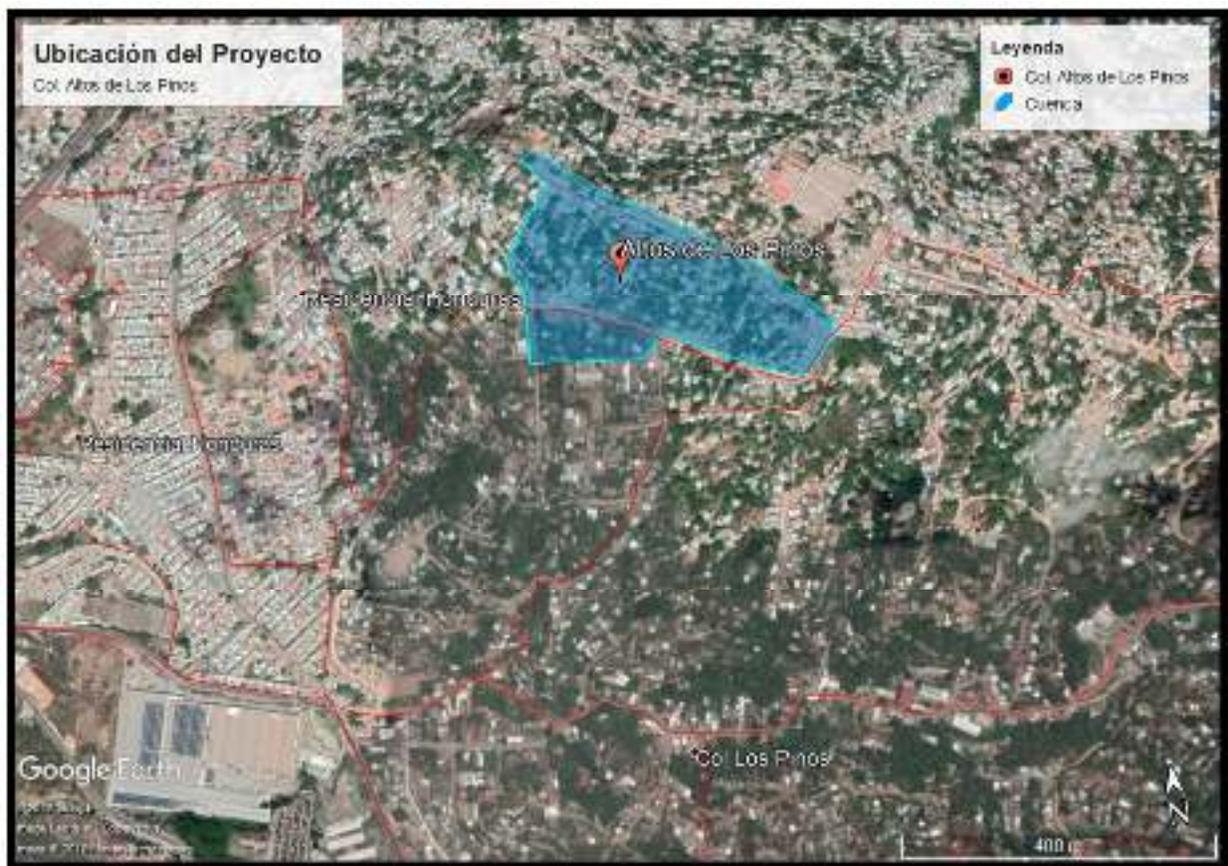


Ilustración 1 - Ubicación del Proyecto



2.2. Caracterización de la amenaza

El Sector El Cerro de la Col. Altos de Los Pinos se encuentra dentro del polígono de alta susceptibilidad ante deslizamientos según el mapa de Susceptibilidad por Amenazas de la Alcaldía Municipal del Distrito Central. Adicionalmente, el inventario de deslizamientos elaborado por la Agencia de Cooperación Japonesa JICA 2002 muestra zonas de deslizamiento y escarpes dentro del perímetro del área a intervenir. Partiendo de las valoraciones hechas en campo junto con el especialista en Geología y Geotecnia del Equipo Técnico Formador, se pudo constatar que los suelos predominantes en el sitio consisten de Basaltos e Ignimbritas, los cuales se caracterizan por ser materiales bastante impermeables y resistentes en su estado sano (cuando no hay presencia de roca fracturada).

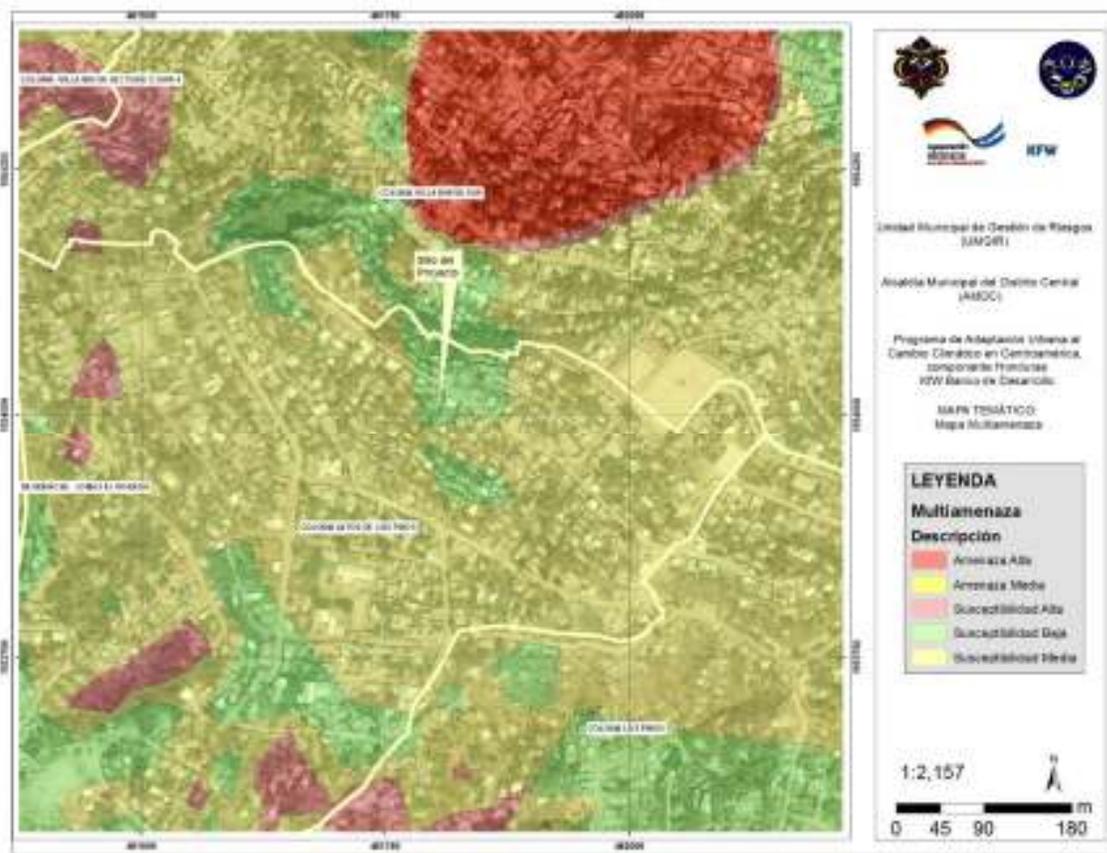


Ilustración 2 - Mapa temático: Multiamenaza



La presencia de suelos rocosos (impermeables) junto con las pronunciadas pendientes predominantes en la zona (mayores al 30%) y la carencia de sistemas de canalización de flujos superficiales, brindan evidencia suficiente para deducir que, durante eventos de precipitación intensa, se producen flujos de escorrentía con velocidades altas que conllevan el arrastre de escombros, la socavación de estructuras y otros efectos que representan una amenaza para los habitantes de la zona y sus bienes materiales. Por consiguiente, debido a las condiciones físicas y socioeconómicas del Sector El Cerro de Col. Altos de los Pinos, existe una alta amenaza ante inundaciones repentinas de altas velocidades de flujo con el potencial de ocasionar daños materiales, y la inhabilitación temporal de vías de evacuación.

En aras de reducir el riesgo de inundaciones repentinas, se ha propuesto construir una red de canales a lo largo y ancho del Sector El Cerro de Altos de Los Pinos con el fin de captar, canalizar y evacuar los flujos superficiales que producen la amenaza hacia sectores menos susceptibles aguas abajo. El siguiente esquema muestra la ubicación tentativa de la red de canales:

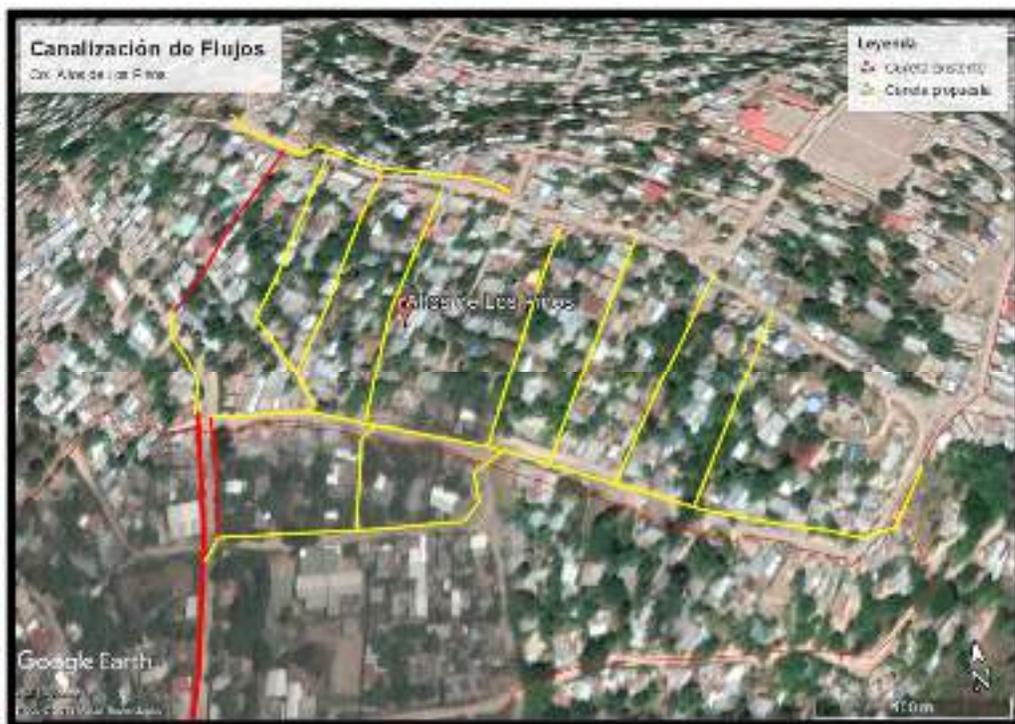


Ilustración 3 - Esquema de Red de Canalización de Flujos Superficiales



3. Metodología

3.1. Análisis hidrológico

3.1.1. Estudio de las cuencas hidrográficas

El primer paso para la estimación del aporte de escorrentía superficial es la determinación de las características morfométricas de las cuencas hidrográficas. Para ello es necesario delimitar el área de drenaje de las cuencas y calcular diferentes parámetros físicos de la misma: área, perímetro, longitud y pendiente media del cauce principal. Esto, debido al tamaño relativamente pequeño de la cuenca y a la falta de modelos de terreno de alta resolución se ha realizado haciendo uso de la topografía presentada en el programa de Google Earth. Al ubicarse el proyecto en la parte más alta del cerro, se puede deducir que el área de captación de agua lluvia será de tamaño relativamente pequeño. Se ha identificado un área de captación total de 6.40 hectáreas para todo el proyecto, el cual se ha dividido en micro cuencas para el análisis de cada tramo de cunetas. A continuación, se muestra el esquema de la cuenca y los tramos de cuneta propuestos.



Ilustración 4 - Delimitación del área de captación



3.1.2. Parámetros morfométricos de las cuencas

La estimación de los parámetros morfométricos más importantes se ha llevado mediante el software Google Earth y una hoja de cálculo en Excel. Los parámetros determinados para cada cuenca son los siguientes:

- ✓ Área de la cuenca,
- ✓ Perímetro de la cuenca,
- ✓ Longitud del cauce más largo,
- ✓ Pendiente del cauce principal y,
- ✓ Tiempo de concentración, entre otros.

A continuación, se muestra una tabla resumen de los parámetros morfométricos de la cuenca hidrográfica delimitada para el proyecto de cunetas en Col. Altos de Los Pinos.

Nombre	Perímetro (m)	Área (m ²)	Área (km ²)	Longitud de cauce más largo (m)	Longitud de cauce más largo (km)	Elev. Max (msnm)	Elev. Min (msnm)
Cuenca 1-2	422	3435	0.003435	150	0.15	1225	1215
Cuenca 2-3	125	706	0.000706	60	0.06	1222	1215
Cuenca 2-4	300	4826	0.004826	100	0.1	1215	1174
Cuenca 4-5	281	4012	0.004012	70	0.07	1174	1170
Cuenca 6-7	975	48327	0.048327	400	0.4	1230	1170
Cuenca A-B	276	4017	0.004017	90	0.09	1225	1200
Cuenca C-D	285	3620	0.00362	110	0.11	1230	1195
Cuenca E-F	313	4685	0.004685	120	0.12	1228	1190
Cuenca G-H	321	4698	0.004698	125	0.125	1228	1185
Cuenca I-J	336	5772	0.005772	130	0.13	1224	1178
Cuenca K-L	290	3944	0.003944	120	0.12	1223	1177
Cuenca M-N	248	3447	0.003447	106	0.106	1220	1185
Cuenca Q-S	420	8266	0.008266	170	0.17	1185	1162
Cuenca P-R	172	1817	0.001817	50	0.05	1178	1170

Tabla 1 - Parámetros morfométricos de la cuenca

3.1.3. Tiempo de concentración

Este término es el tiempo que toma la lluvia que cae en el punto más distante de la corriente de agua de una cuenca para llegar a una sección determinada de dicha corriente. El tiempo



de concentración mide el tiempo que se necesita para que toda la cuenca en estudio contribuya con escorrentía superficial en una sección considerada*1. Para fines de este estudio se usará un mínimo de **5 minutos** (debido al tamaño reducido de la cuenca) para todos los tramos de cuneta, excepto para el tramo 6 – 7 el cual tiene un Tc de **6.33 minutos** según el cálculo realizado haciendo uso de las siguientes fórmulas y posteriormente promediando el valor de Tc.

Fórmula para el tiempo de concentración	Autor		
$t_c = 14.6 * \frac{L}{A^{0.1} * S^{0.2}}$	Bransby - Williams	$T_c = \frac{0.108 * (A * L)^{1/3}}{S^{0.5}}$	Passini
$t_c = 60 * \left(\frac{0.87075 * L^3}{H} \right)^{0.385}$	California Culvert Practice	$T_c = 0.76 * A^{0.38}$	Pilgrim y McDermott
$t_c = 0.0078 * \frac{Lp^{0.77}}{S_{mi}^{0.385}}$	Kirpich	$T_c = 0.3 * \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76}$	Témez
$T_c = 0.335 * \left(\frac{A}{S^{0.5}} \right)^{0.593}$	Clark	$T_c = 1.7694 * \frac{A^{0.325}}{L^{0.096} * S_0^{0.290}}$	Valencia y Zuluaga
$T_c = \frac{4 * \sqrt{A} + 1.5 * L}{25.3 * \sqrt{S * L}}$	Giandotti	$T_c = 5 * \left(\frac{Lmi}{S^{0.5}} \right)^{0.5}$	Johnstone Cross

En donde:

Unidades de las variables de las fórmulas	
L: Longitud del curso de agua más largo	Km.
L: Longitud del curso de agua más largo	m
Lmi: Longitud del curso de agua más largo	mi
Lp: Longitud del curso de agua más largo	pie
A: Área de la cuenca	Km2
H: Diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida	m
S: pendiente promedio del cauce principal	m/m
Sc: Pendiente media de la cuenca	m/m
s: pendiente promedio del cauce principal pie/mi	pie/mi
So: pendiente promedio del cauce principal en %	%

Tabla 2 - Fórmulas para el cálculo del Tiempo de Concentración (Tc)



3.1.4. Coeficiente de Escorrentía

Se ha decidido emplear un coeficiente de escorrentía de **0.792** para todas las cuencas considerando su pendiente y las características de la superficie de la cuenca el cual se obtuvo de la siguiente tabla*³.

Tabla 4-7 Coeficientes de escorrentía recomendados para ser usados en el estado nacional (Cron, Molden, & Aron, 1994)

CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
Condición pobre (cobertura de pasto menor del 50% del área)							
Pendiente 0 - 2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.50
Promedio, 2 - 7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (cobertura de pasto del 50 al 75% del área)							
Pendiente 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.51
Promedio, 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (cobertura de pasto mayor del 75% del área)							
Pendiente 0 - 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2 - 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Áreas no desarrolladas							
Área de Cultivo							
Pendiente 0 - 2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2 - 7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Ferrestales							
Pendiente 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Botijas							
Pendiente 0 - 2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2 - 7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

*Nota: Los valores de la Tabla 4-7 son los estándares utilizados en la ciudad de Austin, Texas.

3.1.5. Periodo de Retorno

Para el diseño de estructuras hidráulicas y el correcto tratamiento del riesgo de falla se debe conocer la probabilidad de ocurrencia de los eventos que condicionan dicha estructura. La probabilidad de ocurrencia se suele representar a través del período de retorno, el cual indica la probabilidad de ocurrencia de un evento en años. El periodo de retorno depende de la importancia de la obra hidráulica en cuestión y del nivel de seguridad que se desee para el análisis.

Tomando en cuenta lo anterior, se procedió a diseñar con un período de retorno de **25 años**.

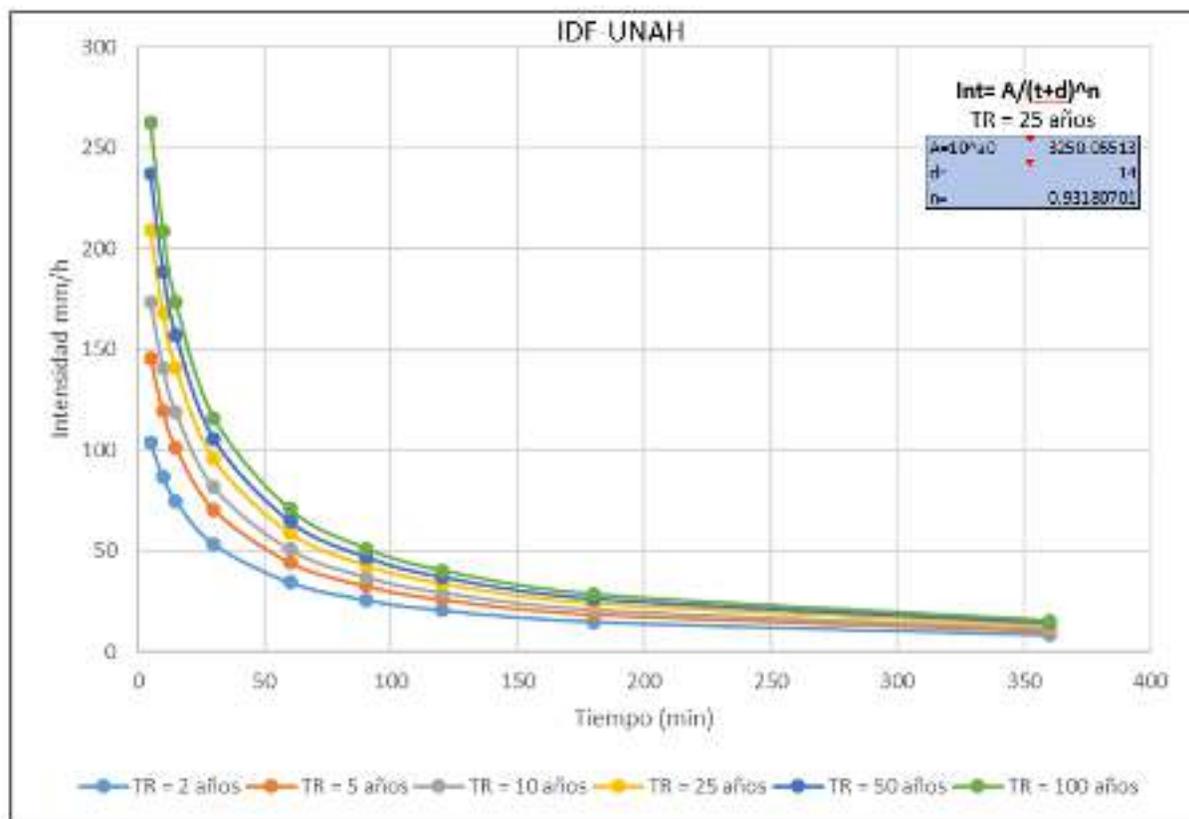


3.1.6. Curvas IDF

Las Curvas IDF se expresan en un juego de curvas o ecuaciones empíricas a las que se ajustan los valores de lluvia (intensidades) para las diferentes duraciones. Un modelo general es:

$$I = \frac{a}{(b + d)^n}$$

En donde **I** es la intensidad de la lluvia de diseño en mm/h, **d** es la duración de la tormenta en minutos, y **a**, **b** y **n** son coeficientes que varían con el lugar y el período de retorno. Para este proyecto se utilizaron las curvas IDF de la estación UNAH*⁵ debido a que se encuentran más cercanas a la zona de nuestro análisis aproximadamente a 3.5 km de distancia.



*⁵.- Estudio realizado por el ingeniero Roberto Granados



3.1.7. Estimación de Caudales de Diseño (Método Racional)

Tal y como se ha mencionado previamente, la estimación de los caudales de diseño se ha llevado a cabo mediante la aplicación del método racional. Este método permite la estimación del caudal máximo en una cuenca en base al área total y condiciones morfológicas de la misma, así como la intensidad de la lluvia que cae sobre ella. La fórmula matemática que emplea el método racional es la siguiente:

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{360}$$

Dónde:

Q : Caudal (m³/s)

C : coeficiente de escorrentía (adimensional).

i : Intensidad de lluvia (mm/hr).

A : Área de drenaje (Ha).

Una vez obtenidos todos los parámetros de la fórmula racional se procedió a calcular los caudales de diseño mostrados a continuación:

Nombre	Coficiente Escorrentía	Intensidad (mm/h) TR=25	Área (ha)	Caudal (m ³ /s) TR=25
Cuenca 1-2	0.792	209.093	0.344	0.158
Cuenca 2-3	0.792	209.093	0.071	0.032
Cuenca 2-4	0.792	209.093	0.483	0.222
Cuenca 4-5	0.792	209.093	0.401	0.185
Cuenca 6-7	0.792	179.882	4.833	1.912
Cuenca A-B	0.792	209.093	0.402	0.185
Cuenca C-D	0.792	209.093	0.362	0.167
Cuenca E-F	0.792	209.093	0.469	0.216
Cuenca G-H	0.792	209.093	0.470	0.216
Cuenca I-J	0.792	209.093	0.577	0.266
Cuenca K-L	0.792	209.093	0.394	0.181
Cuenca M-N	0.792	209.093	0.345	0.159
Cuenca Q-S	0.792	209.093	0.827	0.380
Cuenca P-R	0.792	209.093	0.182	0.084
Caudal de salida (m3/s)				2.89

Tabla 3 - Resultados del Análisis Hidrológico



3.2. Análisis hidráulico

3.2.1. Flujo en canales abiertos

Para la evaluación y dimensionamiento de las obras de drenaje en una carretera es fundamental conocer las condiciones del flujo que se transporta a través de ellas. Antes y después (y bajo ciertos valores de caudal, durante) de su paso por las estructuras de drenaje, las condiciones del flujo pueden ser idealizadas como aquellas de un canal abierto. El flujo en canales abiertos se representa comúnmente mediante la ecuación de Manning. Dicha ecuación permite calcular la velocidad del flujo en un canal abierto en función de sus dimensiones, el tipo de material y la pendiente del mismo.

$$V = \frac{1.49 R^2 S}{n}$$

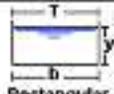
Donde:

- V : Velocidad de flujo en m³/s
- n : Coeficiente de rugosidad (adimensional)
- R : Radio hidráulico de la sección
- S : Pendiente promedio longitudinal

A su vez, la fórmula de continuidad nos permitirá relacionar dicha velocidad con el caudal entrante y el área hidráulica llenada.

$$Q = V * A$$

En este caso, y debido a que el espacio en las áreas urbanas suele ser reducido, se ha propuesto utilizar secciones rectangulares, las cuales se han diseñado en 14 tramos correspondientes a los puntos críticos de cambio de dirección o pendiente del flujo.

Tipo de sección	Área A (m ²)	Perímetro mojado P (m)	Radio hidráulico Rh (m)	Espejo de agua T (m)
 Rectangular	by	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	b

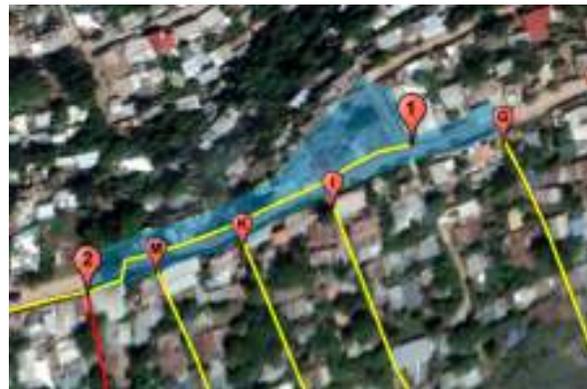


3.2.2. Resultados del dimensionamiento hidráulico

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir del dimensionamiento hidráulico del drenaje. Para la determinación de las áreas de aporte de escorrentía, para la estimación de los caudales de diseño y para el dimensionamiento hidráulico del drenaje menor se tomaron las siguientes consideraciones:

- Las direcciones del flujo han sido determinadas en base al perfil longitudinal que se ha proporcionado en los planos, mediante la nube de puntos.
- Los coeficientes de rugosidad han sido estimados de manera empírica (según Chow, 1959) para reflejar la rugosidad del revestimiento del mortero con acabado rústico.
- Se ha considerado un valor adicional de 0.1 L/s por hectárea, debido a que un porcentaje de las aguas grises de la comunidad son actualmente descargadas a la red de cunetas. Debido al área reducida del proyecto (6.50 Ha) dicho valor no aporta una carga significativa por lo cual se puede despreciar.

Cálculos Hidráulicos: Tramo 1-2		
Tipo de sección	Rectangular	
Material revestimiento	Mortero con acabado rústico	
Caudal diseño Q	0.158	m ³ /s
Profundidad cuneta h	0.3	m
Ancho cuneta b	0.3	m
Rugosidad Manning n	0.018	
Pendiente diseño	7.59%	
Lámina de agua y	0.2	m
Velocidad	2.97	m/s
Q max cuneta	0.178	m ³ /s





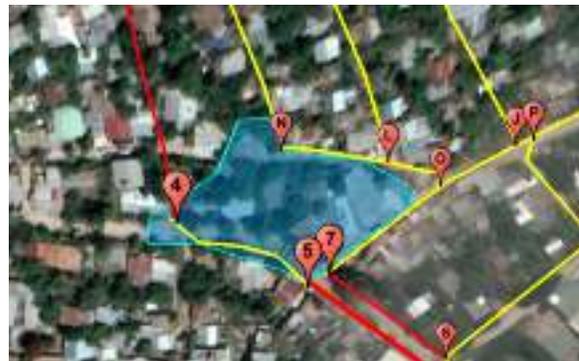
Cálculos Hidráulicos: Tramo 2-3		
Tipo de sección	Rectangular	
Material revestimiento	Mortero con acabado rústico	
Caudal Total, Qt	0.032	m ³ /s
Profundidad cuneta h	0.3	m
Ancho cuneta b	0.3	m
Rugosidad Manning n	0.018	
Pendiente diseño	7.14%	
Lámina de agua y	0.2	m
Velocidad	2.89	m/s
Q max cuneta	0.173	m ³ /s



Cálculos Hidráulicos: Tramo 2-4		
Tipo de sección	Rectangular	
Material revestimiento	Mortero con acabado rústico	
Caudal Total, Qt	0.412	m ³ /s
Profundidad cuneta h	0.45	m
Ancho cuneta b	0.55	m
Rugosidad Manning n	0.018	
Pendiente diseño	32.54%	
Lámina de agua y	0.35	m
Velocidad	9.11	m/s
Q max cuneta	1.753	m ³ /s
Observaciones	*Cuneta existente	



Cálculos Hidráulicos: Tramo 4-5		
Tipo de sección	Rectangular	
Material revestimiento	Mortero con acabado rústico	
Caudal Total, Qt	0.597	m ³ /s
Profundidad cuneta h	0.45	m
Ancho cuneta b	0.55	m
Rugosidad Manning n	0.018	
Pendiente diseño	7.27%	
Lámina de agua y	0.35	m
Velocidad	4.30	m/s
Q max cuneta	0.829	m ³ /s





Cálculos Hidráulicos: Tramo 6-7

Tipo de sección	Rectangular	
Material revestimiento	Mortero con acabado rústico	
Caudal Total, Qt	1.912	m ³ /s
Profundidad cuneta h	0.6	m
Ancho cuneta b	0.6	m
Rugosidad Manning n	0.018	
Pendiente diseño	15.76%	
Lámina de agua y	0.5	m
Velocidad	7.23	m/s
Q max cuneta	2.168	m ³ /s



Cálculos Hidráulicos: Tramo A-B

Tipo de sección	Rectangular	
Material revestimiento	Mortero con acabado rústico	
Caudal Total, Qt	0.185	m ³ /s
Profundidad cuneta h	0.3	m
Ancho cuneta b	0.3	m
Rugosidad Manning n	0.018	
Pendiente diseño	43.53%	
Lámina de agua y	0.2	m
Velocidad	7.13	m/s
Q max cuneta	0.428	m ³ /s



Cálculos Hidráulicos: Tramo C-D

Tipo de sección	Rectangular	
Material revestimiento	Mortero con acabado rústico	
Caudal Total, Qt	0.167	m ³ /s
Profundidad cuneta h	0.3	m
Ancho cuneta b	0.3	m
Rugosidad Manning n	0.018	
Pendiente diseño	41.94%	
Lámina de agua y	0.2	m
Velocidad	6.99	m/s
Q max cuneta	0.420	m ³ /s





Cálculos Hidráulicos: Tramo E-F		
Tipo de sección	Rectangular	
Material revestimiento	Mortero con acabado rústico	
Caudal Total, Qt	0.216	m ³ /s
Profundidad cuneta h	0.3	m
Ancho cuneta b	0.3	m
Rugosidad Manning n	0.018	
Pendiente diseño	26.88%	
Lámina de agua y	0.2	m
Velocidad	5.60	m/s
Q max cuneta	0.336	m ³ /s



Cálculos Hidráulicos: Tramo G-H		
Tipo de sección	Rectangular	
Material revestimiento	Mortero con acabado rústico	
Caudal Total, Qt	0.216	m ³ /s
Profundidad cuneta h	0.3	m
Ancho cuneta b	0.3	m
Rugosidad Manning n	0.018	
Pendiente diseño	33.67%	
Lámina de agua y	0.2	m
Velocidad	6.27	m/s
Q max cuneta	0.376	m ³ /s

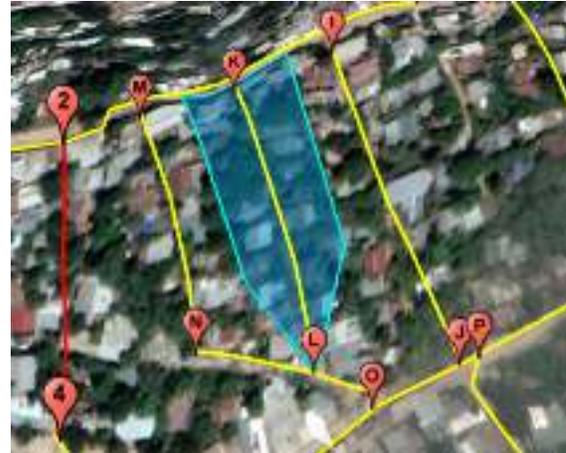


Cálculos Hidráulicos: Tramo I-J		
Tipo de sección	Rectangular	
Material revestimiento	Mortero con acabado rústico	
Caudal Total, Qt	0.266	m ³ /s
Profundidad cuneta h	0.3	m
Ancho cuneta b	0.3	m
Rugosidad Manning n	0.018	
Pendiente diseño	40.17%	
Lámina de agua y	0.2	m
Velocidad	6.85	m/s
Q max cuneta	0.411	m ³ /s





Cálculos Hidráulicos: Tramo K-L		
Tipo de sección	Rectangular	
Material revestimiento	Mortero con acabado rústico	
Caudal Total, Qt	0.181	m ³ /s
Profundidad cuneta h	0.3	m
Ancho cuneta b	0.3	m
Rugosidad Manning n	0.018	
Pendiente diseño	40.91%	
Lámina de agua y	0.2	m
Velocidad	6.91	m/s
Q max cuneta	0.414	m ³ /s



Cálculos Hidráulicos: Tramo M-N		
Tipo de sección	Rectangular	
Material revestimiento	Mortero con acabado rústico	
Caudal Total, Qt	0.159	m ³ /s
Profundidad cuneta h	0.3	m
Ancho cuneta b	0.3	m
Rugosidad Manning n	0.018	
Pendiente diseño	38.00%	
Lámina de agua y	0.2	m
Velocidad	6.66	m/s
Q max cuneta	0.399	m ³ /s



Cálculos Hidráulicos: Tramo N-O		
Tipo de sección	Rectangular	
Material revestimiento	Mortero con acabado rústico	
Caudal Total, Qt	0.391	m ³ /s
Profundidad cuneta h	0.4	m
Ancho cuneta b	0.4	m
Rugosidad Manning n	0.018	
Pendiente diseño	11.67%	
Lámina de agua y	0.3	m
Velocidad	4.62	m/s
Q max cuneta	0.554	m ³ /s





Cálculos Hidráulicos: Tramo Q-S

Tipo de sección	Rectangular	
Material revestimiento	Mortero con acabado rústico	
Caudal Total, Qt	0.954	m ³ /s
Profundidad cuneta h	0.5	m
Ancho cuneta b	0.5	m
Rugosidad Manning n	0.018	
Pendiente diseño	12.82%	
Lámina de agua y	0.4	m
Velocidad	5.71	m/s
Q max cuneta	1.142	m ³ /s



Cálculos Hidráulicos: Tramo P-R

Tipo de sección	Rectangular	
Material revestimiento	Mortero con acabado rústico	
Caudal Total, Qt	0.329	m ³ /s
Profundidad cuneta h	0.4	m
Ancho cuneta b	0.4	m
Rugosidad Manning n	0.018	
Pendiente diseño	14.04%	
Lámina de agua y	0.3	m
Velocidad	5.06	m/s
Q max cuneta	0.608	m ³ /s



Cálculos Hidráulicos: Tramo 7-8

Tipo de sección	Rectangular	
Material revestimiento	Mortero con acabado rústico	
Caudal Total, Qt	2.293	m ³ /s
Profundidad cuneta h	0.7	m
Ancho cuneta b	0.7	m
Rugosidad Manning n	0.018	
Pendiente diseño	10.00%	
Lámina de agua y	0.6	m
Velocidad	6.42	m/s
Q max cuneta	2.698	m ³ /s
Observaciones	*Cuneta a reconstruir	





Cálculos Hidráulicos: Tramo 5 - 8

Tipo de sección	Rectangular	
Material revestimiento	Mortero con acabado rústico	
Caudal Total, Qt	2.890	m ³ /s
Profundidad cuneta h	0.6	m
Ancho cuneta b	0.7	m
Rugosidad Manning n	0.016	
Pendiente diseño	15.00%	
Lámina de agua y	0.5	m
Velocidad	8.44	m/s
Q max cuneta	2.954	m ³ /s
Observaciones	*Cuneta receptora existente	



*Nota: El análisis hidráulico para la cuneta receptora demuestra que la misma se considera capaz de transportar los caudales de 1:25 años siempre y cuando se mantenga dicha sección con una pendiente similar o mayor.

Tramo	Q diseño (m ³ /2)	Pendiente Promedio	Velocidad de flujo (m/s)	Secciones de Canal	
				Ancho (m)	Alto (m)
1-2	0.16	7.59%	2.97	0.30	0.30
2-3	0.03	7.14%	2.89	0.30	0.30
2-4	0.41	32.54%	9.11	0.55	0.45
4-5	0.60	7.27%	4.30	0.55	0.45
6-7	1.91	15.76%	7.23	0.60	0.60
A-B	0.18	43.53%	7.13	0.30	0.30
C-D	0.17	41.94%	6.99	0.30	0.30
E-F	0.22	26.88%	5.60	0.30	0.30
G-H	0.22	33.67%	6.27	0.30	0.30
I-J	0.27	40.17%	6.85	0.30	0.30
K-L	0.18	40.91%	6.91	0.30	0.30
M-N	0.16	38.00%	6.66	0.30	0.30
N-O	0.39	11.67%	4.62	0.40	0.30
Q-S	0.95	12.82%	5.71	0.50	0.50
P-R	0.33	14.04%	5.06	0.40	0.40
7-8	2.29	10.00%	5.53	0.70	0.70
5-8	2.89	15.00%	8.44	0.70	0.60

Tabla 4 - Resultados del Análisis Hidráulico



4. Conclusiones

- En base a la caracterización de la amenaza latente en Col. Los Pinos se concluye que, debido a las condiciones físicas del terreno en este sector de la Capital, existe una alta susceptibilidad ante deslizamientos de tierra y desprendimientos de roca. Estos fenómenos incrementan su probabilidad de ocurrencia cuando hay saturación de los suelos debido a la infiltración en época de lluvia. Adicionalmente, la cobertura del terreno consiste de superficies artificiales impermeables (techos de lámina, concreto, entre otros) y suelos rocosos de baja permeabilidad que durante eventos de intensa precipitación absorben el agua a una tasa muy baja produciendo escorrentía superficial.
- Las condiciones descritas anteriormente indican que en esta zona existe también un grado considerable de amenaza ante inundaciones de tipo pluvial que se producen durante eventos de precipitación intensa y que, debido a las características propias del sitio, fluyen de manera descontrolada por las calles y vías de acceso a las viviendas con altas velocidades, aumentando así el potencial de producir daños materiales y ocasionando la inhabilitación temporal de rutas de evacuación en casos de emergencia.

5. Recomendaciones

- Se recomienda ampliar la red de canales existente hacia la parte alta de la colonia con el fin de captar y evacuar de manera eficiente y segura los flujos superficiales que producen la amenaza, reduciendo así la infiltración que a su vez potencia la ocurrencia de deslizamientos, y controlando al mismo tiempo la escorrentía que afecta a los habitantes y sus activos materiales. Se deberá utilizar como base para el diseño de estas obras el estudio hidrológico y dimensionamiento hidráulico plasmado en este documento y en las hojas de cálculo adjuntas.
- Incluir mecanismos de disipación de energía y de control de velocidades a lo largo de los tramos de cuneta sobre los cuales fluye el agua con una velocidad mayor a 6.00



m/s (JICA 2016). Esto para evitar que la fuerza erosiva del agua ocasione daños a las cunetas. Dichos mecanismos podrán ser: inclusión de materiales u objetos que aumenten la rugosidad a lo largo del canal y obstaculicen el flujo de manera parcial (como ser: piedras embebidas en el lecho del canal, pantallas deflectoras, otros) o disipadores en escalón para aminorar las pendientes y reducir la energía del agua.

- Se debe incluir la limpieza y readecuación de la cuneta receptora existente con sección variable entre 0.70 x 0.60 m y 0.60 x 0.50 m que drena la escorrentía superficial colectada en la parte alta de la colonia (desde el nodo 5) y descarga en un corredero natural aguas abajo que posteriormente se une a una quebrada cerca de la Residencial Honduras y la Universidad UNITEC. Ver la sección hidráulica de esta cuneta ha sido revisada hidráulicamente y se considera capaz de soportar un caudal pico de hasta 3.00 m/s (considerando una pendiente variable entre 15% y el 20%).



Ilustración 5 - Tramo de cuneta receptora



Fotografía 1 - Cuneta receptora (limpieza y readecuación)

- Existe un tramo adyacente a la calle principal de aproximadamente 60 m donde no existe ningún tipo de canalización y donde podría ocasionarse flujos turbulentos que desborden hacia la calle o causen socavación en la base de la misma. Se recomienda construir una serie de disipadores de energía tipo bateas con pantallas deflectoras (escalonadas) que a su vez sirvan como mecanismos de retención de desechos sólidos y sedimento en este tramo y que luego drenen las aguas hacia la cuneta existente aguas abajo (Ver Fotografías 2 y 3). A su vez, dicha obra contribuiría a retener parcialmente el caudal y retrasar los picos alcanzados en la cuneta existente aguas abajo.



Fotografía 2 – Cuneta receptora existente



Fotografía 3 – Tramo sin cuneta existente

- En el punto de descarga hacia el corredero natural se observa ciertos factores que indican el alto potencial de la fuerza de impacto del agua para ocasionar daños. Se recomienda construir una obra hidráulica de disipación de la energía para asegurar una descarga segura hacia el curso receptor.



Fotografía 4 - Punto de descarga hacia corredero natural (incluir obra de disipación)



6. Referencias

- *1.- Monsalve Saenz, German - Hidrología en la Ingeniería 1999

- *2.- Vélez Upegui, Jorge Julián / Botero Gutiérrez, Adriana - Estimación del tiempo de Concentración y tiempo de rezago en la cuenca experimental urbana de la Quebrada San Luis Manizales, Colombia, 2011

- *3.- Chow, Maidment & Mays -Applied Hydrology (1988) y Tomado del "Manual de consideraciones técnicas Hidrológicas e Hidráulicas para la Infraestructura vial de Centroamérica" (Edición 2016)

- *4.- SOPTRAVI (Dirección general de Carreteras) - Manual de Carreteras. Tomo 6: Drenaje y Puentes (1996).

- *5.- IDF-UNAH; MsC. Ing. Roberto Granados



KFW

**PROGRAMA DE ADAPTACIÓN URBANA AL CAMBIO CLIMÁTICO EN
CENTROAMÉRICA - COMPONENTE HONDURAS**

INFORME DE ESTUDIO ESTRUCTURAL

KFW-005

Proyecto:

**Obras para el Control Integrado de Escorrentías Superficiales e
Infiltración en Colonia Altos de los Pinos, Sector El Cerro;
Tegucigalpa, M.D.C.**

Autor:
Ing. Christopher Torres



Programa de Adaptación Urbana al Cambio Climático
en Centroamérica - Componente Honduras



DICIEMBRE 2019



Contenido

1. Introducción	1
2. Objetivos.....	1
2.1. Objetivo general	1
2.2. Objetivos específicos.....	1
3. Metodología.....	2
4. Análisis y resultados de la cuneta de mampostería 0.70X0.70m (útil)	2
4.1. Características de los materiales	2
4.2. Geometría	3
4.3. Características geotécnicas en la fundación de la estructura.....	3
4.4. Características geotécnicas del relleno en trasdós de la estructura.....	3
4.5. Sobrecargas	4
4.6. Condiciones de eventos extremos	4
4.7. Verificación de equilibrio.....	6
4.7.1. Verificación de la estabilidad de vuelco	7
4.7.2. Verificación del deslizamiento.....	7
4.8. Verificación de capacidad portante	8
4.8.1. Verificación de la capacidad portante del terreno de cimentación	8
5. Análisis y resultados de la caja de derivación de mampostería de bloque hasta h=2.00m	9
5.1. Características de los materiales	9
5.2. Geometría	10
5.3. Características geotécnicas del relleno en trasdós de la estructura.....	10
5.4. Otras fuerzas aplicadas	11
5.5. Condiciones de eventos extremos	11
5.6. Verificación de equilibrio.....	14
5.6.1. Verificación de la estabilidad de vuelco	14
5.6.2. Verificación del deslizamiento.....	15
5.7. Verificación de capacidad portante	15
5.7.1. Verificación de la capacidad portante del terreno de cimentación	16
5.8. Cálculo del refuerzo de acero principal.....	17
5.8.1. Verificación del refuerzo de mampostería	17
5.8.2. Verificación del salto o punta del muro.....	18
5.9. Distribución de acero de refuerzo proporcionado.....	20
6. Análisis y resultados de vigas I “quiebrapatras” L=1.10 m.....	21
6.1. Idealización de la viga	22
6.2. Características de los materiales	22
6.3. Determinación de cargas.....	22
6.3.1. Carga muerta (D).....	22
6.3.2. Carga viva (L).....	23
6.4. Análisis de las deflexiones.....	24
6.5. Solicitaciones	24
6.6. Diseño del refuerzo de acero.....	25
6.6.1. Acero requerido por flexión.....	25
6.6.2. Acero requerido por cortante	27
6.6.3. Acero proporcionado.....	31



7. Análisis y resultados de losa de acceso de vehículos	32
7.1. Idealización de la losa	32
7.2. Características de los materiales	33
7.3. Determinación de las cargas	33
7.3.1. Carga muerta	33
7.3.2. Carga viva	33
7.4. Análisis de las deflexiones.....	35
7.5. Combinaciones de carga	36
7.6. Solicitaciones	36
7.7. Capacidad de fuerza cortante.....	38
7.8. Acero requerido por flexión.....	39
7.9. Acero requerido por contracción y temperatura	42
7.10. Acero proporcionado	44
8. Conclusiones	44
9. Recomendaciones	45
10. Referencias bibliográficas	45

Índice de Figuras

Figura 1: Geometría de la cuneta.....	3
Figura 2: Sobrecargas del sistema, cuneta de mampostería.....	4
Figura 3: Mapa de zonas sísmicas en Honduras.....	5
Figura 4: Aplicación de coeficientes de aceleración sísmico sobre la estructura, cuneta de mampostería.....	6
Figura 5: Diagrama de cuerpo libre del sistema global de fuerzas para la cuneta.....	6
Figura 6: Diagrama de cuerpo libre del sistema global de tensiones en el suelo, cuneta de mampostería.....	8
Figura 7: Geometría de la caja.....	10
Figura 8: Otras fuerzas aplicadas.....	11
Figura 9: Mapa de zonas sísmicas.....	12
Figura 10: Aplicación de coeficientes de aceleración sísmico sobre la estructura.....	13
Figura 11: Diagrama de cuerpo libre del sistema global de fuerzas para la caja.....	14
Figura 12: Diagrama de presiones en la zapata de la caja.....	15
Figura 13: Fuerzas para vástago de la caja.....	17
Figura 14: Fuerzas para el talón de la caja.....	18
Figura 15: Refuerzo principal del vástago de la caja.....	19
Figura 16: Refuerzo principal del vástago de la caja.....	20
Figura 17: Área de contacto de la rueda del camión estándar de diseño.....	21
Figura 18: Modelo matemático de la viga. Longitud entre apoyos de $L=1.10m$	22



Figura 19: Idealización de la carga del peso propio de la viga I “quebrapatas” (en kgf/m).....	23
Figura 20: Idealización de la carga del móvil (en kgf) sobre la viga I “quebrapatas” en su ubicación donde causa mayores solicitaciones por deflexión, cortante y flexión	23
Figura 21: Diagrama de deformada (en mm) de la viga debido a la carga viva	24
Figura 22: Diagrama de fuerzas cortantes (en kgf) para la combinación crítica considerada	25
Figura 23: Diagrama de momentos flectores (en kgf-m) para la combinación crítica considerada	25
Figura 24: Área de refuerzo longitudinal requerido (en mm ²)	25
Figura 25: Relación de área de refuerzo por cortante y separación requerido (en mm ² /mm)	27
Figura 26: Vista en planta de viga.....	31
Figura 27: Sección transversal X-X de viga.....	32
Figura 28: Idealización de losa (L=0.60m).	32
Figura 29: Área de contacto de la rueda del camión estándar de diseño	34
Figura 30: Carga viva puntual sobre la losa.	34
Figura 31: Contornos de deformada (en mm) de la superestructura debido a la carga viva	35
Figura 32: Diagrama de fuerzas cortantes (en kgf) para la combinación crítica considerada	36
Figura 33: Diagrama de momentos flectores (en kgf-m) para la combinación crítica considerada	36
Figura 34: Captura de resultados de verificación de cortante (en kgf).....	38
Figura 35: Área de refuerzo longitudinal requerido (en mm ²)	39
Figura 36: Distribución de refuerzo de acero en la losa de acceso.....	44

Índice de Tablas

Tabla 1: Características de los materiales considerados para el análisis de la estructura.....	2
Tabla 2: Parámetros geotécnicos naturales del terreno en la fundación de la estructura, cuneta de mampostería.	3
Tabla 3: Parámetros geotécnicos del suelo del macizo contenido, cuneta de mampostería.....	3
Tabla 4: Valores de fuerzas considerados para verificación de equilibrio del sistema de la cuneta.	7
Tabla 5: Carga de diseño actuando en el centro del fondo de la zapata de la cuneta.	8
Tabla 6: Carga de servicio actuando en el centro del fondo de la zapata de la cuneta.....	8
Tabla 7: Características mecánicas de la mampostería consideradas para el análisis de la estructura.....	9
Tabla 8: Características mecánicas del concreto reforzado consideradas para el análisis de la estructura.....	10
Tabla 9: Parámetros geotécnicos del suelo del macizo contenido.....	11



Tabla 10: Valores de fuerzas considerados para verificación de equilibrio del sistema de la caja 14

Tabla 11: Carga de diseño actuando en el centro del fondo de la zapata de la caja 16

Tabla 12: Carga de servicio actuando en el centro del fondo de la zapata de la caja 16

Tabla 13: Características de los materiales considerados para el análisis de la superestructura 22

Tabla 14: Características de los materiales considerados para el análisis de la losa 33

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1: factor de aceleración pico del suelo según el Código Hondureño de la Construcción (CICH, 2008, pp. 1-21)..... 5

Ecuación 2: Verificación de excentricidad de la cuneta 9

Ecuación 3: Verificación de la capacidad portante del fondo de la zapata de la cuneta. 9

Ecuación 4: factores de aceleración pico del suelo según el Código Hondureño de la Construcción (CICH, 2008, pp. 1-21). 12

Ecuación 5: Verificación de excentricidad de la caja 16

Ecuación 6: Verificación de la capacidad portante del fondo de la zapata de la caja. 16

Ecuación 7: Peso propio distribuido de la viga “quiebrapatas” de concreto reforzado aplicado sobre el elemento idealizado..... 22

Ecuación 8: Deflexión máxima permisible 24

Ecuación 9: Deflexión máxima permisible para losa 35



1. Introducción

El propósito de este informe es describir el procedimiento de cálculos para estimar la seguridad del diseño de una estructura de drenaje tipo cuneta de mampostería ante los diferentes mecanismos de falla que pueden ocurrir tales como inestabilidad por equilibrio y falla por capacidad portante del suelo en su fundación. Adicionalmente, se analiza y diseña estructuralmente el refuerzo de los elementos críticos de concreto hidráulico y mampostería como ser: (1) viga tipo "quebrapatas" y (2) caja derivadora. Entiéndase que los elementos estructurales que se analizan y describen en este informe son aquellos que se encuentran en las situaciones críticas, es decir, los miembros que presentan las mayores solicitaciones, en caso que los elementos se repitan en varios sitios del proyecto. Esta estructura se solicita y propone para ser implementada como medida de control de escorrentías superficiales e infiltraciones en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., Honduras.**

La estructura de este informe está comprendida de la siguiente manera: en el capítulo 2 se mencionan los alcances de este reporte, en el apartado 3 se describe el proceso que se siguió para llevar a cabo el diseño, detallando cada aspecto de este procedimiento en los capítulos 4 al 9. En los capítulos 8 y 9 se describen las conclusiones y recomendaciones, respectivamente. Finalmente, la parte 10 muestra las referencias bibliográficas citadas en este documento.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

1. Diseñar una estructura de drenaje tipo cuneta rectangular de mampostería y una caja derivadora de mampostería, incluyendo las vigas de cruce tipo "quebrapatas", describiendo su seguridad por equilibrio y capacidad portante del suelo en la fundación, y, además estimar su refuerzo de acero en cada elemento que compone el sistema.

2.2. Objetivos específicos

1. Verificar la seguridad por equilibrio de la cuneta de mampostería.
2. Verificar la seguridad por capacidad portante del suelo en la fundación de la cuneta de mampostería.
3. Verificar la seguridad por equilibrio de la caja derivadora de mampostería.



4. Verificar la seguridad por capacidad portante del suelo en la fundación de la caja derivadora de mampostería.
5. Estimar la distribución de refuerzo de acero de la viga tipo “quebrapatas” de concreto reforzado.
6. Estimar la distribución de refuerzo de acero de la sección crítica de la caja derivadora.

3. Metodología

El desarrollo del análisis y diseño de la estructura de drenaje con sus elementos horizontales de viga tipo “quebrapatas” de concreto reforzado para que sirva como medida de control de inundaciones, se realizó conforme al siguiente procedimiento:

1. Desarrollo de análisis y demostración de resultados.
2. Conclusiones.
3. Recomendaciones.

4. Análisis y resultados de la cuneta de mampostería 0.70X0.70m (útil)

De acuerdo a estudios hidrológicos e hidráulicos, se determinó las dimensiones de la cuneta que se requiere para el control de escorrentías. El propósito de este capítulo es mostrar el análisis estructural de la cuneta con sus resultados, en donde este sistema se analizará similar a un muro de gravedad sin espolón o talón con el vástago crítico de análisis adyacente a las calles. El vástago de la cuneta que se ubica paralelo a las viviendas y otras estructuras privadas y/o públicas se idealizará como una fuerza pasiva que aporta a la estabilidad de la cuneta.

Para estos análisis, se considera una altura de protección de 0.70 m más 0.25 m de desplante según se muestra posteriormente (altura total 0.95 m).

4.1. Características de los materiales

Tabla 1: Características de los materiales considerados para el análisis de la estructura.

Peso unitario	$\gamma = 23.00 \text{ kN/m}^3$
Resistencia a la compresión de la mampostería	$f'_b = 4.00 \text{ MPa}$
Resistencia a la compresión del mortero	$f'_b = 5.00 \text{ MPa}$



4.2. Geometría

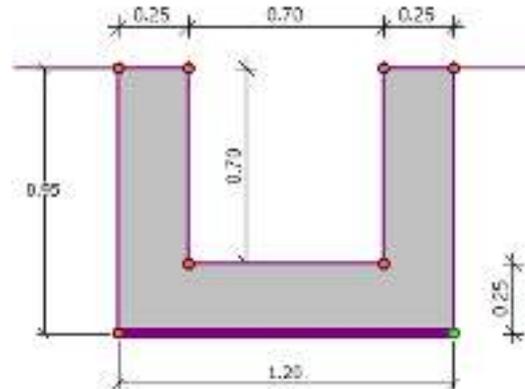


Figura 1: Geometría de la cuneta.

Fuente: GEO5 Muro de Gravedad (Fine spol. s r.o., 2019)

4.3. Características geotécnicas en la fundación de la estructura

De acuerdo a evaluaciones geotécnicas y geológicas, se estima que el suelo tipo relleno en trasdós y en la fundación de la estructura posee los siguientes parámetros geotécnicos:

Tabla 2: Parámetros geotécnicos naturales del terreno en la fundación de la estructura, cuneta de mampostería.

Peso unitario	$\gamma = 18.63 \text{ kN/m}^3$
Angulo de fricción interna	$\varphi_{efe} = 35^\circ$
Cohesión	$c_{efe} = 686 \text{ kPa}$
Ángulo de fricción estructura-suelo	$\delta = \frac{2}{3} \varphi_{efe} = 23.33^\circ$

Fuente: (de San Antonio, 2019a).

4.4. Características geotécnicas del relleno en trasdós de la estructura

De acuerdo a evaluaciones geotécnicas y geológicas, se estima que el suelo tipo relleno en trasdós y en la fundación de la estructura posee los siguientes parámetros geotécnicos:

Tabla 3: Parámetros geotécnicos del suelo del macizo contenido, cuneta de mampostería.

Peso unitario	$\gamma = 18.63 \text{ kN/m}^3$
Angulo de fricción interna	$\varphi_{efe} = 28^\circ$
Cohesión	$c_{efe} = 0.03 \text{ kPa}$
Ángulo de fricción estructura-suelo	$\delta = \frac{2}{3} \varphi_{efe} = 18.67^\circ$



Fuente: (de San Antonio, 2019b).

4.5. Sobrecargas

Las sobrecargas que se consideran para el análisis se deben al peso de las viviendas y vehicular. La carga vehicular se tomó a partir de las disposiciones recomendadas por el Manual de Carreteras (SOPTRAVI, 1996), que corresponden al camión estándar de diseño equivalente al vehículo estándar tipo HS 20-44 según la clase de carga para carreteras de la AASHTO. Estas cargas se esquematizan en la Figura 2.

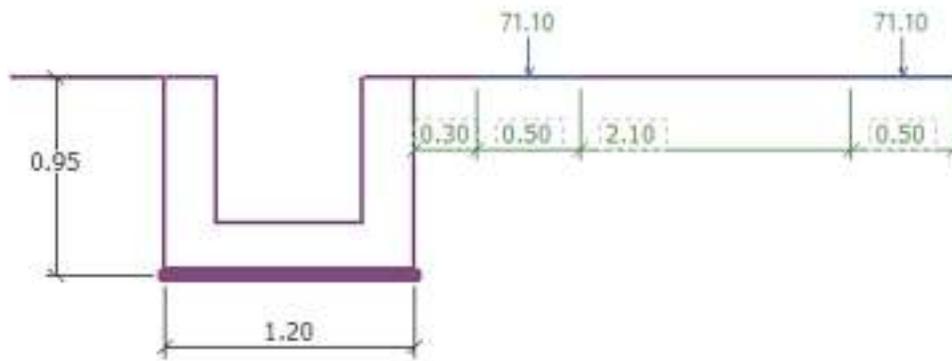


Figura 2: Sobrecargas del sistema, cuneta de mampostería.

Fuente: GEO5 Muro de Gravedad (Fine spol. s r.o., 2019)

4.6. Condiciones de eventos extremos

Para esta estructura se considera como evento extremo probable los efectos sísmicos. GEO5 Muro de Gravedad (Fine spol. s r.o., 2019) determina estas fuerzas a través del método de Mononobe-Okabe, donde se requiere los coeficientes de aceleración del suelo.

A continuación, se describe el procedimiento para obtener estos coeficientes.

En la Figura 3 se muestra el mapa del factor de aceleración pico del suelo en función a las zonas sísmicas de Honduras, señalando en un círculo color rojo la ubicación de Tegucigalpa.

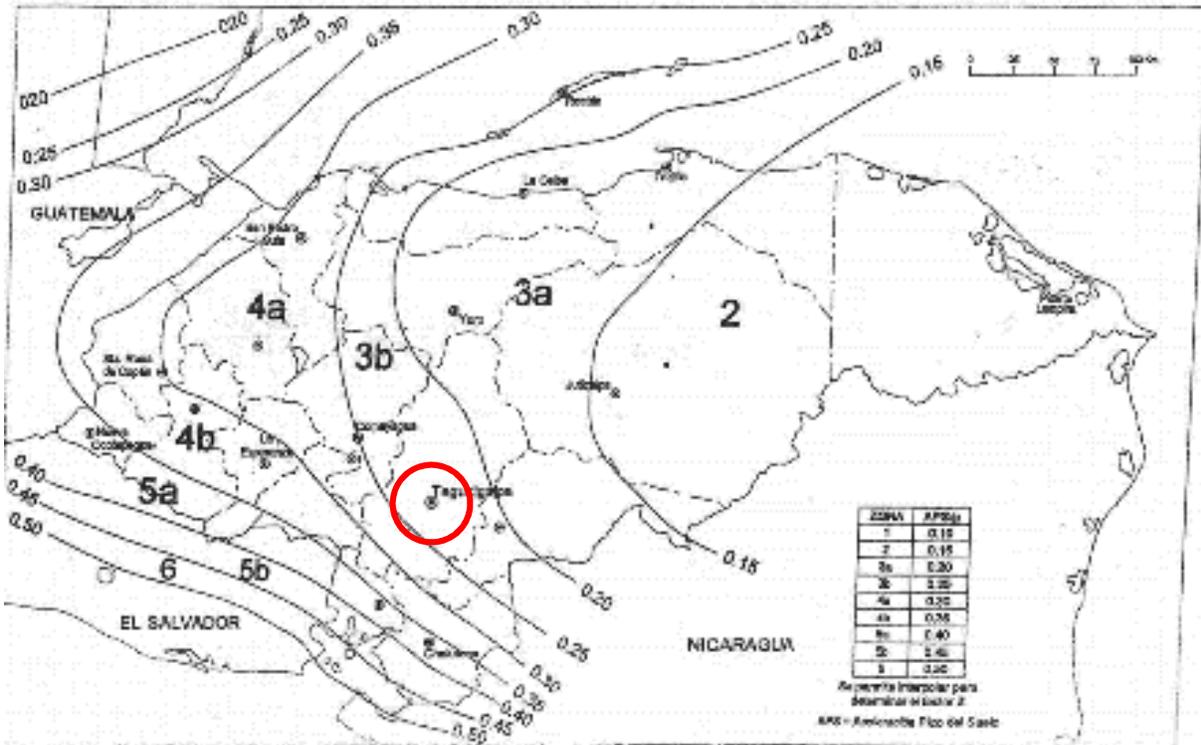


Figura 3: Mapa de zonas sísmicas en Honduras.

Fuente: Código Hondureño de la Construcción (CICH, 2008, pp. 1-21)

Puesto que el mapa anterior permite interpolar Z (factor de aceleración pico del suelo), para Tegucigalpa se tiene:

$$Z = \frac{0.2 + 0.25}{2} = 0.225$$

$$K_h = Z = 0.225$$

Ecuación 1: factor de aceleración pico del suelo según el Código Hondureño de la Construcción (CICH, 2008, pp. 1-21).

Donde,

Z: factor de aceleración pico del suelo interpolado.

K_h : factor de aceleración horizontal.



Figura 4: Aplicación de coeficientes de aceleración sísmico sobre la estructura, cuneta de mampostería.

Fuente: GEO5 Muro de Gravedad (Fine spol. s r.o., 2019).

4.7. Verificación de equilibrio

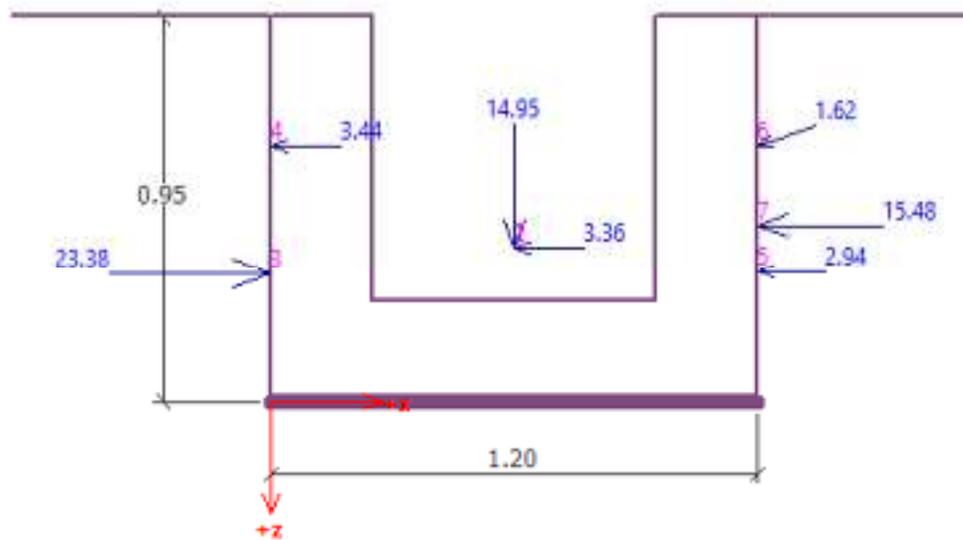


Figura 5: Diagrama de cuerpo libre del sistema global de fuerzas para la cuneta.

Fuente: GEO5 Muro de Gravedad (Fine spol. s r.o., 2019).



Tabla 4: Valores de fuerzas considerados para verificación de equilibrio del sistema de la cuneta.

Nro.	Fuerza	F _x [kN/m]	F _z [kN/m]	Pto. aplicación		Coef. [-]
				x [m]	z [m]	
1	Peso - Muro	0.00	14.95	0.60	-0.38	1.000
2	Sismo - construcción	-3.36	0.00	0.60	-0.38	1.000
3	Resistencia del frente	23.38	0.00	0.00	-0.32	1.000
4	Sismo - frente	-3.44	0.00	0.00	-0.63	1.000
5	Presión activa	-2.94	0.00	1.20	-0.32	1.000
6	Sismo - presión activa	-1.53	0.52	1.20	-0.63	1.000
7	CD llanta LI	-15.48	0.00	1.20	-0.44	1.000
8	CD llanta LD	0.00	0.00	1.20	-0.95	1.000

Fuente: GEO5 Muro de Gravedad (Fine spol. s r.o., 2019).

4.7.1. Verificación de la estabilidad de vuelco

$$\text{Momento estabilizador } M_{res} = 9.59 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Momento de vuelco } M_{ovr} = 4.71 \text{ kNm/m}$$

Factor de seguridad = 2.04 > 1.50

Muro para vuelco ES SATISFACTORIA.

4.7.2. Verificación del deslizamiento

$$\text{Fuerza horizontal resistente } H_{res} = 443.61 \text{ kN/m}$$

$$\text{Fuerza horizontal activa } H_{act} = 3.37 \text{ kN/m}$$

Factor de seguridad = 131.59 > 1.50

Muro para deslizamiento ES SATISFACTORIA.

Verificación completa - MURO ES SATISFACTORIA.



4.8. Verificación de capacidad portante

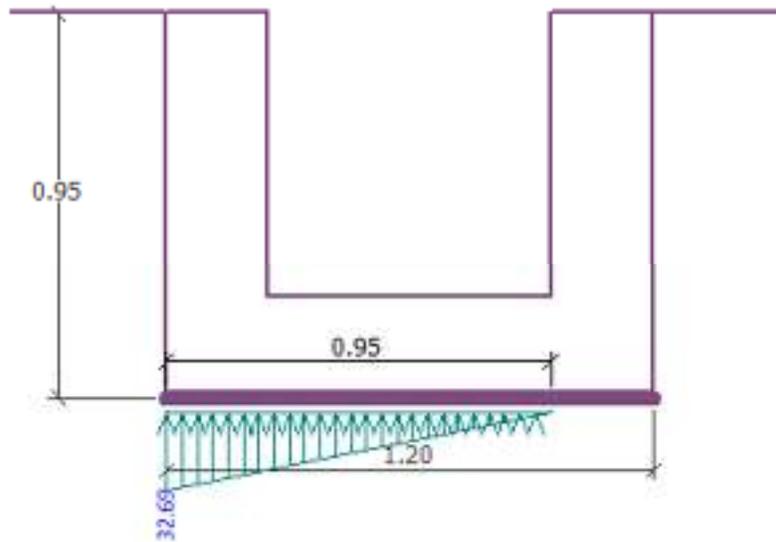


Figura 6: Diagrama de cuerpo libre del sistema global de tensiones en el suelo, cuneta de mampostería.

Fuente: GEO5 Muro de Gravedad (Fine spol. s r.o., 2019).

Tabla 5: Carga de diseño actuando en el centro del fondo de la zapata de la cuneta.

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]	Excentricidad [-]	Tensión [kPa]
1	4.40	15.47	3.37	0.237	24.52

Fuente: GEO5 Muro de Gravedad (Fine spol. s r.o., 2019).

Tabla 6: Carga de servicio actuando en el centro del fondo de la zapata de la cuneta.

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]
1	4.40	15.47	3.37

Fuente: GEO5 Muro de Gravedad (Fine spol. s r.o., 2019).

4.8.1. Verificación de la capacidad portante del terreno de cimentación

Tensión en el fondo de la zapata: trapezoide.

$$\text{Máx. excentricidad de fuerza normal} \quad e = 0.237$$



$$\text{Máxima excentricidad permitida } e_{alw} = 0.333$$

Ecuación 2: Verificación de excentricidad de la cuneta.

Excentricidad de la fuerza normal ES SATISFACTORIA.

$$\begin{aligned} \text{Max. tensión en el fondo de la zapata } \sigma &= 32.69 \text{ kPa} \\ \text{Capacidad portante asumida del terreno de } R_d &= 196.00 \text{ kPa} \\ \text{cimentación (de San Antonio, 2019a)} \end{aligned}$$

Ecuación 3: Verificación de la capacidad portante del fondo de la zapata de la cuneta.

Factor de seguridad = 6.00 > 1.00

Capacidad portante del terreno de cimentación ES SATISFACTORIA.

Estabilidad global - Cap. portante del terreno de cimentación ES SATISFACTORIA.

5. Análisis y resultados de la caja de derivación de mampostería de bloque hasta h=2.00m

El propósito de este capítulo es mostrar el análisis estructural de la caja de derivación de mampostería con sus resultados, en donde este sistema se analizará similar a un muro en voladizo sin espolón o talón con el vástago crítico de análisis adyacente a las calles o aceras. El vástago de la cuneta que se ubica paralelo a las viviendas y otras estructuras privadas y/o públicas se idealizará como una fuerza pasiva que aporta a la estabilidad de la cuneta.

Para estos análisis, se considera de forma conservador una altura de protección de 2.07 m más 0.15 m de zapata según se describe posteriormente (altura total 2.22 m).

Cabe destacar que el análisis y diseño estructural para este elemento no se consideran las sobrecargas en trasdós y los efectos por eventos extremos probables, puesto que los resultados de la mampostería de bloque producen espesores en su sección del vástago mayores que los requeridos para este proyecto (la restricción del uso de un vástago de bloque de 6" a sogá).

5.1. Características de los materiales

Tabla 7: Características mecánicas de la mampostería consideradas para el análisis de la estructura.

Peso unitario	$\gamma = 23.54 \text{ kN/m}^3$
Resistencia a la compresión de la mampostería	$f'_k = 20.00 \text{ MPa (2.90 ksi)}$



Grado del acero de refuerzo	60 ($f_y = 413.69 \text{ MPa}$)
-----------------------------	-----------------------------------

Tabla 8: Características mecánicas del concreto reforzado consideradas para el análisis de la estructura.

Peso unitario	$\gamma = 23.00 \text{ kN/m}^3$
Resistencia a la compresión del hormigón	$f'_c = 20.68 \text{ MPa}$ (3.00 ksi)
Grado del acero de refuerzo	60 ($f_y = 413.69 \text{ MPa}$)

5.2. Geometría

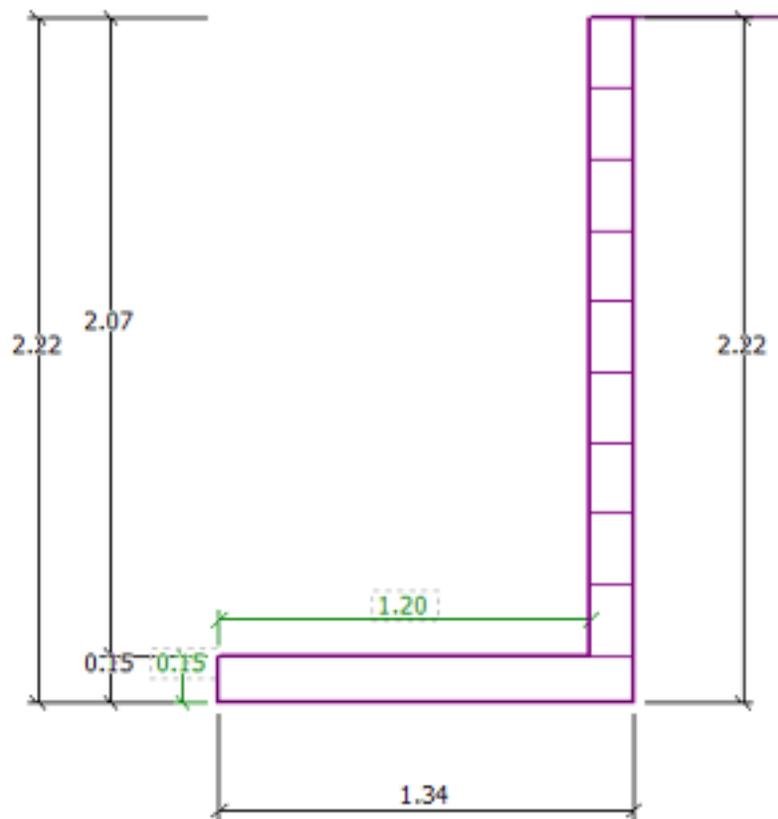


Figura 7: Geometría de la caja

Fuente: GEO5 Mampostería (Fine spol. s r.o., 2019).

5.3. Características geotécnicas del relleno en trasdós de la estructura

De acuerdo a evaluaciones geotécnicas y geológicas, se estima que el suelo tipo relleno en trasdós y en la fundación de la estructura posee los siguientes parámetros geotécnicos:



Tabla 9: Parámetros geotécnicos del suelo del macizo contenido.

Peso unitario	$\gamma = 18.93 \text{ kN/m}^3$
Angulo de fricción interna	$\varphi_{efe} = 30^\circ$
Cohesión	$c_{efe} = 0.00 \text{ kPa}$
Ángulo de fricción estructura-suelo	$\delta = \frac{2}{3}\varphi_{efe} = 20^\circ$

Fuente: (de San Antonio, 2019b).

5.4. Otras fuerzas aplicadas

Estas fuerzas comprenden a las cargas resultantes que también inciden directamente sobre la caja, como ser la presión pasiva del vástago opuesto al analizado. Estas fuerzas se muestran en la Figura 8.

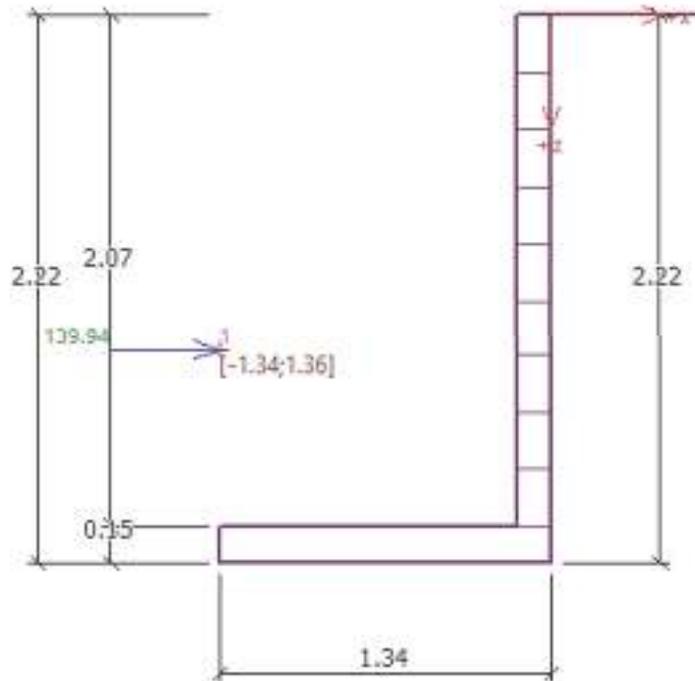


Figura 8: Otras fuerzas aplicadas

Fuente: GEO5 Mampostería (Fine spol. s r.o., 2019).

5.5. Condiciones de eventos extremos

Para esta estructura se considera como evento extremo probable los efectos sísmicos. GEO5 Muro de Gravedad (Fine spol. s r.o., 2019) determina estas fuerzas a través del método de Mononobe-Okabe, donde se requiere los coeficientes de aceleración del suelo.



A continuación, se describe el procedimiento para obtener estos coeficientes.

En la Figura 3 se muestra el mapa del factor de aceleración pico del suelo en función a las zonas sísmicas de Honduras, señalando en un círculo color rojo la ubicación de Tegucigalpa.

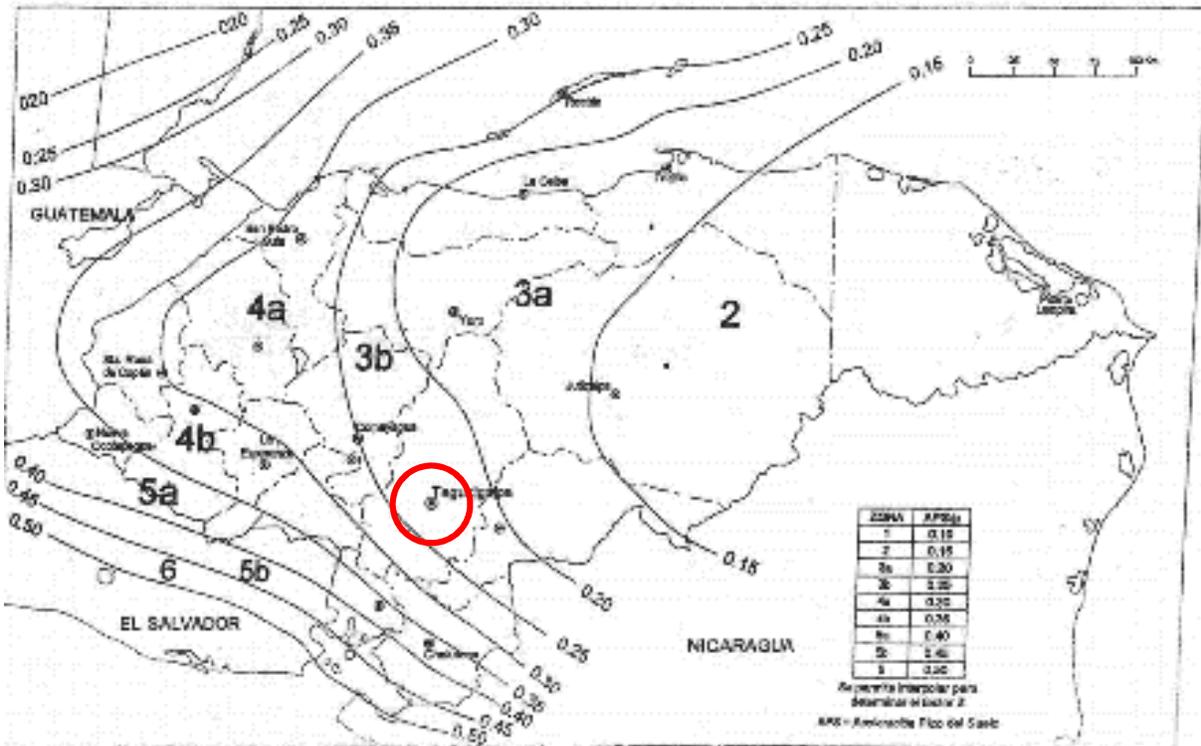


Figura 9: Mapa de zonas sísmicas

Fuente: Código Hondureño de la Construcción (CICH, 2008, pp. 1-21)

Puesto que el mapa anterior permite interpolar Z (factor de aceleración pico del suelo), para Tegucigalpa se tiene:

$$Z = \frac{0.2 + 0.25}{2} = 0.225$$

$$K_h = Z = 0.225$$

$$K_v = \frac{K_h}{2} = 0.1125$$

Ecuación 4: factores de aceleración pico del suelo según el Código Hondureño de la Construcción (CICH, 2008, pp. 1-21).

Donde,

Z: factor de aceleración pico del suelo interpolado.



K_h : factor de aceleración horizontal.

K_v : factor de aceleración vertical.

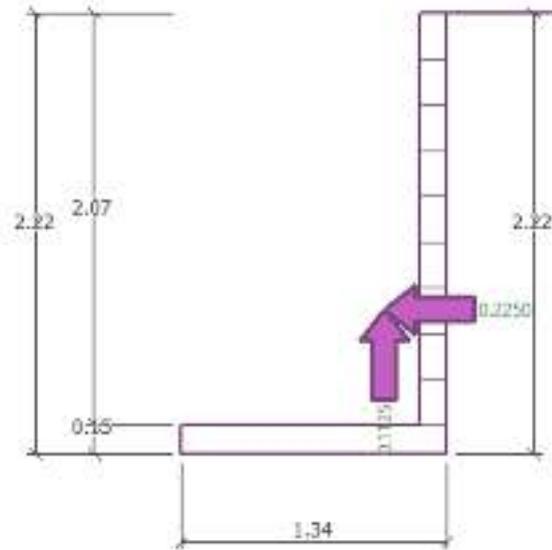


Figura 10: Aplicación de coeficientes de aceleración sísmico sobre la estructura.

Fuente: GEO5 Mampostería (Fine spol. s r.o., 2019).



5.6. Verificación de equilibrio

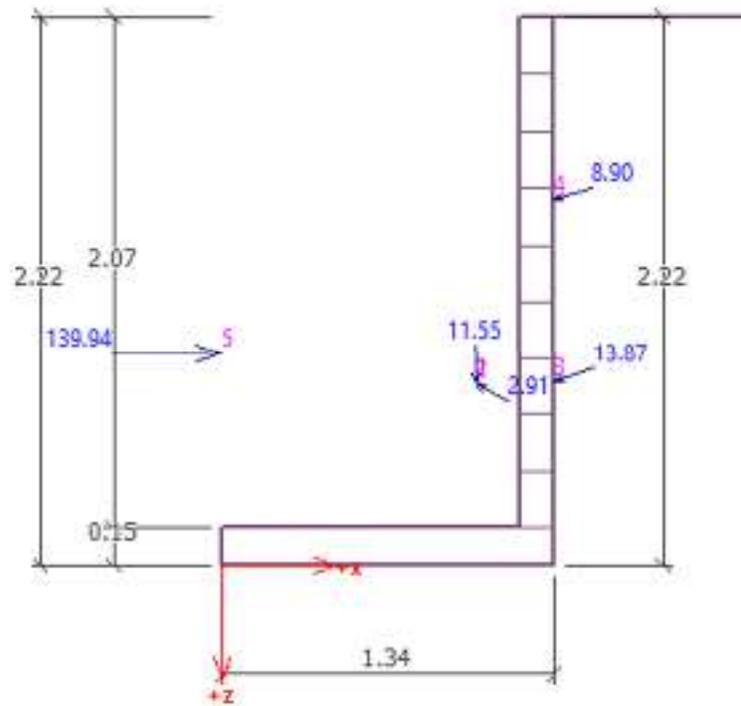


Figura 11: Diagrama de cuerpo libre del sistema global de fuerzas para la caja

Fuente: GEO5 Mampostería (Fine spol. s r.o., 2019).

Tabla 10: Valores de fuerzas considerados para verificación de equilibrio del sistema de la caja

Nro.	Fuerza	Fuerza		Pto. aplicación		Coef. [-]
		F_x [kN/m]	F_z [kN/m]	x [m]	z [m]	
1	Peso - Muro	0.00	11.55	1.02	-0.73	1.000
2	Sismo - construcción	-2.60	-1.30	1.02	-0.73	1.000
3	Presión activa	-13.03	4.74	1.34	-0.74	1.000
4	Sismo - presión activa	-8.36	3.04	1.34	-1.48	1.000
5	Resistencia pasiva LI	139.94	0.00	0.00	-0.86	1.000

Fuente: GEO5 Mampostería (Fine spol. s r.o., 2019).

Verificación del muro (caja) completo

5.6.1. Verificación de la estabilidad de vuelco

$$\text{Momento estabilizador } M_{res} = 141.29 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Momento de vuelco } M_{ovr} = 23.92 \text{ kNm/m}$$

Factor de seguridad = 5.91 > 2.00



Muro para vuelco ES SATISFACTORIA.

5.6.2. Verificación del deslizamiento

$$\text{Fuerza horizontal resistente } H_{\text{res}} = 10.42 \text{ kN/m}$$

$$\text{Fuerza horizontal activa } H_{\text{act}} = -115.94 \text{ kN/m}$$

Factor de seguridad = 1000.00 > 1.50

Muro para deslizamiento ES SATISFACTORIA.

Verificación completa - MURO ES SATISFACTORIA.

5.7. Verificación de capacidad portante

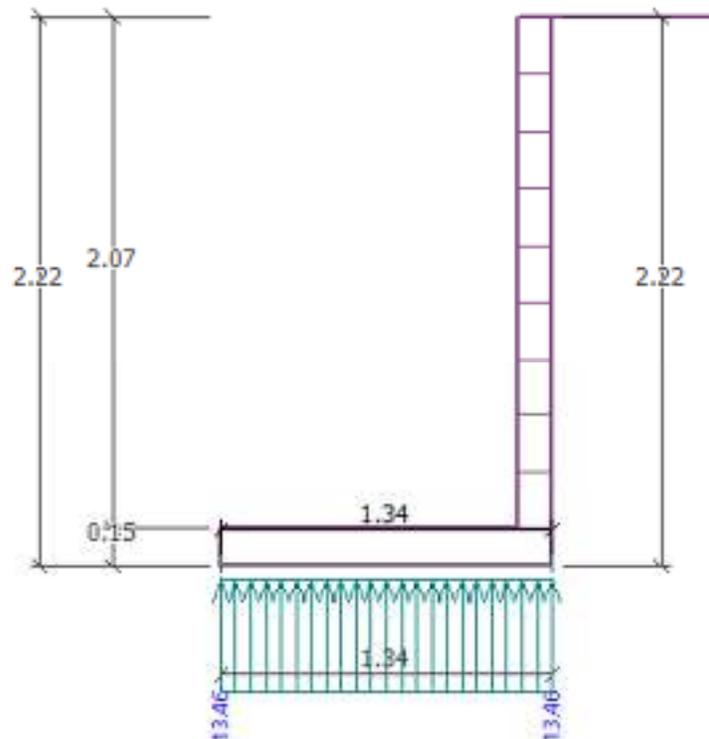


Figura 12: Diagrama de presiones en la zapata de la caja

Fuente: GEO5 Mampostería (Fine spol. s r.o., 2019).



Tabla 11: Carga de diseño actuando en el centro del fondo de la zapata de la caja

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]	Excentricidad [-]	Tensión [kPa]
1	-105.28	18.04	-115.94	0.000	13.46

Fuente: GEO5 Voladizo (Fine spol. s r.o., 2019).

Tabla 12: Carga de servicio actuando en el centro del fondo de la zapata de la caja

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]
1	-105.28	18.04	-115.94

Fuente: GEO5 Voladizo (Fine spol. s r.o., 2019).

5.7.1. Verificación de la capacidad portante del terreno de cimentación

Tensión en el fondo de la zapata: trapezoide.

$$\text{Máx. excentricidad de fuerza normal} \quad e = 0.000$$

$$\text{Máxima excentricidad permitida} \quad e_{alw} = 0.333$$

Ecuación 5: Verificación de excentricidad de la caja.

Excentricidad de la fuerza normal ES SATISFACTORIA.

$$\text{Max. tensión en el fondo de la zapata} \quad \sigma = 13.46 \text{ kPa}$$

$$\text{Capacidad portante asumida del terreno de} \quad R_d = 196.00 \text{ kPa}$$

cimentación (de San Antonio, 2019a)

Ecuación 6: Verificación de la capacidad portante del fondo de la zapata de la caja.

Factor de seguridad = 14.56 > 1.00

Capacidad portante del terreno de cimentación ES SATISFACTORIA.

Estabilidad global - Cap. portante del terreno de cimentación ES SATISFACTORIA.



5.8. Cálculo del refuerzo de acero principal

5.8.1. Verificación del refuerzo de mampostería

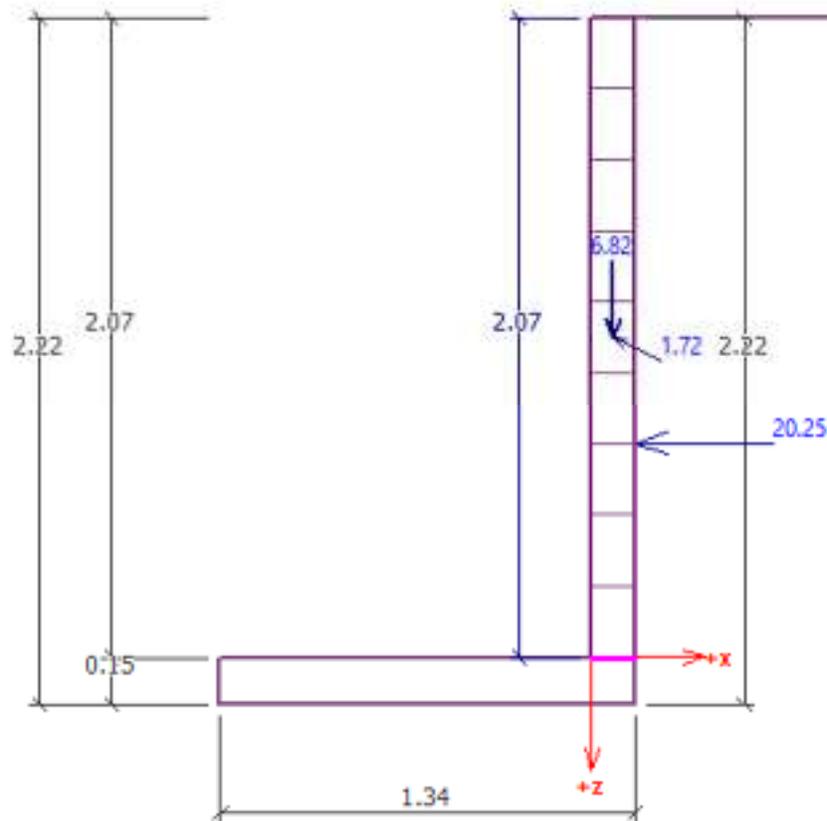


Figura 13: Fuerzas para vástago de la caja

Fuente: GEO5 Mampostería (Fine spol. s r.o., 2019).

Verificación de la junta, 2.07 m desde el extremo superior

No hay refuerzos en la cara delantera.

Refuerzo de cara trasera:

perfil Nro. 5, recubr.70.0 mm, dist. 200.0 mm

Índice de aspecto de muro: 14.79

Índice de aspecto de muro es mayor a 12 =>

Momento de flexión adicional $M_{ad} = 0.09$ kNm/m

Verificación de la sección transversal en compresión:

Fuerza normal definitiva $N_{Rd} = 1849.46$ kN/m > 6.05 kN/m = N_{Ed}



La sección transversal ES SATISFACTORIA.

Verificación de la sección transversal en flexión:

Momento de flexión definitivo $M_{Rd} = 16.03 \text{ kNm/m} > 15.65 \text{ kNm/m} = M_{Ed}$

Sección transversal SATISFACTORIA.

Verificación de la sección transversal en corte:

Resistencia al corte definitivo $V_{Rd} = 22.72 \text{ kN/m} > 21.79 \text{ kN/m} = V_{Ed}$

La sección transversal ES SATISFACTORIA.

Área de acero calculada: #5@200 mm.

5.8.2. Verificación del salto o punta del muro

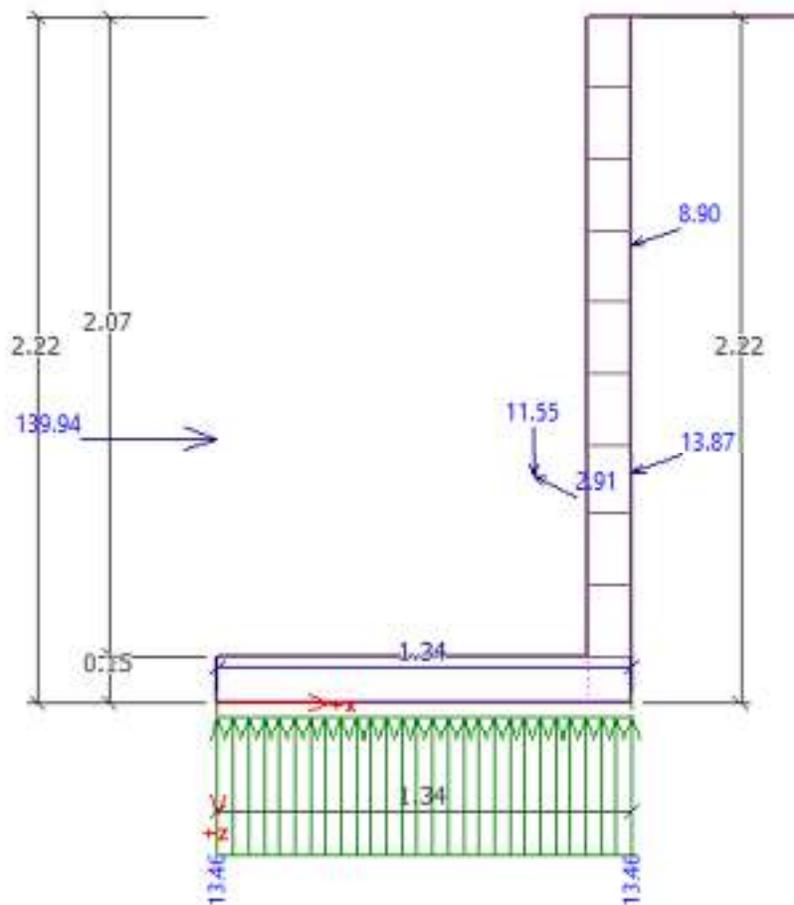


Figura 14: Fuerzas para el talón de la caja

Fuente: GEO5 Voladizo (Fine spol. s r.o., 2019).



Refuerzo y dimensiones de la sección transversal

6 perf.Nro. 3, recubr. 75.0 mm

Ancho de la sección transversal = 1.00 m

Altura de sección transversal = 0.15 m

Cuantía del refuerzo	ρ	=	0.61	%	>	0.33	%	=	ρ_{min}
Posición del eje neutro	c	=	0.01	m	<	0.03	m	=	C_{max}
Fuerza de corte última	ϕV_n	=	39.78	kN	>	16.16	kN	=	V_u
Momento último	ϕM_n	=	10.38	kNm	>	9.69	kNm	=	M_u

La sección transversal es SATISFACTORIA.

Área de acero calculada: 397.1 mm².

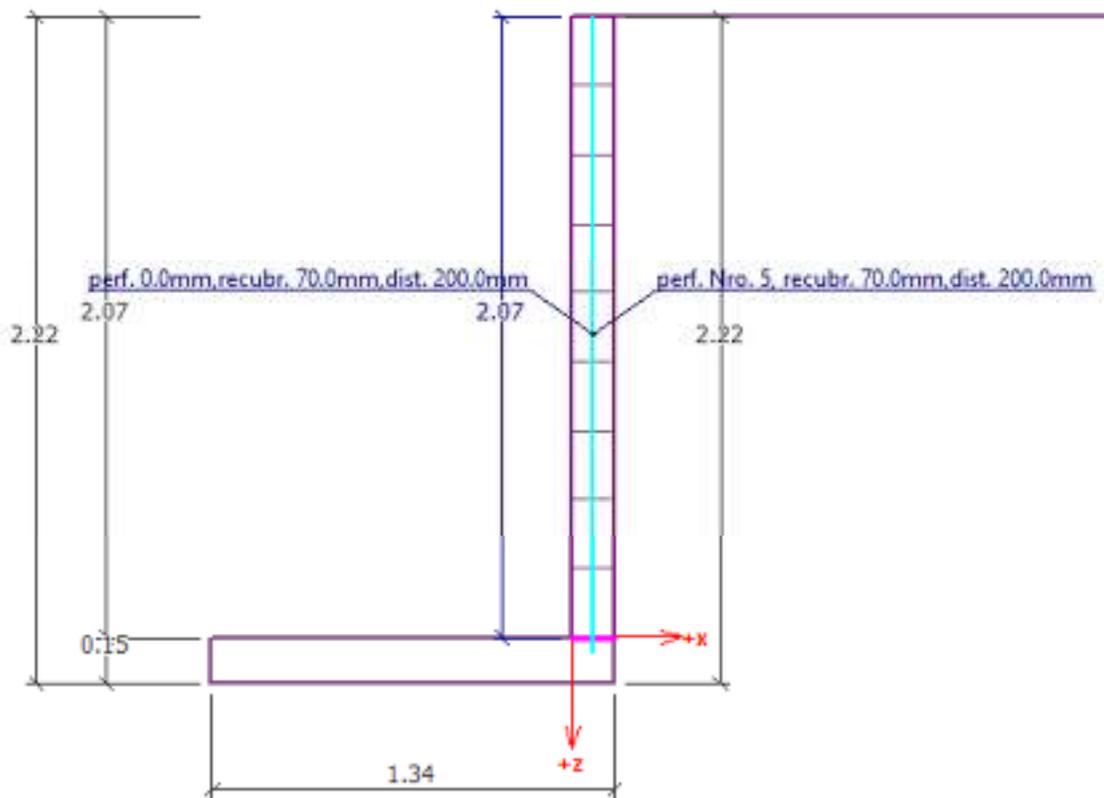


Figura 15: Refuerzo principal del vástago de la caja

Fuente: GEO5 Voladizo (Fine spol. s r.o., 2019).

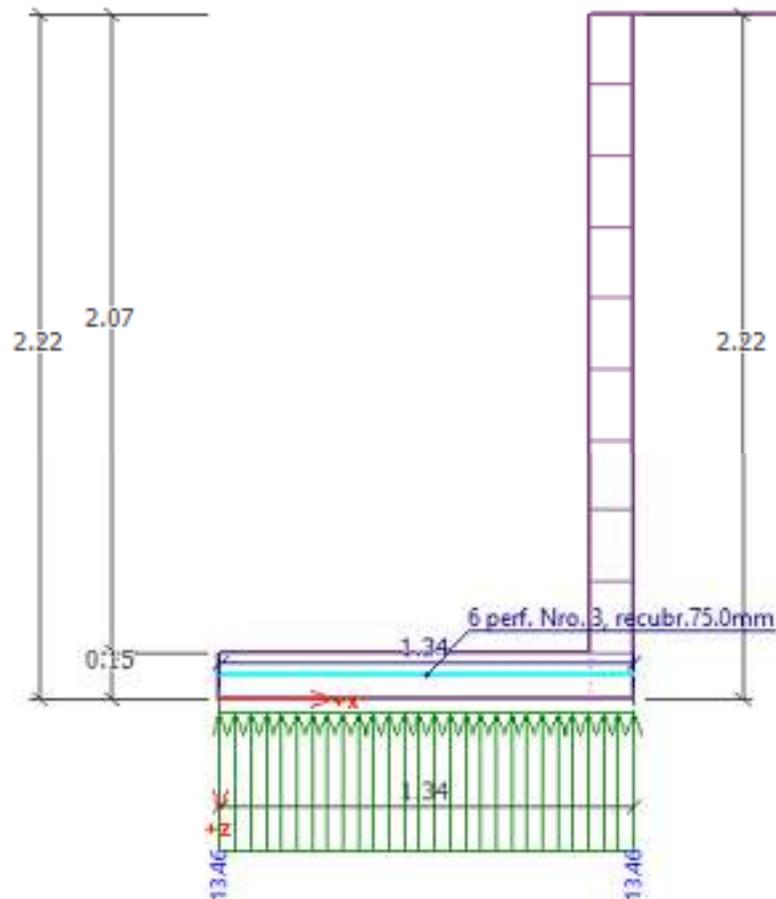


Figura 16: Refuerzo principal del vástago de la caja

Fuente: GEO5 Voladizo (Fine spol. s r.o., 2019).

Los refuerzos anteriores se determinaron en base a combinaciones de carga no mayoradas, para cumplir con lo requerido para este proyecto.

5.9. Distribución de acero de refuerzo proporcionado

De acuerdo a los resultados anteriores se debe de proporcionar de acero a la sección de al menos:

Refuerzo vertical: #5@20cm (en cada hueco del bloque).

Refuerzo horizontal: #3@40cm (a cada dos hileras).

Refuerzo en zapata: #3@10cm ambos sentidos.



6. Análisis y resultados de vigas I “queiebrapatatas” L=1.10 m

En este apartado se describe el análisis y diseño el dimensionamiento y refuerzo de una viga con sección transversal variable en su longitud. Esta viga “queiebrapatatas” con forma de I en su vista en planta, tiene el propósito de utilizarse como estructura de paso en los tramos donde el eje de la cuneta anteriormente descrita interseca de forma perpendicular a la línea central de las calles. Para este análisis estructural se considera como carga móvil el vehículo estándar de diseño según el Manual de Carreteras (SOPTRAVI, 1996) equivalente al vehículo HS-44 que establece la AASHTO.

Debido a la corta longitud (1.10 m) y ancho (0.25 m) de la viga, se asume que este elemento tiene la capacidad de soportar la mitad del peso de una llanta de un eje trasero (el eje más solicitante) del vehículo estándar, esto último basado en lo que prescribe el Manual de Carreteras (SOPTRAVI, 1996) de la siguiente forma: “el área de contacto de la rueda del vehículo standard de diseño será un rectángulo de 50 cm en la dirección transversal al tráfico y 20 en la dirección del tráfico” (p. Capítulo II – 51).

Esta situación se esquematiza en la siguiente figura.

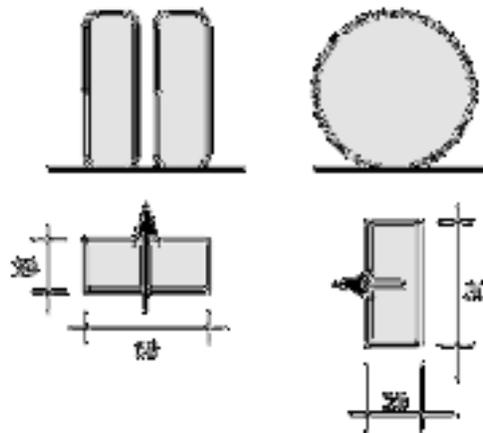


Figura 17: Área de contacto de la rueda del camión estándar de diseño

Fuente: Manual de Carreteras (SOPTRAVI, 1996, p. Capítulo II-51)

De esta manera, se tienen los siguiente cálculos y resultados:



6.1. Idealización de la viga



Figura 18: Modelo matemático de la viga. Longitud entre apoyos de $L=1.10m$

Fuente: SAP2000 (Computers and Structures, Inc., 2018).

Cabe destacar que se diseñó para la sección transversal que corresponde al alma de la forma I vista en planta de la viga en su combinación de carga crítica. La sección transversal del alma se considera de 0.15×0.20 m (base \times altura).

6.2. Características de los materiales

Tabla 13: Características de los materiales considerados para el análisis de la superestructura

Peso unitario	$\gamma = 2,400 \text{ kgf/m}^3$
Resistencia a la compresión del hormigón	$f'_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ (4.00 ksi)
Grado del acero de refuerzo	60 ($f_y = 4,200 \text{ kgf/cm}^2$)

6.3. Determinación de cargas

6.3.1. Carga muerta (D)

6.3.1.1. Peso propio

El peso propio del elemento se determina con el peso unitario del material (concreto reforzado) equivalente al descrito en la Tabla 13 multiplicado con el volumen total de la viga y dividido por su longitud (1.10m). Así, se tiene el siguiente cálculo:

Ecuación 7: Peso propio distribuido de la viga "quebrapatas" de concreto reforzado aplicado sobre el elemento idealizado

$$w_{pp} = \frac{[(0.20m^2)(0.20m)] \left(2,400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}\right)}{1.10m} = 87.27 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$



Donde,

w_{pp} : Peso propio distribuido de la viga "quebrapatas" de concreto reforzado.

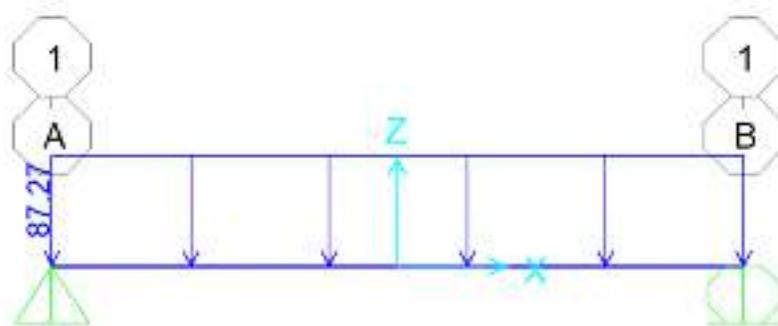


Figura 19: Idealización de la carga del peso propio de la viga I "quebrapatas" (en kgf/m)

Fuente: SAP2000 (Computers and Structures, Inc., 2018)

6.3.2. Carga viva (L)

Siguiendo lo descrito al inicio de este capítulo, se asume como carga viva el peso móvil de la mitad de una llanta que pertenece al eje trasero del camión estándar prescrito por el Manual de Carreteras (SOPTRAVI, 1996) calculado de la siguiente manera:

$$P_{viva} = \frac{14.50 \text{ ton}}{2} = 3.625 \text{ ton} \approx 3,625 \text{ kgf}$$

Donde,

$P_{móvil}$: Carga puntual viva.

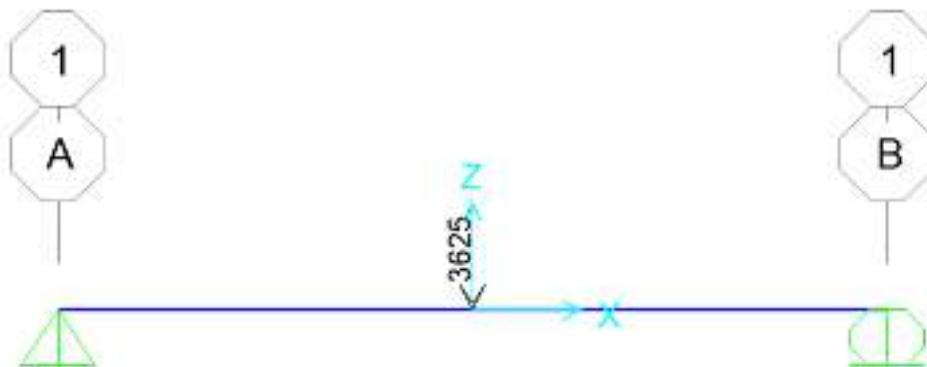


Figura 20: Idealización de la carga del móvil (en kgf) sobre la viga I "quebrapatas" en su ubicación donde causa mayores solicitaciones por deflexión, cortante y flexión

Fuente: SAP2000 (Computers and Structures, Inc., 2018)



6.4. Análisis de las deflexiones

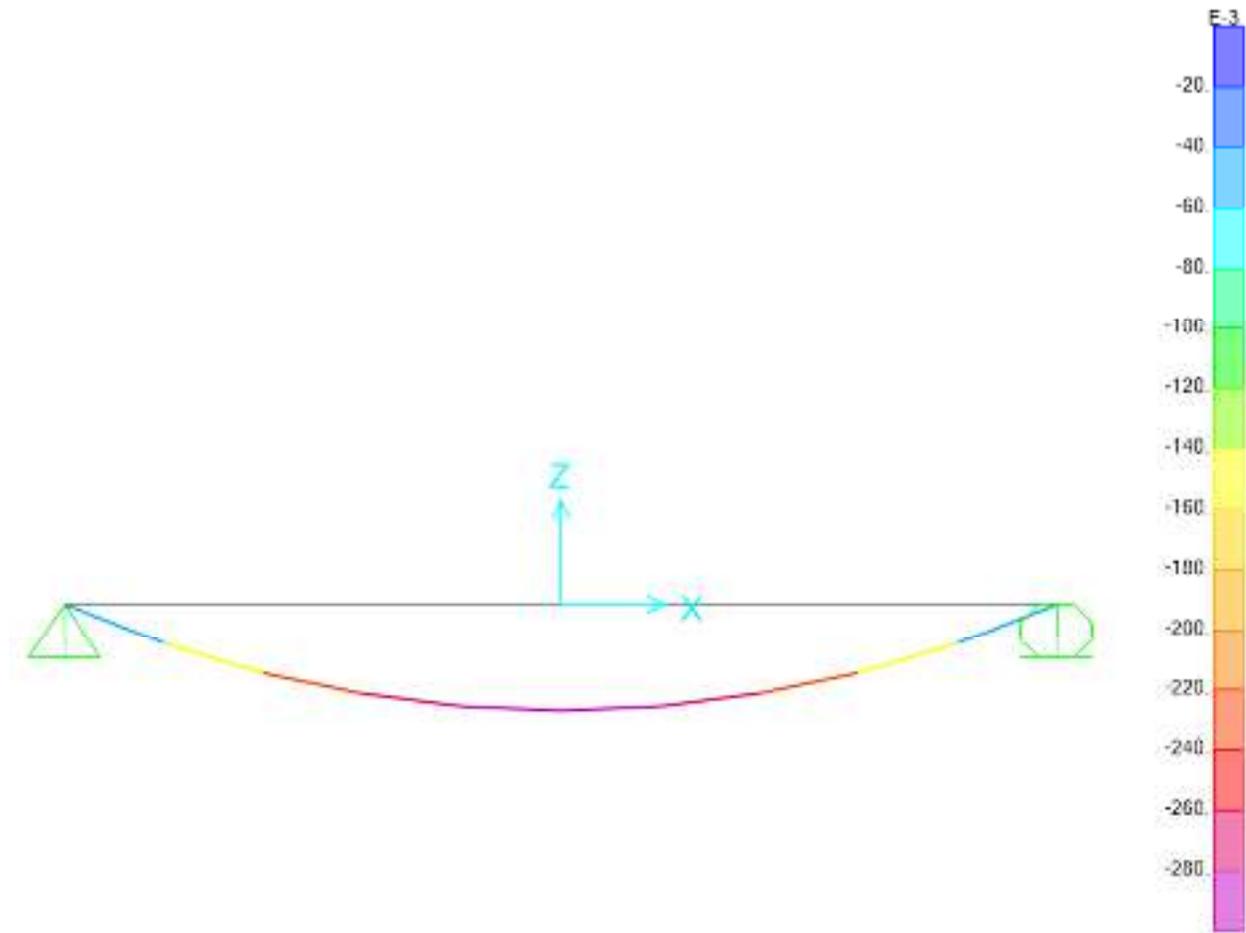


Figura 21: Diagrama de deformada (en mm) de la viga debido a la carga viva

Fuente: SAP2000 (Computers and Structures, Inc., 2018)

La Figura 21 muestra que la deflexión máxima causada por los efectos de la carga viva es de $\delta_{m\acute{a}x} = -280 \times 10^6 \text{ mm} \approx 0.00028 \text{ mm}$

De acuerdo a las disposiciones por el Manual de Carreteras (SOPTRAVI, 1996), se considera la deflexión máxima permisible del elemento como:

Ecuación 8: Deflexión máxima permisible

$$\delta_{perm} = \frac{L}{800} = \frac{1,100 \text{ mm}}{800} = 1.375 \text{ mm}$$

6.5. Solicitaciones

Al ser este elemento de escala muy pequeña, se considera la combinación de carga crítica para el estado último de esfuerzo de $1.4D + 1.7L$ (CHOC-CICH, 2008).

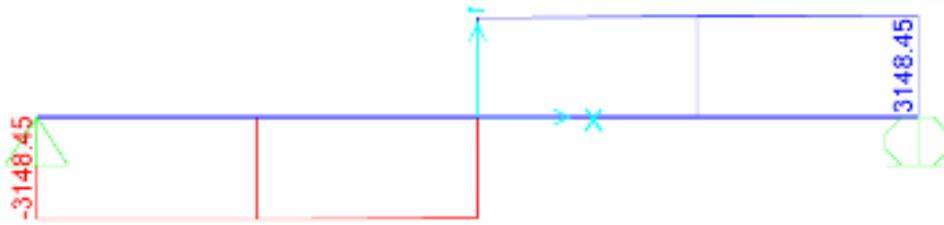


Figura 22: Diagrama de fuerzas cortantes (en kgf) para la combinación crítica considerada

Fuente: SAP2000 (Computers and Structures, Inc., 2018)

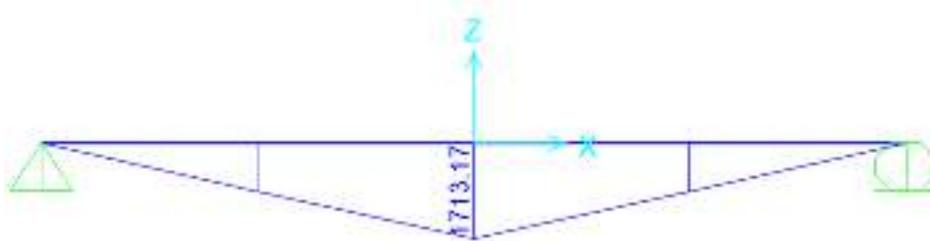


Figura 23: Diagrama de momentos flectores (en kgf-m) para la combinación crítica considerada

Fuente: SAP2000 (Computers and Structures, Inc., 2018)

En la Figura 22 y Figura 23 se muestran las magnitudes de las solicitaciones más exigentes en el elemento.

6.6. Diseño del refuerzo de acero

Al ser este elemento un miembro compuesto por dos materiales (concreto y acero), la determinación del refuerzo se describe en los siguientes apartados.

6.6.1. Acero requerido por flexión

Luego de determinar las solicitaciones para la viga, se determinó el acero de refuerzo por flexión a través de la asistencia computacional como sigue:

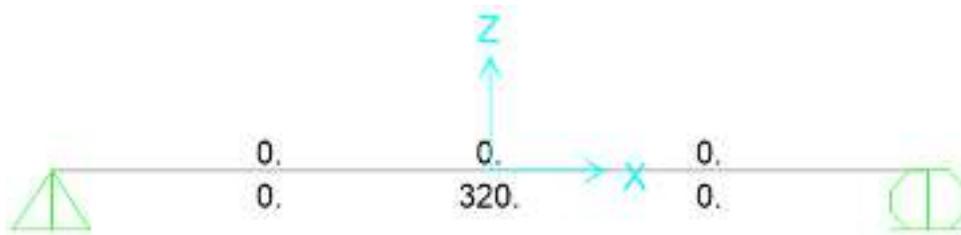


Figura 24: Área de refuerzo longitudinal requerido (en mm²)

Fuente: SAP2000 (Computers and Structures, Inc., 2018).

En los siguientes cálculos se muestra el cálculo del área de acero mínimo por flexión.



ÁREA DE ACERO MÍNIMO POR FLEXIÓN

1. Esquema de parámetros estructurales

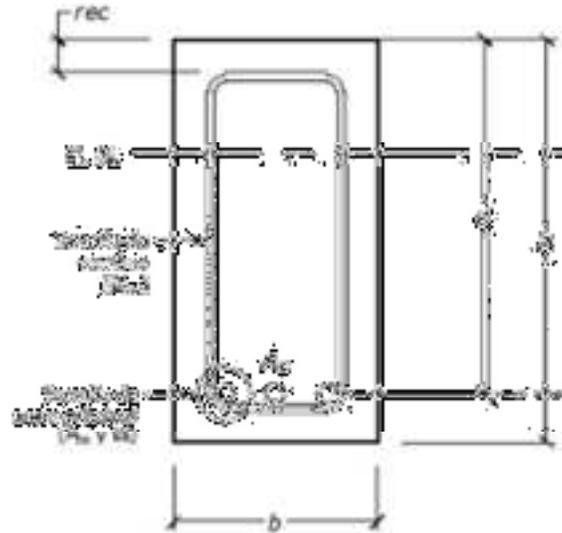


Figura A.

2. Datos de entrada

$$h := 200 \text{ mm}$$

Peralte de sección transversal.

$$b := 150 \text{ mm}$$

Ancho de sección transversal.

$$rec := 40 \text{ mm}$$

Recubrimiento de acero de refuerzo.

$$\#_{s,l} := 5$$

No. de barra de refuerzo longitudinal en octavos de de pulgada.

$$\theta_{s,l} = 15.9 \text{ mm}$$

Diámetro de barra de refuerzo longitudinal.

$$\#_{s,v} := 3$$

No. de barra de refuerzo cortante en octavos de de pulgada.

$$\theta_{s,v} = 9.5 \text{ mm}$$

Diámetro de barra de refuerzo por cortante.

$$f'_c := 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Resistencia a la compresión axial del concreto hidráulico (Sección 2.10.0 CHOC-CICH, 2008).

$$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Resistencia a la tensión axial del acero de refuerzo (Sección 2.10.0 CHOC-CICH, 2008).



3. Proceso (cálculos)

$$d := h - \left(rec + \theta_{s,v} + \frac{\theta_{s,l}}{2} \right) = 14.255 \text{ cm}$$

Peralte efectivo de la sección transversal. Ver Figura A

$$A_{s,min1} := \frac{0.8 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{kgf}{cm^2}}}{f_y} \cdot b \cdot d = 68.1519 \text{ mm}^2$$

Área de acero requerido 1 (Sección 2.10.5.1 CHOC-CICH, 2008).

$$A_{s,min2} := \frac{14 \frac{kgf}{cm^2} \cdot b \cdot d}{f_y} = 71.275 \text{ mm}^2$$

Área de acero mínimo 2 (Sección 2.10.5.1 CHOC-CICH, 2008).

$$A_{s,min} := \max(A_{s,min1}, A_{s,min2}) = 71.275 \text{ mm}^2$$

Área de acero mínimo.

Por lo tanto, el área de acero requerido por flexión del elemento es $A_s = 320 \text{ mm}^2$.

6.6.2. Acero requerido por cortante

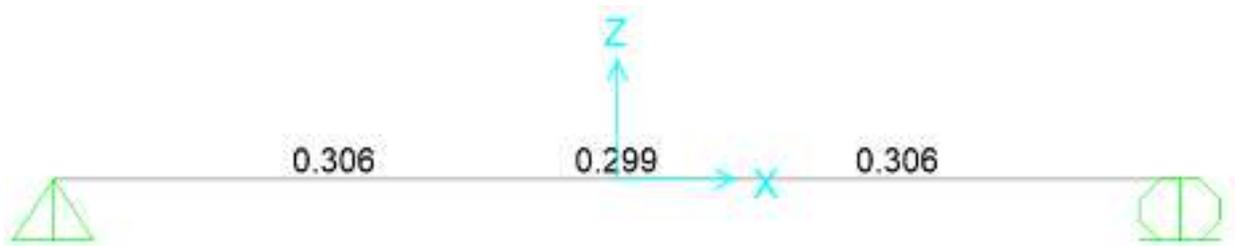


Figura 25: Relación de área de refuerzo por cortante y separación requerido (en mm^2/mm)

Fuente: SAP2000 (Computers and Structures, Inc., 2018).

De la figura anterior, se tiene que:

$$\frac{A_v}{s} = 0.306 \frac{\text{mm}^2}{\text{mm}}$$

Considerando refuerzo de acero por cortante con barras #3 se tiene lo siguiente:

$$s = \frac{2(71\text{mm}^2)}{0.306 \frac{\text{mm}^2}{\text{mm}}} = 464 \text{ mm} \approx 46 \text{ cm}$$



Donde,

A_v : refuerzo requerido por cortante.

s : separación requerida por cortante.

Revisando esta separación conforme a las disposiciones del CHOC (CICH, 2008) se tiene los siguientes cálculos:



DISEÑO POR CORTANTE DE VIGA RECTANGULAR
Cortante V_1 y V_2

Acero de refuerzo de viga I "quiebrapatas"

A. Datos de entrada	
Geometría (ver Figura 1) $b = 15.00 \text{ cm}$ $b_{\text{col}} = 0.00 \text{ cm}$ $L = 70.00 \text{ cm}$ $rec = 3.50 \text{ cm}$	Propiedades de materiales $f_c = 280.00 \text{ kg/cm}^2$ 2.10.0 (CHOC, 2008) $f_s = 4,200.00 \text{ kg/cm}^2$ 2.10.0 (CHOC, 2008) $E_s = 2.03E+06 \text{ kg/cm}^2$ 2.8.5.2 (CHOC, 2008) $\varphi = 0.85$ 2.9.3.2.1 (CHOC, 2008)
Barras de refuerzo Tam. barras principal (#) = 4.00 Tam. estribos (#) = 3.00 $\phi_s = 1.27 \text{ cm}$ $\phi_{est} = 0.95 \text{ cm}$ $A_{s,est} = 0.71 \text{ cm}^2$	Solicitaciones (ver Figura 1) $V_1 = 3,148.45 \text{ kg}$ Cortantes últimos factorizados $V_2 = 3,148.45 \text{ kg}$
Esquemas 	
Figura 1: Diagrama de fuerzas cortantes	



DISEÑO POR CORTANTE DE VIGA RECTANGULAR
Cortante V_1 y V_2

B. Proceso tramo x_3 y x_7			
Paso 1: Cálculo de V_u (ver Figura 1)			
$x_1 = \frac{L}{V_1 + V_2} V_1$		$x_5 = \frac{L}{V_1 + V_2} V_2$	
$x_1 = 35.00 \text{ cm}$		$x_5 = 35.00 \text{ cm}$	
$d = 14.76 \text{ cm}$	2.11.1.3 (CHOC, 2008)	$d = 14.76 \text{ cm}$	2.11.1.3 (CHOC, 2008)
$x_2 = x_1 - (b_{col}/2 + d)$		$x_6 = x_5 - (b_{col}/2 + d)$	
$x_2 = 20.25 \text{ cm}$		$x_6 = 20.25 \text{ cm}$	
$V_{u1} = \frac{V_1}{x_1} x_2$		$V_{u2} = \frac{V_2}{x_5} x_6$	
$V_{u1} = 1,821.15 \text{ kg}$		$V_{u2} = 1,821.15 \text{ kg}$	
Paso 2: Cálculo de distancia x_3 y x_7			
$V_c = 0.53\sqrt{f'_c}bd$	2.11.3.1.1 (CHOC, 2008)	$V_c = 0.53\sqrt{f'_c}bd$	2.11.3.1.1 (CHOC, 2008)
$V_c = 1,962.84 \text{ kg}$		$V_c = 1,962.84 \text{ kg}$	
$\phi V_c = 1,668.42 \text{ kg}$	2.11.1.1 (CHOC, 2008)	$\phi V_c = 1,668.42 \text{ kg}$	
$x_3 = \frac{x_1}{V_1} (V_1 - \phi V_c)$		$x_7 = \frac{x_5}{V_2} (V_2 - \phi V_c)$	
$x_3 = 16.45 \text{ cm}$	Tramo de diseño	$x_7 = 16.45 \text{ cm}$	Tramo de diseño
Paso 3: Cálculo de espaciamientos de estribos			
$\phi V_c / 2 = 834.21 \text{ kg}$	2.11.5.5.1 (CHOC, 2008)	$\phi V_c / 2 = 834.21 \text{ kg}$	
	∴ Requiere refuerzo por cortante.		∴ Requiere refuerzo por cortante.
$2\phi V_c = 3,336.83 \text{ kg}$		$2\phi V_c = 3,336.83 \text{ kg}$	
$4\phi V_c = 6,673.66 \text{ kg}$		$4\phi V_c = 6,673.66 \text{ kg}$	
$V_s = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi}$	2.11.1.1 (CHOC, 2008)	$V_s = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi}$	2.11.3.1.1 (CHOC, 2008)
$V_s = 1,161.11 \text{ kg}$		$V_s = 1,161.11 \text{ kg}$	
$\phi V_s = 986.95 \text{ kg}$		$\phi V_s = 986.95 \text{ kg}$	
Caso = $V_u > \phi V_c$		Caso = $V_u > \phi V_c$	
$A_s = 2A_{s,est}$		$A_s = 2A_{s,est}$	
$A_s = 1.42 \text{ cm}^2$		$A_s = 1.42 \text{ cm}^2$	



DISEÑO POR CORTANTE DE VIGA RECTANGULAR
Cortante V_1 y V_2

$s_{\text{cut}} = 75,79 \text{ cm}$ 2.11.5.5.3 y 2.11.5.6.2 (CHOC, 2008)	$s_{\text{cut}} = 75,79 \text{ cm}$ 2.11.5.5.3 y 2.11.5.6.2 (CHOC, 2008)
$s_{\text{max}} = 7,38 \text{ cm}$ 2.11.5.4.1 y 2.11.5.4.3 (CHOC, 2008)	$s_{\text{max}} = 7,38 \text{ cm}$ 2.11.5.4.1 y 2.11.5.4.3 (CHOC, 2008)
$s = 7,00 \text{ cm}$ \therefore Usar #3@7cm	$s = 7,00 \text{ cm}$ \therefore Usar #3@7cm

Por lo tanto, la separación del refuerzo por cortante es 7 cm.

6.6.3. Acero proporcionado

En las siguientes figuras se muestra la distribución de acero proporcionado a la viga "quebrapatas"

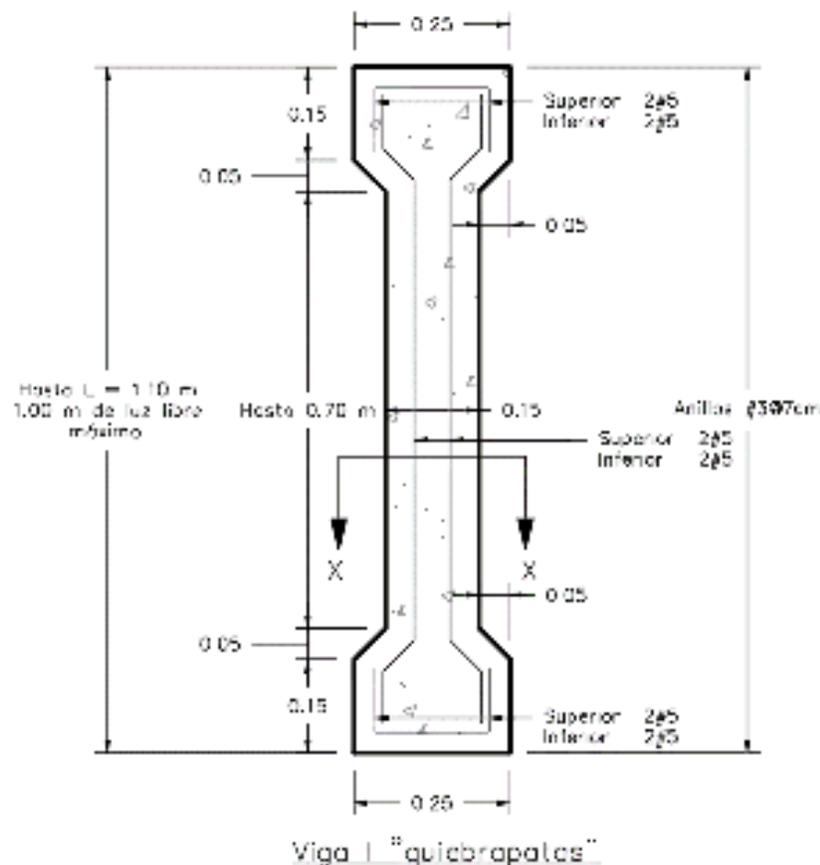


Figura 26: Vista en planta de viga.

Fuente: propia.

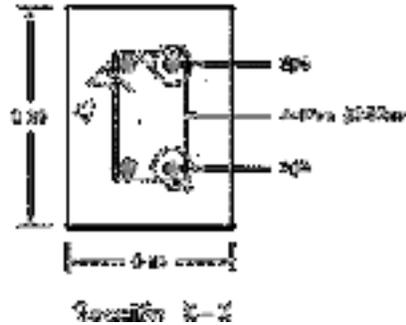


Figura 27: Sección transversal X-X de viga.

Fuente: propia.

7. Análisis y resultados de losa de acceso de vehículos a residencias

En este capítulo se describe el procedimiento de análisis y diseño estructural para losas de accesos vehiculares a residencias de concreto reforzado. Este elemento surge de la necesidad de habilitar el paso de vehículos al interior de viviendas.

Para los cálculos que a continuación se presentan, el ancho de la losa mínimo de acceso se considera de 2.00 m, con una longitud entre apoyos máxima de 0.60 m.

7.1. Idealización de la losa

La distribución de cargas que actúa sobre la losa se estima que es en una dirección, ya que la relación del lado corto al lado largo del elemento en una proyección en planta supera el valor 2.00.

En este tipo de losa, para el análisis de sus estados límites de servicio y últimos, se implementa el modelo matemático similar al de un elemento horizontal (viga) simplemente apoyado.

En la siguiente figura se muestra la idealización matemática de esta losa.

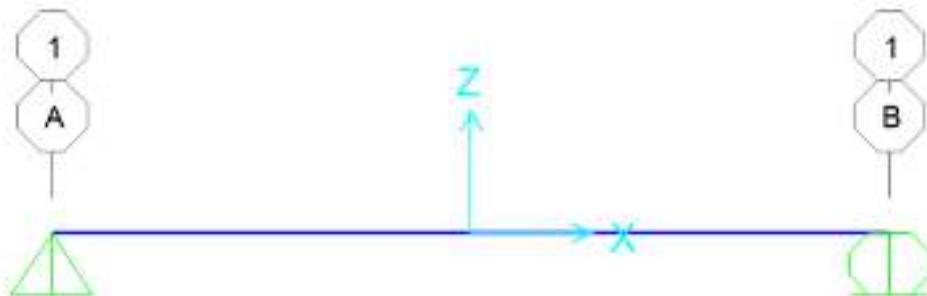


Figura 28: Idealización de losa ($L=0.60m$).

Fuente: SAP2000 (Computers and Structures, Inc., 2018)



7.2. Características de los materiales

Tabla 14: Características de los materiales considerados para el análisis de la losa

Peso unitario del concreto hidráulico	$\gamma_{concreto} = 2,400 \text{ kgf/m}^3$
Peso unitario del acero	$\gamma_{acero} = 7,850 \text{ kgf/m}^3$
Resistencia a la compresión del hormigón	$f'_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ (4.00 ksi)
Grado del acero de refuerzo	40 ($f_y = 2,800 \text{ kgf/cm}^2$)

Las características mostradas en el cuadro anterior describen los materiales considerados para la losa de concreto reforzado. El peso propio del elemento se calcula a través de la asistencia computacional con SAP2000 (Computers and Structures, Inc., 2018) de manera automática.

7.3. Determinación de las cargas

7.3.1. Carga muerta

7.3.1.1. Peso propio

Tal y como se describió en el apartado anterior, el peso propio del elemento lo determina de forma automática el programa computacional SAP2000 (Computers and Structures, Inc., 2018).

7.3.2. Carga viva

Debido a las cortas dimensiones (2.00x0.60m) de la losa, se asume que este elemento tiene la capacidad de soportar el peso de una llanta de un eje trasero (el eje más solicitante) del vehículo estándar, esto último basado en lo que prescribe el Manual de Carreteras (SOPTRAVI, 1996) de la siguiente forma: "el área de contacto de la rueda del vehículo standard de diseño será un rectángulo de 50 cm en la dirección transversal al tráfico y 20 en la dirección del tráfico" (p. Capítulo II – 51). Además, se considera que no existe la posibilidad de que el vehículo estándar acceda de forma completa a una vivienda. Se asume que sólo una llanta del camión estándar esté en contacto directo con la losa. Ver Figura 29.

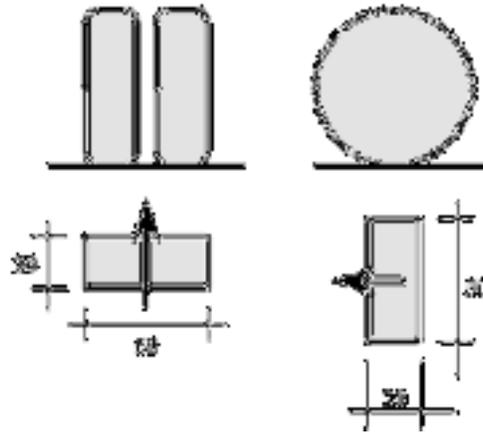


Figura 29: Área de contacto de la rueda del camión estándar de diseño

Fuente: Manual de Carreteras (SOPTRAVI, 1996, p. Capítulo II-51)

De esta manera, se asume como carga viva el peso móvil de una llanta que pertenece al eje trasero del camión estándar prescrito por el Manual de Carreteras (SOPTRAVI, 1996) calculado de la siguiente manera:

$$P_{viva} = \frac{14.50 \text{ ton}}{2} = 7.25 \text{ ton} \approx 7,250 \text{ kgf}$$

Donde,

P_{viva} : Carga puntual viva.

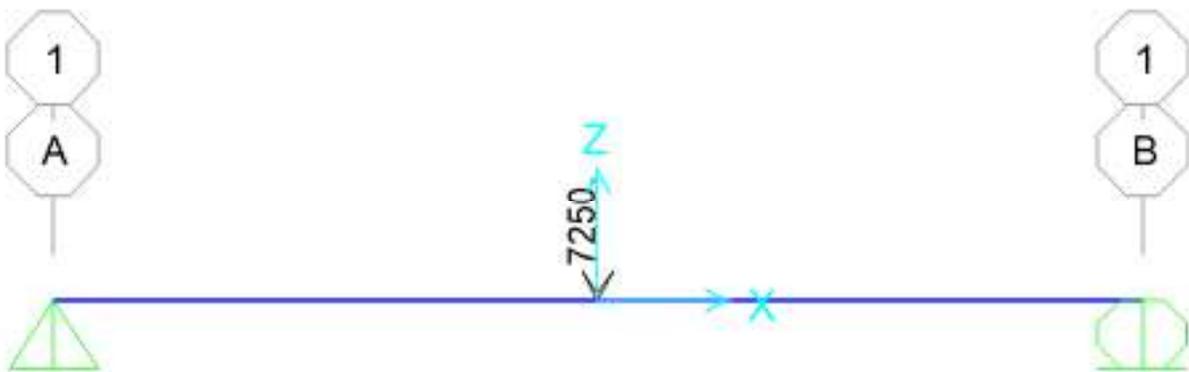


Figura 30: Carga viva puntual sobre la losa.

Fuente: SAP2000 (Computers and Structures, Inc., 2018)

La figura anterior representa la carga de una llanta del camión estándar en el punto donde se producen los mayores esfuerzos.



7.4. Análisis de las deflexiones

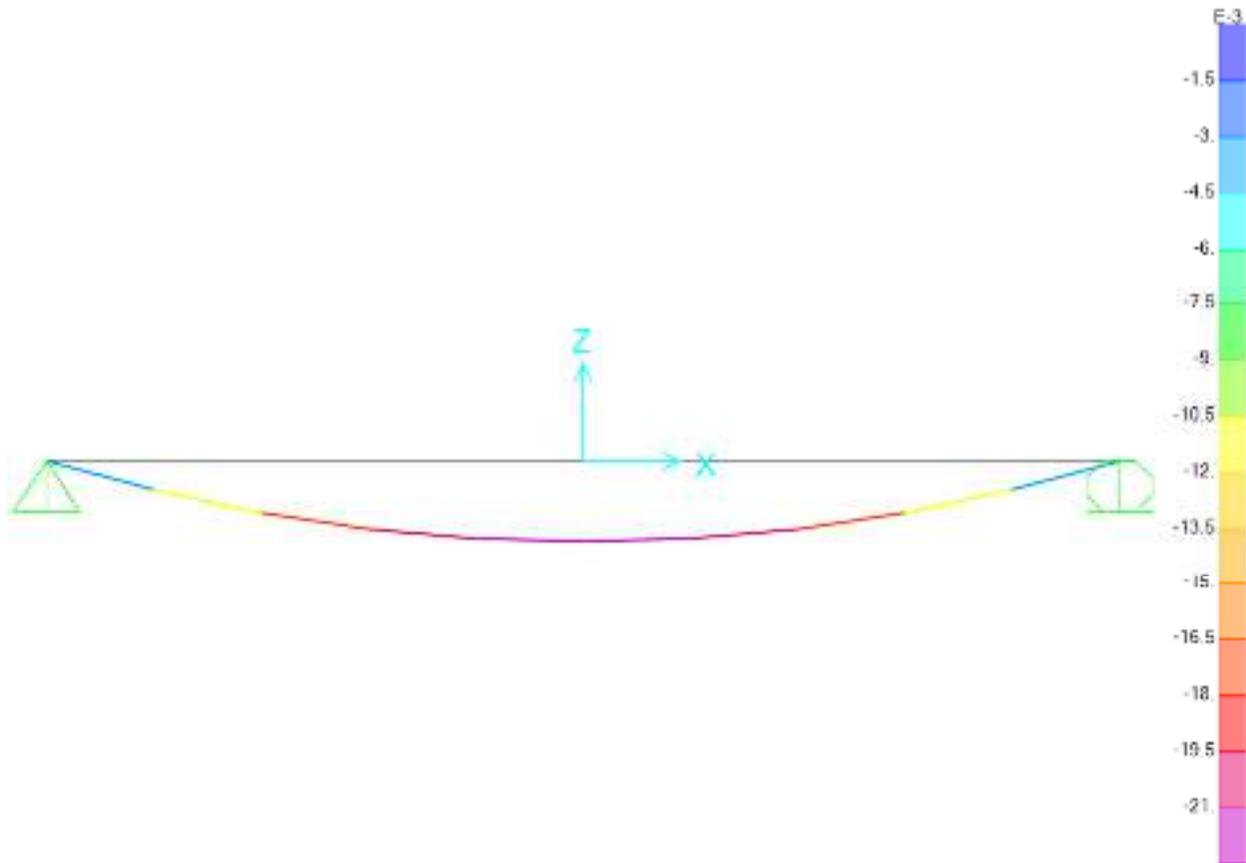


Figura 31: Contornos de deformada (en mm) de la superestructura debido a la carga viva

Fuente: SAP2000 (Computers and Structures, Inc., 2018).

La Figura 31 muestra que la deflexión máxima causada por los efectos de la carga viva más los efectos dinámicos del impacto es de $\delta_{m\acute{a}x} = -0.021 \text{ mm}$

De acuerdo a las disposiciones por el Manual de Carreteras (SOPTRAVI, 1996), se considera de forma conservador la deflexión máxima permisible del elemento como:

Ecuación 9: Deflexión máxima permisible para losa

$$\delta_{perm} = -\frac{L}{800} = -\frac{600 \text{ mm}}{800} = -0.75 \text{ mm}$$

Conforme a los resultados anteriores, la deflexión máxima absoluta que puede resultar en la losa debido a la carga móvil es menor que la deflexión permisible establecida por el Manual de Carreteras (SOPTRAVI, 1996).



7.5. Combinaciones de carga

Al ser este elemento de escala muy pequeña, se considera la combinación de carga crítica para el estado último de esfuerzo de $1.4D + 1.7L$ (CHOC-CICH, 2008).

7.6. Solicitaciones

En la Figura 32 y Figura 33 se muestran las magnitudes de las solicitaciones en el elemento de la losa.

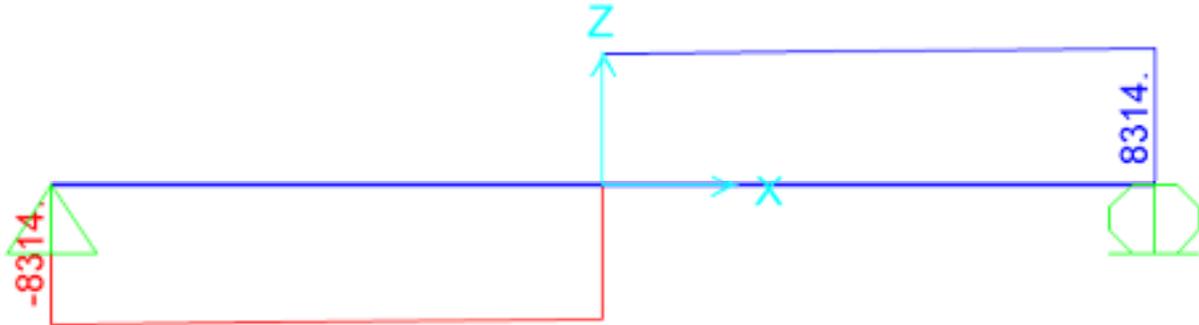


Figura 32: Diagrama de fuerzas cortantes (en kgf) para la combinación crítica considerada

Fuente: SAP2000 (Computers and Structures, Inc., 2018).

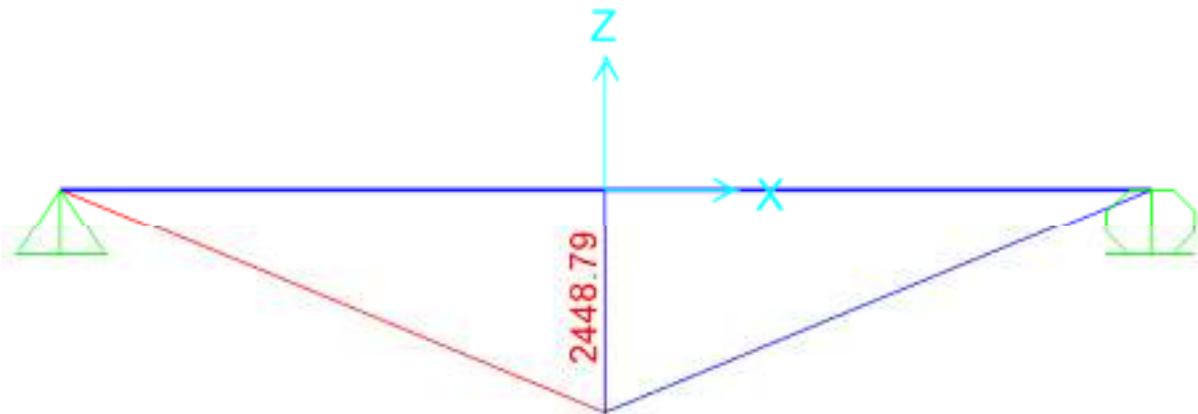


Figura 33: Diagrama de momentos flectores (en kgf-m) para la combinación crítica considerada

Fuente: SAP2000 (Computers and Structures, Inc., 2018).

De esta manera, se infiere que las solicitaciones sobre la losa son:

$$V_u = 8,314 \frac{kgf}{m}, M_u = 2449 \frac{kgf \cdot m}{m}$$

Donde,



Programa de Adaptación Urbana al Cambio Climático
en Centroamérica - Componente Honduras

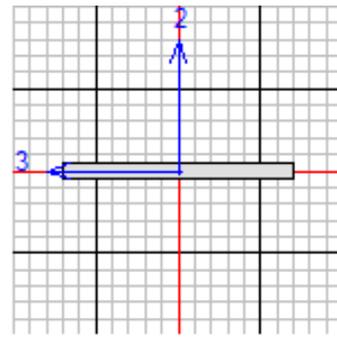


V_u : fuerza cortante última.

M_u : momento flector último.



7.7. Capacidad de fuerza cortante



ACI 318-11 BEAM SECTION DESIGN Type:Sway Special Units: Kgf, m, C (Summary)

Element : 1 D=0.150 B=2.000 bf=2.000
 Section ID : Losa 2.00x0.15m ds=0.000 dct=0.075 dcb=0.075
 Combo ID : 1.4D+1.7L E=2.535E+09 fc=2812278.50 Lt.Wt. Fac.=1.000
 Station Loc : 0.000 L=0.600 fy=28122785.0 fys=28122785.0

Phi(Bending) : 0.900
 Phi(Shear) : 0.750
 Phi(Seis Shear) : 0.600
 Phi(Torsion) : 0.750

Design Moments, M3

Positive Moment	Negative Moment	Special +Moment	Special -Moment
0.000	0.000	0.000	0.000

Flexural Reinforcement for Moment, M3

	Required Rebar	+Moment Rebar	-Moment Rebar	Minimum Rebar
Top (+2 Axis)	0.000	0.000	0.000	0.000
Bottom (-2 Axis)	0.000	0.000	0.000	0.000

Shear Reinforcement for Shear, V2

Rebar Av/s	Shear Vu	Shear phi*Vc	Shear phi*Vs	Shear Vp
0.000	8313.999	10004.856	0.000	0.000

Reinforcement for Torsion, T

Rebar At/s	Rebar Al	Torsion Tu	Critical Phi*Tcr	Area Ao	Perimeter Pi
0.000	0.000	0.000	€98.013	0.099	3.94

Figura 34: Captura de resultados de verificación de cortante (en kgf)



Fuente: SAP2000 (Computers and Structures, Inc., 2018).

$$V_u = 8,314 \text{ kgf}$$

$$\phi V_c = 10,004.86 \text{ kgf}$$

$$\phi V_c > V_u$$

∴ El concreto resiste la fuerza cortante última. No requiere refuerzo por cortante.

Donde,

V_u : fuerza cortante última factorizada.

ϕV_c : resistencia al corte del concreto hidráulico.

7.8. Acero requerido por flexión

Luego de definir las solicitaciones para la viga, se determinó el acero de refuerzo por flexión a través de la asistencia computacional como sigue:

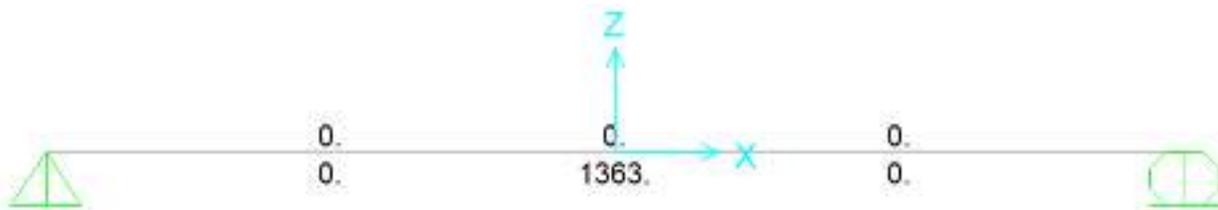


Figura 35: Área de refuerzo longitudinal requerido (en mm²)

Fuente: SAP2000 (Computers and Structures, Inc., 2018).

En los siguientes cálculos se muestra el cálculo del área de acero mínimo por flexión.



AREA DE ACERO MINIMO POR FLEXION

1. Esquema de parámetros estructurales

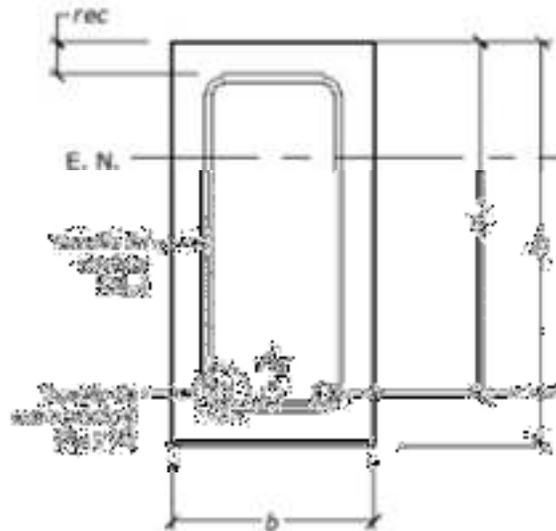


Figura A.

2. Datos de entrada

$$h := 150 \text{ mm}$$

Peralte de sección transversal.

$$b := 2000 \text{ mm}$$

Ancho de sección transversal.

$$rec := 75 \text{ mm}$$

Recubrimiento de acero de refuerzo.

$$\#_{s,l} := 4$$

No. de barra de refuerzo longitudinal en octavos de de pulgada.

$$\varnothing_{s,l} = 12.7 \text{ mm}$$

Diámetro de barra de refuerzo longitudinal.

$$f'_c := 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Resistencia a la compresión axial del concreto hidráulico (Sección 2.10.0 CHOC-CICH, 2008).

$$f_y := 2800 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Resistencia a la tensión axial del acero de refuerzo (Sección 2.10.0 CHOC-CICH, 2008).



3. Proceso (cálculos)

$$d := h - \left(rec + \frac{\emptyset_{s,l}}{2} \right) = 68.65 \text{ mm}$$

Peralte efectivo de la sección transversal. Ver Figura A

$$A_{s,min1} := \frac{0.8 \cdot \sqrt{f_c \cdot \frac{kgf}{cm^2}}}{f_y} \cdot b \cdot d = 656.4196 \text{ mm}^2$$

Área de acero requerido 1 (Sección 2.10.5.1 CHOC-CICH, 2008).

$$A_{s,min2} := \frac{14 \frac{kgf}{cm^2} \cdot b \cdot d}{f_y} = 686.5 \text{ mm}^2$$

Área de acero mínimo 2 (Sección 2.10.5.1 CHOC-CICH, 2008).

$$A_{s,min} := \max(A_{s,min1}, A_{s,min2}) = 686.5 \text{ mm}^2$$

Área de acero mínimo.

Por lo tanto, el área de acero requerido máximo por flexión de elemento es $A_s = 1,363 \text{ mm}^2$.



7.9. Acero requerido por contracción y temperatura

REFUERZO POR CONTRACCIÓN Y TEMPARATURA

1. Refuerzo paralelo a la sección transversal

Datos de entrada

$$h := 150 \text{ mm}$$

Peralte de sección transversal.

$$b := 2000 \text{ mm}$$

Ancho de sección transversal.

$$rec := 75 \text{ mm}$$

Recubrimiento de acero de refuerzo.

$$\#_{s,p} := 4$$

No. de barra de refuerzo principal en octavos de de pulgada.

$$\emptyset_{s,p} = 12.7 \text{ mm}$$

Diámetro de barra de refuerzo principal.

$$\rho_{min,r} := 0.0015$$

Cuantía de refuerzo paralelo a la sección transversal, según sección 14.3 (ACI, 2008)

Proceso (cálculos)

$$d := h - rec - \frac{\emptyset_{s,p}}{2} = 6.865 \text{ cm}$$

Peralte efectivo.

$$A_{s,req} := \rho_{min,r} \cdot b \cdot h = 450 \text{ mm}^2$$

Área de acero paralelo a la sección transversal requerido por contracción y temperatura.

Salidas

$$\#_{s,ctv} := 3$$

No. de barras de refuerzo paralelas a la sección transversal. en octavos de de pulgada.

$$\emptyset_{s,ctv} = 9.5 \text{ mm}$$

Diámetro de barra de refuerzo paralelas a la sección transversal.

$$A_{s,ctv} = 71 \text{ mm}^2$$

Área de sección trans. barra de refuerzo paralelas a la sección transversal.

$$n := \frac{A_{s,req}}{A_{s,ctv}} = 6.338$$

Cantidad de barras verticales requeridas en $b = 2000 \text{ mm}$ de longitud de muro.

$$s_{pa} := \text{floor} \left(\frac{b}{n} \right) \cdot \text{mm} = 315 \text{ mm}$$

Separación entre barras paralelas a la sección transversal.

\therefore Usar $\#_{s,ctv} = 3 @ s_{pa} = 315 \text{ mm}$ como refuerzo paralelo a la sección transversal.



2. Refuerzo perpendicular a la sección transversal

Datos de entrada

$$h := 150 \text{ mm}$$

Peralte de sección transversal.

$$b := 2000 \text{ mm}$$

Ancho de sección transversal.

$$rec := 75 \text{ mm}$$

Recubrimiento de acero de refuerzo.

$$\#_{s,p} = 4$$

No. de barra de refuerzo principal en octavos de de pulgada.

$$\emptyset_{s,p} = 12.7 \text{ mm}$$

Diámetro de barra de refuerzo principal.

$$\rho_{min,h} := 0.0025$$

Cuantía de refuerzo perpendicular a la sección transversal, según sección 14.3 (ACI, 2008)

Proceso (cálculos)

$$d := h - rec - \frac{\emptyset_{s,p}}{2} = 68.65 \text{ mm}$$

Peralte efectivo.

$$A_{s,req} := \rho_{min,h} \cdot b \cdot h = 750 \text{ mm}^2$$

Área de acero perpendicular a la sección transversal requerido por contracción y temperatura.

Salidas

$$\#_{s,cth,e} := 3$$

No. de barras de refuerzo perpendiculares a la sección transversal en octavos de de pulgada.

$$\emptyset_{s,cth,e} = 9.5 \text{ mm}$$

Diámetro de barra de refuerzo perpendicular a la sección transversal.

$$A_{s,cth,e} = 71 \text{ mm}^2$$

Área de sección trans. barra de refuerzo perpendicular a la sección transversal.

$$n := \frac{A_{s,req}}{A_{s,cth,e}} = 10.563$$

Cantidad de barras perpendiculares a la sección transversal requeridas en $b = 2000 \text{ mm}$ de longitud de muro.

$$s_{pe} := \text{floor} \left(\frac{b}{n} \right) \cdot \text{mm} = 189 \text{ mm}$$

Separación entre barras perpendicular a la sección transversal.

∴ Usar $\#_{s,cth,e} = 3 @ s_{pe} = 189 \text{ mm}$ como refuerzo perpendicular a la sección transversal.



7.10. Acero proporcionado

En el siguiente esquema se muestra la distribución de acero de refuerzo proporcionado a la losa apoyada sobre las paredes de la cuneta.

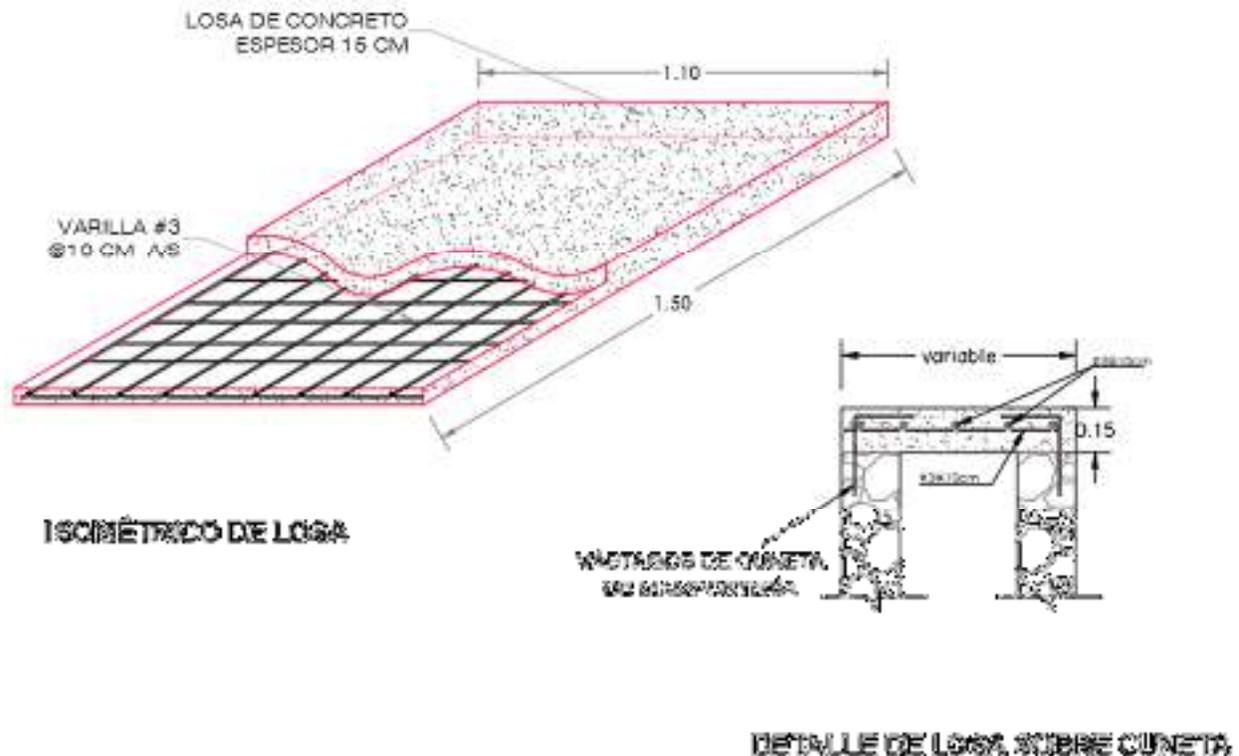


Figura 36: Distribución de refuerzo de acero en la losa de acceso.

Fuente: propia.

8. Conclusiones

De acuerdo a los cálculos mostrados en las secciones 4.7, 4.8, 5.6 y 5.7 se determinaron los diferentes factores de seguridad de la estructura de drenaje (cuneta) y su caja derivadora para las condiciones de falla por: equilibrio y capacidad portante del suelo en la fundación. Para cada uno de estos mecanismos de falla se describió el desarrollo de cálculos de los factores de seguridad del diseño de las estructuras, que resultaron en coeficientes de seguridad aceptables. En los análisis y resultados de la caja derivadora, se determinó el refuerzo en base a la acción única del empuje del suelo sin mayorar, con el propósito de satisfacer lo requerido para este proyecto, tal y como se muestra en la sección 5.8 y 5.9.

Se analizó y diseñó las vigas I "quebrapatas", proporcionando el acero de refuerzo tanto para flexión y cortante para el estado límite esfuerzos últimos bajo las condiciones de carga viva y



muerta, ya que los efectos extremos o ambientales (sismo) no ejercerían algún efecto considerable en su comportamiento por su reducido tamaño (muy baja masa). El acero de refuerzo proporcionado se muestra en la Figura 26 y Figura 27. Además, se verificó que las deflexiones del elemento son satisfactorias para el estado de servicio conforme las disposiciones locales como se describe en la sección 6.4.

De esta manera, en base a los argumentos anteriores se infiere que el diseño de este sistema estructural para el drenaje pluvial del sitio se puede considerar seguro para las condiciones descritas en este informe.

9. Recomendaciones

Se prefiere que la ejecución de la obra se realice durante tiempos de verano para que así se faciliten y efectúen las actividades de movimientos de tierra de forma segura en condiciones de suelo no saturado.

Debido a que se desconoce la calidad y composición química del agua que drenará por la cuneta y la incertidumbre futura de la ejecución de conexiones ilícitas a la cuneta realizadas por los habitantes, la producción de hormigón se recomienda elaborarse con cemento tipo II según la clasificación de la ASTM con la intención de otorgarle a la estructura resistencia de alguna exposición al ataque de sulfatos (McCormac & Brown, 2011).

Las juntas de contracción en sentido vertical deben estar separadas máximo a 7.50 m, y calafatearse con inyección de resinas acuosas combinándolo con bandas de caucho.

10. Referencias bibliográficas

CICH. (2008). *Código Hondureño de la Construcción*. Tegucigalpa, Honduras: XMEDIA Impresos.

Computers and Structures, Inc. (2018). SAP2000 (Versión 20) [Windows]. Recuperado de <https://www.csiamerica.com/about>



de San Antonio, J. A. (2019a). *INFORME GEOTECNIA COLONIA ALTOS DE LOS PINOS*

(Geotécnico N.º 1; pp. 7-8). Tegucigalpa, Honduras: Alcaldía Municipal del Distrito Central.

de San Antonio, J. A. (2019b, mayo). *Consulta sobre una aproximación de parámetros*

geotécnicos para utilizarse para los suelos de relleno. [Entrevista verbal].

Fine spol. s r.o. (2019). *GEO5*. Recuperado de [https://www.finesoftware.es/software-](https://www.finesoftware.es/software-geotecnico/)

[geotecnico/](https://www.finesoftware.es/software-geotecnico/)

McCormac, J. C., & Brown, R. H. (2011). *Diseño de concreto reforzado* (8.ª ed.). México:

Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.

SOPTRAVI. (1996). *MANUAL DE CARRETERAS TOMO 6 DRENAJE Y PUENTES* (1.ª ed.).

Tegucigalpa, Honduras: SOPTRAVI.