



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:

**PROPUESTA DE REDISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO EN POZA LOS ALCALDES,
LA LIMA, CORTÉS, 2023.**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

21811050 HELEN NICOLE GALEANO ZELAYA

21811305 MELVIN JOSUÉ MENDOZA SÁNCHEZ

21511117 MOISÉS DAVID ESPINOZA ZÚNIGA

ASESOR:

ING. MARCO TULIO CERNA

CAMPUS SAN PEDRO SULA

ABRIL, 2023

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

PRESIDENTA EJECUTIVA:

ROSALPINA RODRÍGUEZ GUEVARA

VICERRECTOR ACADÉMICO:

DESIRÉE TEJADA CALVO

RECTOR:

ROSALPINA RODRÍGUEZ GUEVARA

SECRETARIO GENERAL:

ROGER MARTÍNEZ MIRANDA

VICEPRESIDENTA CAMPUS SAN PEDRO SULA

MARÍA ROXANA ESPINAL MONTEILH

JEFE ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

HÉCTOR WILFREDO PADILLA SIERRA

**PROPUESTA REDISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO EN POZA LOS ALCALDES, LA
LIMA, CORTÉS, 2023.**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO
DE LOS REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL**

ASESOR METODOLÓGICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

ASESOR TEMÁTICO:

ING. MARCO TULIO CERNA

MIEMBROS DE LA TERNA:

ING. MARIO CÁRDENAS

ING. SERGIO PAREDES

ING. OTTO FLORES

DERECHOS DE AUTOR

© Copyright 2023

HELEN NICOLE GALEANO ZELAYA

MELVIN JOSUÉ MENDOZA SÁNCHEZ

MOISÉS DAVID ESPINOZA ZÚNIGA

Todos los derechos reservados.

AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN DEL AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE GRADO.

Señores

CENTRO DE RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACION (CRAI) SAN PEDRO SULA

Estimados Señores:

La presentación del documento de tesis forma parte de los requerimientos y procesos establecidos de graduación para alumnos de pregrado de UNITEC.

Nosotros, Helen Nicole Galeano Zelaya, Melvin Josué Mendoza Sanches, Moisés David Espinoza Zúniga San Pedro Sula, autores del trabajo de grado titulado, Propuesta Rediseño Estructural de Pavimento en Poza los Alcades, La Lima, Cortés, 2023. presentado y aprobado en el año 2023, como requisito para optar al título de Profesional de Ingeniero Civil, autorizamos a:

Las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), para que, con fines académicos, pueda libremente registrar, copiar y usar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

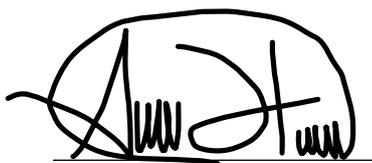
Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en las salas de estudio de la biblioteca y la página Web de la universidad.

Permita la consulta y la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en el artículo 19 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de los principales autores.

En fe de lo cual, se suscribe la presente acta en la ciudad de San Pedro Sula a los xx días del mes de XXXXX de dos mil veintitrés.



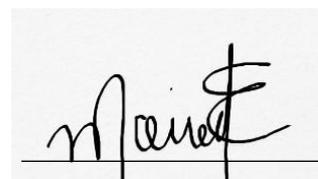
Helen Nicole Galeano Zelaya

21811050



Melvin Josué Mendoza Sánchez

21811305



Moisés David Espinoza Zuniga

21511117

HOJA DE FIRMAS

Los abajo firmantes damos fe, en nuestra posición de miembro de Terna, Asesor y/o jefe Académico y en el marco de nuestras responsabilidades adquiridas, que el presente documento cumple con los lineamientos exigidos por la Facultad de Ingeniería y los requerimientos académicos que la Universidad dispone dentro de los procesos de graduación.



Ing. Michael Job Pineda


Ing. Marco Tulio Cerna Zelaya
Asesor Temático



Ing. Mario Cárdenas

Coordinador de la Terna



Ing. Otto Flores

Miembro de la Terna



Ing. Sergio Paredes

Miembro de la Terna

Ing. Héctor Wilfredo Padilla

Jefe Académico de Ingeniería Civil | UNITEC

DEDICATORIA

Dedico este logro a Dios que siempre ha estado presente en mi trayectoria como estudiante para tomar cada decisión que se me ha impuesto en el camino y poder finalizar mi carrera con éxito. A mi familia en especial a mi madre, Wanda Judith Zelaya por haberme apoyado a culminar mis estudios y demostrarme que todo se puede con perseverancia. A mi padre, Oscar Edilberto Galeano por darme consejos y palabras de apoyo. A mis abuelos, Rosa Ramos y Miguel Zelaya que han sido mis protectores y mi mayor fuente de motivación. A Melvin Mendoza por siempre motivarme a seguir adelante a hacer todo de la manera correcta y ser quien siempre vela por mi bienestar. Finalmente, a todos mis amigos quienes de alguna u otra manera han estado presente para que yo pueda seguir adelante en esta nueva etapa de mi vida.

Helen Nicole Galeano Zelaya

Este logro va dedicado a Dios primeramente ya que ha sido mi guía y fortaleza, a mis padres, Melvin Mendoza Majano y Dilcia Yamileth Sánchez Aguilera quienes son un pilar fundamental en mi vida y que con su amor y sacrificio pude culminar la carrera. A mis abuelas, Teodora Hernández Umanzor y Bertilia Aguilera Díaz que siempre me aconsejaron y me dieron palabras de aliento. A Helen Nicole Galeano quien fue mi compañera de estudio y desveladas durante gran parte de la carrera. Por último, a todos mis amigos y compañeros de carrera quienes estuvieron presentes para apoyarme.

Melvin Josué Mendoza Sánchez

Dedico este logro principalmente a Dios por brindarme la sabiduría y perseverancia para culminar con éxito esta meta. A mi familia en general, a mis padres y hermana por acompañarme en esta etapa de mi vida y confiar en mi visión personal de seguir trabajando en mi aprendizaje continuo. A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito, en especial a aquellos que nos compartieron sus conocimientos. Es merito dedicar a mis amigos y compañeros de carrera por su soporte y experiencias vivida a lo largo de este periodo de estudio.

Moisés David Espinoza Zúniga

AGRADECIMIENTO

Agradecemos inicialmente a cada uno de los docentes de la carrera de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica Centroamericana, de San Pedro Sula, los cuales nos acompañaron en el desarrollo de la carrera, brindando sus conocimientos técnicos mediante trabajos, evaluaciones y sus experiencias laborales, los cuales fueron esenciales para la ejecución de este proyecto y la preparación de nuestra profesión.

A nuestros padres y familia que nos han apoyado durante estos cinco años de estudio para conformar el ámbito laboral como profesionales de éxito.

A nuestros colegas y amigos que han servido de apoyo día con día en el curso de esta carrera universitaria haciendo de ella una experiencia que marcará una vida entera.

A nuestro asesor temático el Ingeniero Marco Tulio Cerna que nos brindó la información necesaria y ayuda para la realización de este proyecto, A los Ingenieros Martin Orellana, Rubén Santos que nos brindaron su tiempo para ayudarnos y explicarnos las dudas que se nos presentaron al momento de la realización de este escrito, Al departamento de Carreteras y departamento de Laboratorio de Saybe y Asociados por todo el apoyo y colaboración que recibimos de su parte.

A la Municipalidad de la lima en especial al Señor alcalde Santos Laínez por recibirnos con los brazos abiertos y confiarnos este proyecto que ha sido arduo trabajo, por brindarnos la información pertinente, la seguridad municipal, el transporte y sobre todo aclarar nuestras dudas y para la realización de este proyecto.



RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto está ubicado en el sector Poza Los Alcaldes, en el primer acceso a La Lima, Cortés. La realización de la propuesta técnica de un rediseño estructural de pavimento permitirá el mejoramiento en el área del casco urbano, así mismo, evitará estancamiento de aguas superficiales, inundación de la parada de buses y casas aledañas; ante la problemática anteriormente mencionada, el presente documento expone los estudios y las actividades realizadas para generar la actual propuesta de rediseño estructural de pavimento con una metodología de estudio que define un enfoque cuantitativo y a su vez, utiliza un diseño transversal ya que este se centra en la recolección de datos basado en un alcance descriptivo y técnicas como ser entrevistas, levantamiento topográfico y ensayos de laboratorio. Este rediseño está elaborado de acuerdo con los parámetros de diseño establecidos por la norma Portland Cement Association y El Manual Centroamericano para Diseño de Pavimento, obteniendo como resultado la elevación de la rasante del bulevar y la calle que va hacia el centro de salud. El Rediseño de la estructura del pavimento se realizó mediante el uso del programa BS-PCA. La sección del bulevar tendrá una subbase obtenida mediante un banco de préstamo ubicado en San Manuel, Cortés con un valor de soporte k 450 Lbs/pulg³ o 12.456 Kg/cm³ de 25 cm de espesor y la carpeta de rodadura de concreto hidráulico con MR de 600 Lbs/pulg² o 42.18 Kg/cm² de 23 cm, así mismo la calle que se dirige al centro de salud utilizará la subbase con un valor de soporte K 450 Lbs/pulg³ o 12.456 Kg/cm³ de 25 cm y la carpeta de rodadura de concreto hidráulico con MR de 600 Lbs/pulg² o 42.18 Kg/cm² de 22 cm que es el espesor existente. El presupuesto del proyecto fue realizado en las hojas de cálculo de Excel mediante un desglose de actividades presentadas en el PCO, explosión de insumos como materiales, equipo y mano de obra, el desglose de costos indirectos y las fichas de costo.

Palabras Clave: Rediseño, Carretera, Pavimentación, Rasante, La Lima.



ABSTRACT

The project is located in the area Poza Los Alcaldes, at the first access point to La Lima, Cortés. The realization of the technical proposal for a structural redesign of the pavement will allow for an improvement of the urban area, as well as avoid stagnation of surface waters, flooding of the bus stop, and surrounding houses. Faced with the aforementioned problems, this document exposes the studies and activities carried out to generate the current proposal for structural pavement redesign with a study methodology that defines a quantitative approach and, in turn, uses a cross-sectional design since it focuses on data collection based on a descriptive scope and techniques such as interviews, topographic surveys, and laboratory tests. This redesign is elaborated in accordance with the design parameters established by the Portland Cement Association standard and the Central American Manual for Pavement Design, resulting in the elevation of the boulevard and the street that goes to the health center. The structural pavement redesign was carried out using the BS-PCA program. The section of the boulevard will have a subbase obtained through an extraction site located in San Manuel, Cortés, with a modulus of reaction of k-value 450 lb/in³ or 12,456 kg/cm³ of 25 cm thickness and a surface course of hydraulic concrete with a MR of 600 lb/in² or 42.18 kg/cm² of 23 cm. Likewise, the street that leads to the health center will use the subbase with a modulus of reaction of k-value 450 lbs/in³ or 12.456 kg/cm³ of 25 cm and the rolling layer of hydraulic concrete with a MR of 600 lbs/in² or 42.18 kg/cm² of 22 cm, which is the existing thickness. The project budget was made in Excel spreadsheets through a breakdown of activities presented in the PCO, explosion of inputs such as materials, equipment and labor, the breakdown of indirect costs and cost sheets.

Keywords: Redesign, Highway, Paving, Grade, La Lima.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	Introducción.....	1
II.	Planteamiento del Problema	2
2.1.	Precedentes del Problema	2
2.2.	Definición del Problema	6
2.2.1.	Enunciado del Problema	6
2.2.2.	Formulación del Problema.....	6
2.3.	Justificación.....	6
2.4.	Preguntas de Investigación.....	7
2.5.	Objetivos.....	8
2.5.1.	Objetivo General	8
2.5.2.	Objetivos Específicos.....	8
III.	Marco Teórico.....	9
3.1.	Análisis de la Situación Actual	9
3.1.1.	Análisis del Macroentorno.....	9
3.1.1.1.	Diseño del pavimento rígido en el Jr. Chimbote, Distrito de Chila	9
3.1.1.2.	Análisis Comparativo del Diseño de Espesor de la Capa de Rodadura... 12	
3.1.1.3.	Diseño de Pavimento Rígido de la calle 7 entre carrera 7 y 5	17
3.1.2.	Análisis del Microentorno.....	20
3.1.2.1	Proyecto Puller-Batán	20
3.1.2.2	Proyecto Ampliación a Seis Carriles Bulevar del Norte	30
3.1.2.3	Proyecto Boulevard Altia-Uth.....	36
3.1.3.	Análisis Interno.....	41
3.1.3.1	Información Poblacional de La Lima.....	42

3.1.3.2	Información Geológica de La Lima	43
3.1.3.3	Proyectos de Pavimentación	43
3.1.3.4	Estado Actual de la Estructura de Pavimento.....	44
3.2.	Teoría de Sustento	45
3.2.1.	Norma Portland Cement Association (PCA)	46
3.2.1.1	Factores de Diseño.....	46
3.2.2.	Manual de Pavimento Centroamericano.....	52
3.2.3.	Directrices de Aguas de San Pedro (ASP).....	56
3.2.4.	Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado Norma ASTM D-422....	57
3.2.5.	Limites de Atterberg Norma ASTM D-4318	58
3.2.6.	Proctor Modificado Norma ASTM D-1557.....	60
3.2.7.	C.B.R. Norma ASTM D-1883	61
3.2.8.	Geomembranas en la Construcción de Carreteras.....	64
3.2.8.1.	Aplicaciones de la geomembrana en pavimentos.....	64
3.2.9.	Uso de Material de Río para estabilizar suelo.....	65
3.2.10.	Alcance.....	66
3.2.11.	Ventajas	66
3.3.	Marco Conceptual	67
3.4.	Marco Legal	71
IV.	Metodología.....	72
4.1.	Enfoque.....	72
4.2.	Variables de Investigación	72
4.2.1.	Diagrama de las Variables de Operacionalización	74
4.2.2.	Tabla de Operacionalización.....	75

4.3.	Técnicas e Instrumentos Aplicados	77
4.3.1.	Instrumentos	77
4.3.1.1.	Instrumentos Físicos	77
4.3.1.2.	Softwares	83
4.3.2.	Técnicas	85
4.3.2.1	Levantamiento Topográfico	85
4.3.2.2	Prácticas de Laboratorio.....	86
4.3.2.3	Reunión con Asesores.....	86
4.3.2.4	Entrevistas.....	86
4.4.	Metodología de Estudio.....	87
4.4.1.	Tipo de Diseño.....	87
4.5.	Cronograma de Actividades.....	89
V.	Análisis y Resultados.....	92
5.1.	Topografía del Sitio.....	92
5.1.1.	Ubicación Cartográfica.....	92
5.1.2.	Análisis de la Topografía	93
5.1.3.	Planta General de la Topografía Realizada	94
5.2.	Categorización Ambiental.....	95
5.3.	Análisis Hidráulico.....	96
5.3.1.	Cálculo del Caudal Q	96
5.3.1.1.	Área de techos, Área verde y Área de carretera	96
5.3.1.2.	Cálculo de Coeficiente C.....	97
5.3.1.3.	Cálculo de Intensidad	98
5.3.1.4.	Cálculo de caudal.....	100

5.3.2.	Propuesta de Canal Tipo Cuneta	101
5.4.	Características del Suelo	105
5.4.1.	Exploración del Sitio	105
5.4.2.	Ensayos de Laboratorio.....	106
5.4.2.1.	Granulometría.....	106
5.4.2.2.	Límites de Atterberg.....	110
5.4.2.3.	Proctor Modificado	113
5.4.2.4.	CBR.....	114
5.4.3.	Estratificación.....	115
5.5.	Diseño Geométrico del Pavimento	117
5.5.1.	Paso a paso del Diseño Geométrico	117
5.5.2.	Conclusiones.....	131
5.6.	Diseño Estructural del Pavimento	132
5.6.1.	Tráfico de diseño.....	132
5.6.2.	Repeticiones de Carga.....	134
5.6.3.	Módulo de Reacción de la Subrasante, k	135
5.6.4.	Otros Parámetros del Método PCA	137
5.6.5.	Cálculo de la Estructura de Pavimento Mediante el Programa BS-PCA ..	137
5.6.6.	Cálculo de Consumo de Fatiga y Erosión.	141
5.6.7.	Conclusiones.....	146
5.7.	Detalles de Juntas	146
5.7.1.	Junta Longitudinal Aserrada.....	146
5.7.2.	Junta de Dilatación	146
5.7.3.	Junta Transversal.....	147

5.8. Planos	147
VI. Análisis Financiero.....	148
6.1. Alcance del Proyecto.....	148
6.2. Presupuesto de Cantidades de Obra del Proyecto (PCO)	152
6.3. Fichas de Costo y Explosión de Insumos	155
6.4. Cronograma de Trabajo	186
VII. Conclusiones.....	187
VIII. Recomendaciones.....	189
Bibliografía	191
Anexos	199
Puntos de Levantamiento Topográfico	199
Resultado de Cálculo Con Programa BS-PCA.....	219
Fotografías de Levantamiento Topográfico	220
Fotografías de Recolectas de Muestra de Suelo.....	221
Ensayos de Suelo al Material Recolectado del Banco de Préstamo.....	222
Ensayos de Suelo al Material Recolectado del Sitio	223
Reuniones con asesores y entrevistas.....	224
Resultados de Laboratorio	225

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1- Ríos y Quebradas año 2023.....	3
Ilustración 2- Boulevard Fuerzas Armadas Poza Los alcaldes año 2023.....	4
Ilustración 3- Plano con tuberías de evacuación de aguas.....	5
Ilustración 4- Parámetros establecidos de entrada.....	14
Ilustración 5- Resultados de diseño AASHTO.....	14
Ilustración 6- Resultados de diseño PCA.....	15
Ilustración 7-TPDA Proyección a 20 años.....	22
Ilustración 8-Distribución Porcentual del TPDA para el año 2021.....	22
Ilustración 9-Resumen de los Parámetros de Proyección.....	24
Ilustración 10-Resumen del cálculo de las repeticiones de carga.....	24
Ilustración 11- Resumen del cálculo de las repeticiones de carga.....	25
Ilustración 12- Estructura del Pavimento Rígida Propuesta.....	26
Ilustración 13- Junta Transversal de Contracción.....	27
Ilustración 14- Detalle de sello de juntas.....	28
Ilustración 15- Método PCA.....	28
Ilustración 16- Clasificación de Suelos y Módulos de Carga.....	29
Ilustración 17- Espesor del Pavimento Rígido.....	32
Ilustración 18- Duración de los Conteos.....	33
Ilustración 19- Muestra Duración de los Conteos.....	34
Ilustración 20- Curva de Intensidad-Duración-Frecuencia 10 Años.....	34
Ilustración 21- Fatiga y Erosión.....	35
Ilustración 22- Índice de PESO por eje para tráfico de carga pesada.....	37
Ilustración 23- Relaciones de Aproximación de Suelos y Módulos de Carga.....	38

Ilustración 24- Cálculos de Repeticiones de Carga, Los Primeros 10 años.....	39
Ilustración 25- Cálculos de Repeticiones de Carga, Los Segundos 10 años y Totales.....	39
Ilustración 26- Diseño de Pavimentos Rígidos, Método PCA.....	40
Ilustración 27-Mapa de Elevaciones Municipio de La Lima.	42
Ilustración 28- Estado Actual del Pavimento.	45
Ilustración 29-Reparaciones en la Capa de Rodadura.....	45
Ilustración 30-Relación entre la resistencia a la flexión y la edad diseño	47
Ilustración 31-Efecto de la Subbase no tratada sobre los valores k.....	48
Ilustración 32- Relaciones entre las clasificaciones de suelos y los valores de soporte.....	48
Ilustración 33- Tasas Anuales de Crecimiento de Tráfico y factores de Proyección.	50
Ilustración 34- Proporción de camiones en de una carretera dividida en carriles múltiples....	50
Ilustración 35-Datos de Carga por Eje.	51
Ilustración 36- Efecto de la Subbase granular sobre los valores de k.	53
Ilustración 37-Hoja de Trabajo para cálculo de espesores de pavimento.....	55
Ilustración 38- Tabla de coeficiente de escorrentía (c).	57
Ilustración 39- Diagrama de Operacionalización de Variables.	74
Ilustración 40- Diagrama de Diseño Metodológico.....	87
Ilustración 41-Cronograma	90
Ilustración 42-Cartografía de La Lima	92
Ilustración 43-Topografía del Sitio	94
Ilustración 44-Topografía del Sitio	95
Ilustración 45- Áreas de techo, Lotes y Carretera.	96
Ilustración 46- Curvas IDF de estación meteorológica La Mesa.....	100
Ilustración 47-Ubicación de Quebrapatas.	102

Ilustración 48-Final del Canal	102
Ilustración 49- Nivel de Invertida de Entrada de Cuneta	103
Ilustración 50- Nivel de Invertida de Salida de Cuneta.....	103
Ilustración 51-Insertar Datos de Cálculo	104
Ilustración 52-Resultado de Cálculos.....	104
Ilustración 53-Ubicación de Calicata.....	105
Ilustración 54-Tabla Para Clasificar por Medio de AASHTO 20 cm a 40 cm.....	116
Ilustración 55- Tabla Para Clasificar por Medio de AASHTO de 40 cm a 80 cm	116
Ilustración 56- Tabla Para Clasificar por Medio de AASHTO de Banco de Préstamo.....	117
Ilustración 57- Importar Puntos.....	118
Ilustración 58-Grupo de Puntos.....	118
Ilustración 59-Crear Superficie	119
Ilustración 60-Grupos de Punto de Superficie	119
Ilustración 61-Breaklines	120
Ilustración 62-Geometría Existente.....	120
Ilustración 63-Alineamientos de Calles.....	121
Ilustración 64-Perfiles de Calles	121
Ilustración 65-Crear Rasantes	122
Ilustración 66- Nombre de Rasante.....	122
Ilustración 67-Definición de Rasante	123
Ilustración 68-Sección Típica	123
Ilustración 69- Assembly de Secciones Típicas.....	124
Ilustración 70-Crear Corridor.....	125
Ilustración 71-Parámetros de Corridor.....	125

Ilustración 72-Frecuencia de Información	126
Ilustración 73-Superficie de Rasante y Subrasante.....	126
Ilustración 74-Boundary	127
Ilustración 75-Sample Lines.....	127
Ilustración 76-Parámetros de Simple Line	128
Ilustración 77-Section Views.....	128
Ilustración 78- Compute Materials.....	129
Ilustración 79- Compute Materials.....	129
Ilustración 80-Representación de Corte y Relleno en Secciones	130
Ilustración 81-Tabla de Corte y Relleno.....	130
Ilustración 82-Factor de Distribución por Dirección.....	133
Ilustración 83-Factor de Distribución por Carril	133
Ilustración 84-Límite de Peso por Eje.....	134
Ilustración 85-Página de Inicio del Programa	138
Ilustración 86-Llenado de Casilla Resistencia K.....	138
Ilustración 87-Casilla de espesor de losa.....	139
Ilustración 88-Casilla de Módulo de Rotura.....	139
Ilustración 89-Selección de Berma o Pasadores.....	140
Ilustración 90-Repeticiones de Carga Ejes Sencillos.....	140
Ilustración 91-Repeticiones de Carga Eje Tándem.....	140
Ilustración 92-Resultado de Esfuerzo y Erosión.....	141
Ilustración 93-Iteración con espesor de 8.5 pulgadas.....	141
Ilustración 94-Esfuerzo Equivalente sin Berma de Concreto	142
Ilustración 95-Factor de Erosión sin Berma de Concreto.....	143

Ilustración 96-Repeticiones Permisibles por Análisis por Fatiga	144
Ilustración 97-Repeticiones Permisibles por Análisis de Erosión.....	145
Ilustración 98-Resultado del Programa.....	219
Ilustración 99- Sector de Poza los Alcaldes.....	220
Ilustración 100- Uso de bastón + Prisma.....	220
Ilustración 101- Levantamiento Topográfico.....	221
Ilustración 102- Colocación del equipo Topográfico.....	221
Ilustración 103- Extracción de muestra del suelo natural.....	221
Ilustración 104- Realización de Calicata.....	222
Ilustración 105- Extracción de terreno natural con barreno.....	222
Ilustración 106- Material obtenido del sitio.....	222
Ilustración 107- Banco de préstamo ubicado en San Manuel, Cortés	223
Ilustración 108- Preparación de muestra para ensayo CBR.....	223
Ilustración 109- Muestra para ensayo Límites de Atterberg.....	223
Ilustración 110- Muestra para ensayo de Granulometría.....	224
Ilustración 111- Reunión con la Municipalidad de La Lima.....	224
Ilustración 112- Entrevista con pobladores de la comunidad.....	224
Ilustración 113- Entrevista con pobladores de la comunidad.....	225

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1- Tabla de Variables de Operacionalización	73
Tabla 2- Tabla de Operacionalización de Variables	75
Tabla 3-Instrumentos Físicos Aplicados.....	77
Tabla 4-Softwares Aplicados.....	83
Tabla 5- Bancos de Nivel Utilizados.....	93
Tabla 6- Tabla de Categorización Ambiental	95
Tabla 7- Distribución de áreas y lotes	97
Tabla 8- Distribución de área de carretera.....	97
Tabla 9- Tabla para cálculo de C ponderado	97
Tabla 10-Granulometría Agregado Grueso de 20 cm a 40 cm.....	106
Tabla 11-Granulometría Agregado Fino de 20 cm a 40 cm.....	107
Tabla 12- Granulometría Agregado Grueso de 40 cm a 80 cm.....	107
Tabla 13- Granulometría Agregado Fino de 40 cm a 80 cm	108
Tabla 14-Granulometría Agregado Grueso Banco de Préstamo.....	109
Tabla 15-Granulometría Agregado Fino Banco de Préstamo	109
Tabla 16-Límites de Atterberg de 20 cm a 40 cm.....	110
Tabla 17-Límites de Atterberg de 40 cm a 80 cm.....	111
Tabla 18-Límites de Atterberg de Banco de Préstamo	112
Tabla 19-Determinación de la Densidad Máxima y Humedad Óptima.....	113
Tabla 20-Índice de Soporte de California (CBR)	115
Tabla 21-Conteo Vehicular.....	132
Tabla 22-Repeticiones de Carga.....	135
Tabla 23-Tabla de puntos topográficos del #1 al #846.....	199

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1- Fórmula método racional.....	56
Ecuación 2- Fórmula de tiempo de concentración de Kirpitch.....	57
Ecuación 3- Fórmula de área (ha).....	98
Ecuación 4- Fórmula de área ponderada.....	98
Ecuación 5- Fórmula coeficiente ponderado.....	98
Ecuación 6-Cálculo de tráfico de Diseño	134

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-Curva granulométrica de 20 cm a 40 cm	107
Gráfico 2-Curva Granulométrica de 40 cm a 80 cm.....	109
Gráfico 3-Curva Granulométrica Banco de Préstamo.....	110
Gráfico 4-Límite Líquido de 20 cm a 40 cm	111
Gráfico 5-Límite Líquido de 40 cm a 80 cm	112
Gráfico 6-Límite Líquido de Banco de Préstamo.....	113
Gráfico 7-Densidad Máxima.....	114

I. INTRODUCCIÓN

El sitio conocido como Poza Los Alcaldes ubicado entre el Centro de Salud y el Parque Central, en la ciudad de La Lima, es un lugar donde existe un punto bajo de empozamiento de agua, presenta un desnivel de rasante notorio respecto a los niveles de las calles que convergen al sector, esto provocado por el azolvamiento de la capa inferior de la estructura del pavimento, que aunque está construido un tragante tipo quiebra patas de donde se deriva a un colector de aguas lluvias, dicho tragante esta fuera de funcionamiento por estar obstruido por sedimentos y basura, causa evidente ya que en el sector se encuentra el parque central de la ciudad donde hay mucho contaminación producto del comercio, el colector en su parte final tampoco funciona. Tomando en cuenta el descuido y el crecimiento de la ciudad han sido factores que han alterado con mayor rapidez este problema causando ahora un deterioro de la estructura de pavimento actual del sector, provocando atasco vehicular siendo una zona de alto tráfico, debido que es la parada de buses de transporte público del sector.

Como proyecto de tesis de graduación se ha asignado la temática correspondiente con el objetivo de solventar parte de la problemática, que consiste en un estudio y rediseño de la estructura de un nuevo pavimento en una de las calles que convergen en el sitio donde está ubicado dicho tragante, que como se hace mención anteriormente este es un punto de empozamiento de agua, especialmente en época de invierno donde la cantidad de lluvia aumenta y esto contribuye a que se vuelve imposible el paso por el sector especialmente para los carros livianos

Se desarrollará un levantamiento topográfico preciso del sector en problemática para realizar el análisis de la geometría y los niveles de rasante actuales de las calles, también se llevará a cabo exploraciones de suelo y ensayos de laboratorio para analizar las características del suelo, como también un estudio de tráfico de la zona, para obtener la mejor propuesta de rediseño y construcción del pavimento.

Se analizará la opción más viable para el rediseño y construcción de una nueva estructura. El estudio y diseño de dicho pavimento tiene que estar dentro de los lineamientos técnicos y especificaciones de la Portland Cement Association (PCA) aplicables, ante las condiciones actuales que presenta el sitio, simplificando la mejor alternativa técnica y económica.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para entrar más en detalles acerca de la problemática que se está generando en la zona actualmente, es necesaria la historia y datos precedente que existen en La Lima, detallar el planteamiento del problema donde se expone los precedentes, definición, justificación, preguntas, objetivos generales y objetivos específicos.

Es importante referenciar el origen y magnitud de la situación actual para que de esta forma se pueda brindar la mejor solución según las características técnicas y demográficas de la zona.

2.1. PRECEDENTES DEL PROBLEMA

Según El Instituto Nacional de Estadística, (2018) La Lima "Tiene una extensión territorial aproximada de 115 km² y con una altitud de 28 msnm está conformado por 4 aldeas y 39 caseríos registrados en el Censo Nacional de Población y Vivienda de 2013, el código de identificación geográfica de la Lima, Cortés es 0512" (p.3).

Según (Red Honduras, 2023) La Lima "Tiene sus antecedentes en 1871 se encuentra ubicada en el centro del Valle de Sula, rodeado por ríos Chamelecón y Ulúa, aproximadamente a 15 km hacia el sureste de la ciudad de San Pedro Sula" (p.1).

En cuanto a su hidrografía existen dos ríos y dos quebradas que están ubicadas alrededor de La Lima, a continuación, se mencionaran los siguientes:

- a) *Río Chamelecón* en donde su nacimiento se ubica en la zona Occidente del país. Cruza el municipio en especial la ciudad de Este por el municipio de San Pedro Sula y después se convierte en límite territorial por el lado Nor-Oeste del municipio con San Pedro Sula y Choloma. *Es el principal causante de inundaciones que afectan el sector* (Red Honduras, 2023).
- b) *Río Ulúa* es límite con el municipio de El Progreso y el departamento de Cortés desde la colonia san José hasta el Campo Lupo Nuevo. Es un río navegable en todo el año y del mismo se extrae agua para riego de cultivo de banano de los sectores ribereños al mismo (Red Honduras, 2023).
- c) *Quebrada Chotepe* es nacimiento en el municipio de San Pedro Sula, atraviesa el municipio por el sector No.1 pasando por la parte norte del Aeropuerto Internacional *Ramón Villeda Morales* y desemboca en el río Chamelecón por el sector de Copen Aldea. Es el

recolectante de aguas negras de la ciudad de San Pedro Sula y alrededores. (Red Honduras, 2023).

- d) *Canal de alivio Maya* se construyó con una capacidad para contener 750 m³ de agua y con la finalidad de evitar las inundaciones en la zona, fue construido en el año 2004 sin embargo en la actualidad debido a las inundaciones de eta y iota ha quedado con bastante destrucción en los bordos. (Diario El Tiempo, 2020).

La Lima, Cortés es una zona totalmente inundable debido a que es parte del Valle de Sula y está rodeada por los ríos y quebradas antes mencionados por lo que en temporadas muy lluviosas en los meses de octubre, noviembre y diciembre las cuales son épocas de fuertes tormentas que hace crecer los caudales de los ríos y quebradas. En el año 2020 La Lima volvió a ser el epicentro de las inundaciones de los Huracanes Eta y Iota que han sido los más fuertes después del Huracán Mitch.

En la ilustración 1 se pueden observar los cauces que pasan sobre La Lima que son influyentes sobre las inundaciones de la zona.

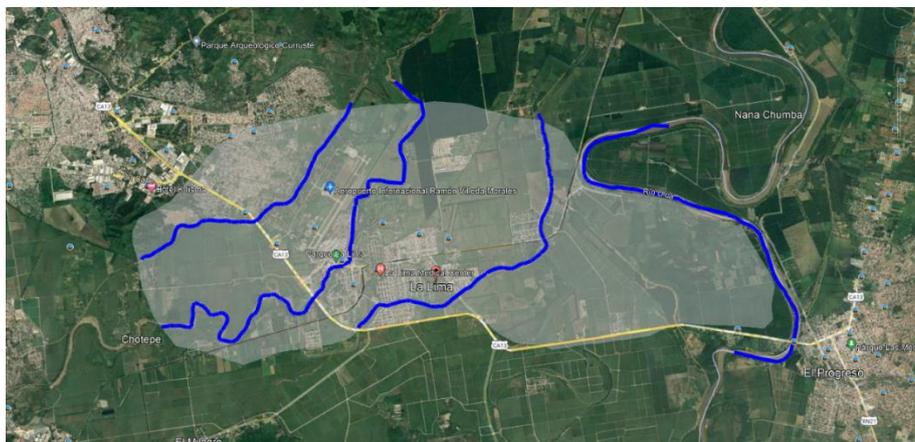


Ilustración 1- Ríos y Quebradas año 2023.

Fuente: Propia.

Como se observó en la ilustración 1 los Ríos y el Canal de Alivio Maya son una problemática para la zona en cuestión de inundaciones ya que se encuentra rodeada por todos los límites geográficos de la zona por lo que cuando el nivel de estos crece produce desastres naturales en La Lima.

Según Miguel A. Zelaya (2023) "El nombre de La Lima se debe a que en tiempos pasados en el municipio había muchos árboles de lima, cuando el municipio de La Lima formaba parte de la

ciudad de San Pedro Sula en ella se llevaron a cabo múltiples construcciones mediante la población crecía gracias a los empleos de la Tela RailRoad Company. Entre los años 1940 -1950 se realizó la pavimentación del boulevard fuerzas armadas, años más tarde después de que la ex aldea fue declarada el municipio el 13 noviembre de 1981, la población crecía más se consideraron en realizar más construcciones como es el sistema de evacuación de aguas que va a desembocar al Río Chamelecón actualmente en el año 2023 el mismo boulevard se le conoce como "*Primer acceso poza los alcaldes*".

En la ilustración 2 se puede apreciar la problemática que se genera en el área de estudio y es que debido a simples aguas lluvia se genera un empozamiento externo, debido a que las tuberías y tragantes ubicados en la zona están totalmente azolvados.



Ilustración 2- Boulevard Fuerzas Armadas Poza Los alcaldes año 2023.

Fuente: Propia

Se puede observar también en la ilustración 2 que debido a que las tuberías están azolvadas se ha creado un hundimiento en el sistema estructural del pavimento, dando así problemas a la comunidad ya que es el principal acceso hacia el centro de la Lima, Cortés.

Según Luis Escoto Gerente general de Aguas de Lima (2023) "La Lima, no cuenta con un plano donde se encuentran las tuberías de alcantarillado, pero hay individuos que conocen las conexiones de los alcantarillados estos son de diámetros aproximados de 36 a 48 pulgadas de diámetro y estas mismas fueron proporcionadas cuando La Lima formaba parte de San Pedro

Sula por lo cual los alcantarillados se rigen bajo la norma de Aguas de San Pedro anteriormente llamada Aguas de La Municipalidad.”

En la ilustración 3 se pueden apreciar lo que se comentaba con el Ingeniero Municipal y el Gerente general de Aguas de Lima que son los accesos y las tuberías que son las soluciones que ellos ya poseen para la evacuación de las aguas.



Ilustración 3- Plano con tuberías de evacuación de aguas.

Fuente: Aguas de la Lima

Se puede apreciar también en la ilustración 3 que debido a que no poseen un plano principal muchas de las tuberías han sido perdidas por lo cual en ciertos tramos tendrán que construir nuevas.

El Ingeniero municipal Juan Antonio Sánchez (2023) afirma que “Ya se cuentan los accesos donde se evacuará el agua que son tres sitios propuestos que se encuentran cerca de la zona de la problemática, lo que se necesita es la topografía exacta del área ya que se planea elevar la rasante y subrasante para que así el empozamiento del agua pueda ir de manera fluida hacia los accesos de evacuación, por lo que el área será demolida totalmente para que se pueda hacer una nueva pavimentación.”

2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Habiendo identificado uno de los problemas actuales de la población del municipio de La Lima, Cortés, específicamente ubicado en el bulevar Fuerzas Armadas denominado coloquialmente como "Poza los Alcaldes" se presenta una solución viable y precisa.

2.2.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

En el siguiente escrito se presentará el enunciado del problema del actual proyecto identificando la principal razón por la cual se realiza el proyecto.

"En el primer trimestre del año 2023 en el municipio de la Lima, Cortés se presenta un problema de drenaje pluvial ocasionado por el deterioro del sistema estructural de pavimento y mal funcionamiento del sistema de drenaje, causando un empozamiento de agua lluvia que impide la circulación de los vehículos livianos."

2.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Dado el enunciado anterior, se procede a la formulación del problema que engloba este proyecto.

¿Cuál será el diseño geométrico y estructural que deberá tener el pavimento de la zona Poza Los Alcaldes que cumpla con la evacuación del agua pluvial y resista el tráfico diario?

2.3. JUSTIFICACIÓN

En el presente proyecto se justifica en vista de la necesidad apremiante que experimentan los habitantes de la municipalidad de La Lima, Cortés con la realización de este proyecto en solucionar el problema que han tenido en el bulevar Fuerzas Armadas a la altura del parque central la realización de este proyecto nace por un conjunto de solicitudes que ha realizado el sector y que ha postulado el Ingeniero municipal Juan Antonio Sánchez en los siguientes escritos

Considerando las peticiones de la comunidad esta se encuentra en la espera constante de la realización del este proyecto ya que es el principal acceso a La Lima, Cortés y en su estado de deterioro impide un flujo constante en horas de alta demanda vehicular y dado que no se ha

obtenido una respuesta durante los últimos años de parte de los anteriores alcaldes es su particular nombre *"Poza los alcaldes"*.

En cuanto al sector público en el área afectada se encuentra la parada principal de transporte público la zona no solo se inunda en tiempos de desastres naturales, sino que de forma constante con fuertes lluvias bloqueando el bulevar, impidiendo la circulación de vehículos livianos y habitantes que van de forma peatonal, en bicicleta o en motocicleta.

En ese mismo sentido el área afectada no cuenta con una alternativa de descarga del agua superficial por lo que afecta a casas aledañas de la zona provocando la inundación de su patio es evidente entonces que impide el paso de manera peatonal para los pobladores ya que cerca del área se encuentra a pocos metros el centro de salud del cual cuando la poza está llena solo los habitantes que cuentan con vehículo propio pueden acceder a ella desde ese tramo entonces los pobladores tienden a tomar rutas alternas más largas para poder llegar al sitio.

"El proyecto contará con la inversión económica por parte del Fondo Hondureño de Inversión social FHIS que desde el año 2022 ha beneficiado a la municipalidad de La Lima ya que el municipio es una de las áreas denominados sitios de emergencia debido a que es una zona totalmente inundable por lo que es de alta prioridad así que beneficia a los pobladores de La Lima, Cortés brindándole comodidad vial e incentivando a inversionistas externos a invertir en el municipio." (Sánchez, 2023)

2.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

En esta sección se especifican las preguntas de investigación que dará un punto de inicio para comenzar el proyecto.

- 1) ¿Cuáles son las características topográficas del sitio donde se realizará el proyecto?
- 2) ¿Cuál es la estratificación del suelo y su geología local?
- 3) ¿Qué característica tendrá el pavimento según la resistencia del suelo y el tráfico promedio diario?
- 4) ¿Cuál será el costo que tendrá la construcción de la nueva Estructura de Pavimento en la zona de Poza los Alcaldes, La Lima, Cortés, 2023?

2.5. OBJETIVOS

Al momento de tener las preguntas de investigación se define el objetivo general que englobará el proyecto y los objetivos específicos que determinará el alcance que tendrá este trabajo.

2.5.1. OBJETIVO GENERAL

Rediseñar la estructura de pavimento del sector Poza los Alcaldes, La Lima, Cortés, mediante la normativa de la Portland Cement Association (PCA), permitiendo la obtención de los resultados técnicos que significarán la respuesta a los requerimientos del municipio.

2.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Realizar un levantamiento topográfico preciso de la zona Poza los Alcaldes, La Lima, Cortés.
- 2) Identificar la estratificación del suelo donde se realizará el proyecto mediante exploraciones de suelo y ensayos de laboratorio.
- 3) Rediseñar la estructura del pavimento mediante la normativa de La Portland Cement Association (PCA).
- 4) Preparar los planos y presupuesto para la reconstrucción de la estructura de pavimento en el sector Poza los Alcaldes, La Lima, Cortés.

III. MARCO TEÓRICO

El presente capítulo muestra las principales fuentes de información investigadas en relación con el tipo de proyecto realizado en este estudio, datos teóricos y técnicos que sustenten las variables de investigación. En el marco teórico se muestra la información encontrada en relación con el macroentorno donde se realizan proyectos similares en otros países, microentorno con diseños semejantes elaborados en nuestro país, análisis interno de la zona de estudio. De la misma manera se muestra teoría de sustento, marco conceptual y legal que aportan información requerida para el Rediseño estructural de pavimento en Poza los Alcaldes, La Lima, Cortés.

3.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En los siguientes apartados se expone un estudio del nivel macro y microentorno en relación con el análisis actual, para tener un conocimiento general y relevante que ayudará a la elaboración del proyecto realizado en La Lima, Cortés en el año 2023. Se brinda información que permitirá realizar un análisis interno del municipio de La Lima.

3.1.1. ANÁLISIS DEL MACROENTORNO

Se hará una presentación de tres proyectos internacionales, los cuales cuentan con aspectos similares en diseño y métodos constructivos en referencia del proyecto, con el objetivo de analizar y encontrar metodologías ejemplares y así comprender de mejor manera el estudio a realizar.

3.1.1.1. *Diseño del pavimento rígido en el Jr. Chimbote, Distrito de Chila*

Toda información descrita en esta sección proviene del trabajo estructurado por Pedro Alberto Gambi Cerna y Robertson Rawson Rivera Chicote estudiantes de la Universidad Privada de Trujillo en Perú, previo la obtención del título de Ingeniero Civil en el año 2014.

1) Información del Sitio

Gambi & Rivera, (2014) afirma:

La población de la región de La Libertad en la zona rural ha crecido notablemente en los últimos años. Para el caso del distrito de Chilia ha experimentado un destacado crecimiento en sus

actividades agrícolas y ganaderas. La localidad de Chilia, como todas las ciudades o poblaciones del país requiere de factores muy importantes para su desarrollo como son las vías de comunicación, ya que sin estas no podría haber desarrollo, siendo las carreteras, avenidas y calles la columna vertebral de la infraestructura del transporte, su construcción y mantenimiento se vuelven estratégicos. (p. 2)

2) Problema

Gambi & Rivera, (2014) afirma que:

Las condiciones actuales del pavimento de las calles de esta mencionada localidad en la región de La Libertad denotan un estado de defecto avanzado, así como un periodo de diseño que ha cumplido con un ciclo de duración, aunado a las constantes rupturas que ha sufrido a través del tiempo por el mantenimiento y crecimiento de la red de agua y la introducción de nuevas líneas subterráneas así como la insuficiencia de la red de drenaje, ocasionando conflicto por las precipitaciones fluviales y la topografía del terreno, siendo estas calles objeto de captación pluvial. A esto surge la necesidad y decisión de la actual gestión municipal del desarrollo del presente proyecto. (p.2)

“El pavimento de concreto es una excelente alternativa para sustituir a los pavimentos tradicionales a base de piedra y adoquines, por lo cual en el presente proyecto se realizará el diseño del Jr. Chimbote aplicando el pavimento rígido” (Gambi & Rivera, 2014, p.2).

3) Metodología

Gambi & Rivera (2014) afirma:

El método de diseño de la Portland Cement Association, es exclusivamente un método de diseño desarrollado para pavimentos de concreto hidráulico. Los aspectos indicados en este apartado se basan principalmente en lo indicado en el manual de diseño de la PCA (Thickness Design for Concrete Highway and Street Pavements) edición 1984. (p.3)

Gambi & Rivera (2014) afirma:

Los factores de diseño del método PCA. Los diseños de espesores se realizan basándose principalmente en cinco factores:

- 1) Resistencia a la flexión del concreto (Módulo de ruptura, MR).
- 2) Soporte de la subrasante, o de la combinación de subbase y subrasante, (K).
- 3) Periodo de diseño.
- 4) Los pesos, frecuencias y tipo de tráfico pesado que el pavimento soportará, (Tráfico).
- 5) Factor de seguridad para las cargas, (FS).

Los siguientes aspectos están basados principalmente en el manual de diseño de la PCA, "Thickness Design for Concrete Highway and Street Pavements". (p.7)

Según Gambi & Rivera (2014):

En la determinación del espesor de losa de concreto utilizando el método de la PCA, predomina el criterio de fatiga para pavimentos con volúmenes bajos de tráfico como el actual proyecto y para pavimentos con volúmenes altos de tráfico predomina el criterio de erosión. El módulo de reacción de la subrasante - subbase tiene poca incidencia en la determinación del espesor de losa de concreto. Sin embargo, si la capa presenta un valor arriba de 1800 pci, (capa de apoyo muy rígida), el desempeño de la losa no será adecuado ya que ocurrirá una pérdida de apoyo en los bordes y en las esquinas durante una carga medioambiental (cambio térmico o de contenido de humedad) lo cual puede producir el apareamiento de grietas en la losa de concreto. (pp.42-43)

Según Gambi & Rivera (2014):

Así mismo, si la capa posee un valor de módulo de reacción entre 100 pci y 200 pci, (capa de apoyo muy flexible) se generan deflexiones excesivas en la losa de concreto, lo que provocará daños y/o deterioros en la misma. Por lo anterior, es aconsejable buscar el equilibrio entre la flexibilidad y la rigidez de la fundación de la losa de concreto, para que dicha fundación pueda acomodarse a las deformaciones que pueden generarse en la losa de concreto. Se considera

que el método de diseño que propone la PCA presenta limitantes, en vista de que no considera, variables importantes que impactan en el desempeño de la estructura de pavimento, tales como el drenaje y la serviciabilidad. (pp.42-43)

4) Conclusión/Recomendación

Gambi & Rivera (2014) concluye:

Con base en los análisis realizados en este trabajo, se considera que el aporte o efecto del tráfico liviano (vehículos ligeros de cuatros llantas) para la determinación del espesor de losa de concreto es poco incidente. Es importante señalar que en el método de la PCA edición 1984, se recomienda no considerar dicho tráfico y para el diseño de las barras de amarre, dowels y geometría de losa de concreto, se puede considerar más actualizadas las recomendaciones dadas por la guía de diseño AASHTO 2002, la cual posee una base mecanístico-empírico. (p.45)

Gambi & Rivera (2014) recomienda:

Al proyectar un pavimento de concreto hidráulico no se deberá ahorrar en el espesor, por que unos centímetros de más puede suponer un gran incremento en su vida útil, si por el contrario una ligera disminución del espesor suele tener efecto sensible en el acortamiento de su vida útil. (p.45)

3.1.1.2. *Análisis Comparativo del Diseño de Espesor de la Capa de Rodadura*

La información presentada en esta sección proviene de documentación elaborada por Luz Daniela Solano Cahuaya y Lucía Florencia Espinoza Nieto estudiantes de la Pontificia Universidad del Perú en Lima, previo la obtención del título de Ingeniero Civil en el año 2021.

1) Información del Sitio

Solano & Espinoza (2021) afirma:

El estudio del diseño de pavimentos rígidos y sus espaciamientos entre juntas en Perú es indispensable para evitar futuras fallas en próximos proyectos de infraestructura vial. Esto,

principalmente, debido a que solo se encuentra pavimentado el 17% de los 168 953.9 km de carreteras del país, según el registro elaborado por el MTC (2019). Teniendo en cuenta la gran cantidad de kilómetros que se proyecta en el sistema nacional de carreteras, es indispensable el correcto diseño para cumplir con dicha proyección adecuadamente con carreteras de calidad que lleguen a cumplir los estándares adecuados según sus requerimientos. (pp.1-2)

2) Problema

Solano & Espinoza (2021) afirma:

La presente investigación consiste en un estudio teórico-técnico con un análisis comparativo de dos metodologías de diseño de pavimento rígido. Las metodologías en estudio son la AASHTO-93 y PCA que son usados en el país. El desarrollo de la investigación se dará en tres partes principales. En primer lugar, se desarrollará una descripción de los respectivos conceptos y terminología usadas en la comparación. Desde el punto de vista técnico, se presentará el análisis comparativo teórico de los dos métodos de diseño, específicamente de los refuerzos requeridos, las dimensiones, los aspectos técnicos y consideraciones generales y especiales en cada caso. En segundo lugar, según lo requerido en los métodos AASHTO-93 y PCA, se desarrolla un diseño teórico de un pavimento según cada una de estas. (pp.2-3)

3) Metodología

Según Solano & Espinoza (2021):

Los resultados de diseño de pavimentos rígidos con la finalidad de poder comprar los diseños de espesores según los métodos descritos se considerarán como valores constantes los siguientes parámetros. Cabe resaltar que se tendrán en cuenta 3 porcentajes diferentes de CBR para los cálculos. (p. 31)

Se pueden observar los parámetros brindados mediante el método de la PCA 84 Y ASSTHO 93 en donde se observan los diferentes valores que dieron como resultado desde el CBR de la subrasante hasta el Módulo de rotura MR.

CBR (Subrasante)	4%
	8%
	15%
Espesor de subbase	6 pulg
Carriles	4 (2 ida y 2 vuelta)
ADT=IMDA	15000
ADTT (%)	15
Periodo de diseño	20 años
Tasa crec. Anual (r)	4%
f'c (kg/cm ²)	280
MR	600 PSI

Ilustración 4- Parámetros establecidos de entrada.

Fuente: (L. Solano & Espinoza, 2021)

En base a la Ilustración 4 se especifican que estos son los datos utilizados para ambos métodos tanto como PCA 84 y ASSTHO 93 para poder realizar los cálculos para comparativa de ambos métodos.

“Con la metodología AASHTO se presenta la siguiente tabla resumen de los resultados obtenidos de espesor de losa mediante el método de AASHTO para distintos CBR escogidos, considerando un valor $W_{18} = 25343574.9$ ” (Solano & Espinoza, 2021, pág. 31)

En la Ilustración 5- Resultados de diseño AASHTO se presentan los resultados mediante la metodología ASSTHO 93 con los diferentes porcentajes de CRB que se presentaron en la tabla anterior

CBR	K (pci)	Kdiseño (pci)	Espesor calculado (in)	Espesor Calculado (cm)
4%	120	160	13.22	34
8%	180	210	13.09	33
15%	225	225	13.01	33

Ilustración 5- Resultados de diseño AASHTO.

Fuente: (L. Solano & Espinoza, 2021)

Se puede observar en la Ilustración 5- Resultados de diseño AASHTO que mediante los diferentes porcentajes de CBR el espesor tiende a ser similar por una diferencia de 1 cm entre los diferentes porcentajes.

“Con la metodología PCA se presenta la siguiente tabla resumen de los resultados obtenidos de espesor de losa mediante el método de PCA para distintos CBR escogidos” (Solano & Espinoza, 2021, pp.30-32)

En la Ilustración 6- Resultados de diseño PCA se presentan los resultados mediante la metodología PCA 84 con los diferentes porcentajes de CRB que se presentaron en la tabla anterior

CBR	ADTT permisible	K (pci)	K diseño (pci)	Espesor de losa (in)	Espesor de losa (cm)
4%	5800	120	160	8.5	22
8%	14100	180	210	8.5	22
15%	10800	225	225	8	20

Ilustración 6- Resultados de diseño PCA.

Fuente: (L. Solano & Espinoza, 2021)

Se puede observar en la Ilustración 6- Resultados de diseño PCA que mediante los diferentes porcentajes de CBR el espesor tiende a ser similar por una diferencia de 1 cm entre los diferentes porcentajes.

Solano & Espinoza (2021) menciona:

AASHTO 93 implica indirectamente el confort para el usuario mediante servicialidad en la variable (delta PSI). En el método PCA 84 utiliza el número de repeticiones que causa agrietamientos, que depende del módulo de rotura (Mr). Tanto PCA 84 como AASHTO 93 consideran el módulo de reacción de la subrasante (K) y se puede calcular de acuerdo con el

CBR o el tipo de suelo y su clasificación. PCA 84 diseña para un periodo de diseño y AASHTO 93 considera un valor de $ESAL=W18$ que depende también de dicho parámetro. Ambos métodos consideran una tasa de crecimiento anual por lo que se contempla el incremento de tráfico durante el periodo de diseño. PCA 84 considera los ejes trídems. (p. 32)

Solano & Espinoza (2021) menciona:

El AASHTO 93 determina un valor de W18 equivalente a 18 kip durante el periodo de diseño. Si no se dispone de estudios de tráfico precisos, el PCA 84 propone un método simplificado equivalente, mientras que AASHTO 93 presenta un valor alternativo de S_o . PCA 84 usa dos criterios de verificación: fatiga y erosión; AASHTO 93 tiene un único diseño de acuerdo con sus parámetros propuestos. Ambos diseños tienen consideraciones de acuerdo con si se usan pasadores en las juntas transversales o no. Solo el método PCA 84 considera la presencia de bermas de concreto o sardineles en sus tablas de diseño. (p.32)

4) Conclusión/Recomendación

Solano & Espinoza (2021) concluye:

Los espesores obtenidos según la metodología PCA 84 son menores que los obtenidos con el método AASHTO 93. Con ello, se concluye que el método AASHTO 93 es mucho más conservador que PCA 84. Debido a que con el uso del método PCA 84 se obtienen espesores de carpeta de rodadura, se puede considerar que este método es más económico en la práctica que el AASHTO 93 debido a la reducción en el material a usar en la construcción.

Solano & Espinoza (2021) concluye:

Como no se cuenta con estudios de tráfico, se usa el método PCA 84 simplificado y el AASHTO 93 con $S_o=0.35$. Ambos métodos de diseño cumplen con el espesor de la capa de rodadura para pavimento rígido requerido de más de 150 mm de acuerdo con la Norma E.050 de Suelos y cimentaciones. Según los resultados obtenidos mediante el diseño de AASHTO 93, se puede

observar que los espesores calculados no varían en exceso al considerar diferentes CBR y, en consecuencia, diferentes módulos K de reacción de subrasante. (p. 34).

Solano & Espinoza (2021) recomienda:

Se recomienda que se realicen más investigaciones para determinar cuál es el efecto en el espesor resultante cuando se usa el método de diseño AASHTO 93 al considerar el valor de 0.35 o 0.39 para S_o , dependiendo de si se realiza estudio de tráfico o no. Se recomienda realizar un diseño comparativo entre el método PCA 84 y su opción simplificada para determinar cuán similares son. Se puede tomar como variable independiente el espesor de la subbase, pues al igual que el CBR, conducen a una variación en la corrección de K.

Solano & Espinoza (2021) recomienda:

La norma peruana CE.010 debería detallar los métodos específicos de diseño para pavimentos aceptables en el país. Esto se debe realizar teniendo en cuenta las características específicas de nuestro país, ya que actualmente solo se mencionan las metodologías recomendadas y, además, se sugiere el uso de cualquier otro método de diseño propuesto. (p. 36)

3.1.1.3. *Diseño de Pavimento Rígido de la calle 7 entre carrera 7 y 5*

La presente sección contiene información derivada de la documentación elaborada por Angela Paola Martínez Fajardo estudiante de la Universidad Militar Nueva Granada como tesis para optar al título de Ingeniero Civil en el año 2019.

1) Información del Sitio

"El proyecto se localiza en el municipio de puerto López meta, en l región oriental del país la ubicación del sector en donde se ubica el proyecto es la calle 7 entre las carreras 7 y 5 en el barrio centro, zona urbana del municipio" (Martinez, 2019, p.11)

2) Problema

Martínez (2019) afirma que:

Varias vías del Municipio de Puerto López se encuentran en mal estado por la carencia de un adecuado pavimento; lo que trae como consecuencia efectos negativos sobre las diferentes comunidades afectadas por esta problemática. La Calle 7 entre cra 7 y 5 carece de una buena malla vial lo cual ha generado problemas de un buen acceso vehicular directo a las diferentes viviendas y negocios comerciales, produciendo malestar en la población, así mismo el tener que esquivar los baches que presenta la vía para poder transitar en ella. Cabe notar que, para cualquier municipio, el contar con infraestructura adecuada, funcional y estratégica, es de vital importancia para facilitar su desarrollo. (p. 9)

3) Metodología aplicada según

Martínez (2019) menciona:

El proceso investigativo que se adelanta tiene que ver con un enfoque de investigación aplicada de nivel descriptivo. Así pues, se propone realizar un el diseño de un pavimento rígido para la calle 7 entre cra 7 y 5 del municipio de Puerto López Meta. A través del método AASHTO 93 y PCA, obtendremos el diseño de pavimento rígido, para el desarrollo del proyecto tendremos en cuenta los siguientes aspectos. (p. 22)

Martínez (2019) menciona:

Para el cálculo del espesor de losas mediante el uso del software son obtenidos los resultados de los parámetros, se procede al diseño de la estructura de pavimento rígido por el método AASHTO-93 por medio del programa AASHTO-93 y BS-PCAA, con el fin de encontrar el espesor de la losa de concreto. Para el programa Aashto 93, se obtiene un espesor de losa de 8.4", lo que es igual a 21.33 cm, por lo que se aproxima a 22 cm. En el programa BS-PCAA, se obtiene un espesor de losa de 22.0021 cm, por lo que se aproxima a 22 cm. (pp. 31-32)

Martínez (2019) menciona:

El resultado final mediante la metodología AASTHO obtenemos un diseño de estructura conformada por una capa de base granular de 20 centímetros y un espesor de losa de 8.66 pulgadas o 22 centímetros y un módulo de rotura de concreto de 4.2 MPa. Debido a que el espesor para el diseño de la carpeta en concreto tiene una variación de 1 cm en los programas usados, se procede a evaluar el consumo por erosión y el consumo por fatiga con cada uno de los espesores obtenidos. Estos consumos se obtienen mediante el método PCA, en el cual se evalúa el espesor de la carpeta con respecto a los consumos mencionados anteriormente. (pp. 31-32)

4) Conclusión/Recomendación

Martínez (2019) concluye:

De acuerdo con el espesor de 21 cm que se obtuvo del programa AASHTO 93, y la comparación con el software BS-PCAA que arrojó un espesor de 22 cm, se verificaron otros espesores mínimos que cumplieran con los consumos de esfuerzo por fatiga y erosión, obteniendo así una losa de 19 cm de espesor que cumplió satisfactoriamente estos criterios, siendo así, se obtuvo una propuesta de diseño de pavimento rígido para la calle 7 entre carrera 7 y 5 del municipio de puerto López meta.

- 1) Espesor de losa 19cm
- 2) Capa Subbase granular de 20cm
- 3) Módulo de Rotura 4.2 MPa

Los pavimentos son estructuras diseñadas para la comunicación terrestre, formada por una o varias capas de materiales seleccionados que reciben de forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando así una capa de rodadura eficiente para su funcionalidad. (p. 37)

Martínez (2019) recomienda:

Antes de iniciar las labores de pavimentación, se debe tener presente a importancia de la implementación de un plan de manejo de tránsito, con el fin de generar el menor traumatismo posible a la población. En el caso de que hubiere lugar a reparación de instalaciones hidráulicas o sanitarias se deberán realizar previamente a la pavimentación. (p. 38)

Martínez (2019) recomienda:

Se deberá usar concreto de muy buena calidad, debidamente certificado que cumpla con los estándares técnicos y módulo de rotura. En el caso de presentarse fallos en el terreno natural se recomienda realizar la excavación y remplazo de material defectuoso con el material de buenas características como material tipo afirmado. De requerirse, se puede contemplar la instalación de un producto geo-sintético (geotextil tejido referencia T2400 o 3*3 HF o el equivalente de estos en el mercado) el cual debe cumplir con la normatividad vigente INVIAS 2013. Este producto debe instalarse en las áreas en donde se va a intervenir para separar, estabilizar y evitar que se refleje los cambios volumétricos del suelo natural. (p. 38)

3.1.2. ANÁLISIS DEL MICROENTORNO

A continuación, se procede a presentar tres proyectos en comunidades hondureñas con condiciones similares al proyecto base en este documento y como eje central el análisis de estos para la correcta aplicación del proyecto a desarrollar.

3.1.2.1 Proyecto Puller-Batán

Como premisas fundamentales para estos diseños se cuenta con la capacidad soportante de la subrasante y la proyección de tráfico para el período de diseño (obtenida mediante el Estudio del Tráfico en el mes de agosto de 2021). Es de resaltar que todos los diseños de pavimentos se basan en la presunción que los vehículos viajaran cargados a la máxima carga legal permitida y, por lo tanto, no se permitirá el tránsito de vehículos sobrecargados. Esta premisa es de capital importancia en el comportamiento futuro de la carretera y su cumplimiento está directamente relacionado con la vida útil que pueda prestar.

1) Información del Sitio

Saybe y Asociados en Informe Diseño de Pavimentos (2021), dice:

Tomando en cuenta las condiciones actuales de la ruta; la topografía del terreno; las características de la subrasante y las proyecciones del tráfico, se definió que la ruta principal (Puller-Batán) se considerará como un único tramo, ya que no existen condiciones que se diferencien lo suficiente como para separarlo en partes. (Pág. 2)

2) Problema

Saybe y Asociados en Informe Diseño de Pavimentos (2021), Afirma que:

Para el diseño de los pavimentos, el TPDA debe proyectarse en el Período de Diseño. Este se ha fijado en 20 años. El Estudio de Tráfico consideró que la tasa de crecimiento anual del tráfico será de 4.0% para los siguientes 20 años, donde se consigna el TPDA esperado para cada uno de los 20 años del período de diseño a partir del 2021. (Pág. 2)

Según Saybe y Asociados en Informe Diseño de Pavimentos (2021), menciona:

El análisis del estudio de Tráfico obtuvo que el TPDA en la vía para 2021 es de 1655 bpd de los cuales 38.0% son pesados (C-2 o mayores). Para el diseño de los pavimentos, el TPDA debe proyectarse en el Período de Diseño. Este se ha fijado en 20 años. El Estudio de Tráfico consideró que la tasa de crecimiento anual del tráfico será de 4.0% para los siguientes 20 años, premisas donde se consigna el TPDA esperado para cada uno de los 20 años del período de diseño a partir del 2021. (pág. 2-4)

A continuación de se detalla un estudio de proyección de tráfico previsto a 20 años.

Año No.	Año	Tasa de crecimiento anual, %	TPDA
-	2021	-	1,655
1	2022	4.00%	1,722
2	2023	4.00%	1,790
3	2024	4.00%	1,862
4	2025	4.00%	1,937
5	2026	4.00%	2,014
6	2027	4.00%	2,095
7	2028	4.00%	2,178
8	2029	4.00%	2,265
9	2030	4.00%	2,356
10	2031	4.00%	2,450
11	2032	4.00%	2,548
12	2033	4.00%	2,650
13	2034	4.00%	2,756
14	2035	4.00%	2,867
15	2036	4.00%	2,981
16	2037	4.00%	3,100
17	2038	4.00%	3,224
18	2039	4.00%	3,353
19	2040	4.00%	3,488
20	2041	4.00%	3,627

Ilustración 7-TPDA Proyección a 20 años.

Fuente Estudio Saybe y Asociados, Diseño de Pavimentos, 2021. (Pág.3)

Se puede observar que en la ilustración 7 en donde se explica la proyección a 20 años del tráfico vehicular en este lugar, de crecimiento anual.

Tipo	TPDA	%
Turismos	398	24.04%
Pick-up	632	38.17%
Bus	70	4.24%
C-2	230	13.87%
C-3	241	14.56%
Rastra	85	5.11%
	1,655	100.00%

Ilustración 8-Distribución Porcentual del TPDA para el año 2021.

Fuente: Estudio Saybe y Asociados, Diseño de Pavimentos, 2021. (Pág.3)

En la ilustración 8 se aprecia la distribución porcentual del TPDA para el año 2021 en distintitos tipos de vehículos turismos, pick ups, buses, C-2, C3 y rastras.

3) Metodología

Según Packard (1995) para diseñar el pavimento rígido se usó el método de Diseño de Espesores para Pavimentos de Concreto de Calles y Carreteras de 1984 (reimpreso en 1995) de

la Asociación del Cemento Portland (Packard, 1995), en adelante nombrado como “el método” (Estudio Saybe y Asociados, Diseño de Pavimentos, Desarrollado el 2021, cuerpo de ingenieros, Pág. 3)

Según ilustra Saybe y Asociados en Informe Diseño de Pavimentos (2021):

Para estimar el Módulo de Reacción de la subrasante o k , se utilizó como parámetro comparativo el ensayo del Índice de Soporte de California o CBR, reportado en el Estudio de Suelos. El método nos permite correlacionar los resultados del CBR con el Módulo de Reacción de forma rápida y efectiva, utilizando una figura, que para tal efecto proporciona el método.

Para los cálculos estructurales, el método señala que el uso de subbase en la estructura contribuye a mejorar la capacidad de soporte del suelo, de tal forma que k , aumenta su valor con la combinación de ambas contribuciones. En el Estudio de Suelos se determina que para esto es necesario estabilizar la subrasante, por cualquiera de los métodos propuestos.

Se debe definir otros parámetros que tienen que ver con la sección típica propuesta, el factor de seguridad y la forma de la transferencia de carga. Es bueno advertir que estos factores son de vital importancia para el desempeño del pavimento y no podrán ser cambiados a menos que revise el diseño completo. Para el cálculo de los espesores, el tráfico debe ser proyectado tomando en cuenta el Período de Diseño y la tasa de crecimiento anual, usando los factores que para tal efecto nos brinda el mismo método. Después se calculan las repeticiones esperadas para la trocha o carril de diseño. (Pág. 4)

Para el pavimento rígido, se ha considerado un solo escenario de construcción con un Período de Diseño de 20 años, con una tasa de crecimiento de 4.0% anual. (Estudio Saybe y Asociados, Diseño de Pavimentos, Pág. 4)

FACTOR DE PROYECCION	
TPD	1655 vpd
Período de Diseño	20 años
Tasa de crecimiento anual	4% anual
Factor de crecimiento	1.50
Número de calzadas	1
Número de carriles	2
Factor de distribución por dirección	0.5
Factor de distribución por carril	1

Ilustración 9-Resumen de los Parámetros de Proyección.

Fuente: Estudio Saybe y Asociados, Diseño de Pavimentos, 2021. (Pág.4)

En la ilustración 9 brinda un detalle de los factores de proyección que tiene que ver con el periodo del diseño, tasa de crecimiento anual, factores de crecimiento, número de calzadas, número de carriles y factores de distribución para esto es importante tomar en cuenta que nos brinda un detalle de crecimiento será del 4%.

Los resultados del cálculo de las repeticiones se muestran a continuación.

Categoría de Carga	No. repeticiones en 20 años
Eje simple entre 10 y 12 kips	3,423,293
Eje simple entre 20 y 22 kips	1,640,970
Eje tándem entre 34 y 36 kips	926,047
Eje tándem entre 36 y 38 kips	1,319,300

1 kip = 1,000 lbs.

Ilustración 10-Resumen del cálculo de las repeticiones de carga.

Fuente: Estudio Saybe y Asociados, Diseño de Pavimentos, 2021 (Pág.5)

La ilustración 10 brinda un resumen de las repeticiones de carga esto se relaciona con la distribución del peso la cual se explica mediante Factor Equivalente de Carga que se utiliza para cuantificar los efectos del daño de las diferentes configuraciones de ejes y cargas en términos de números equivalentes. La capa base es la que se encarga de soportar las cargas aplicadas.

Saybe y Asociados en Informe Diseño de Pavimentos (2021), Afirma que:

Para estimar el Módulo de Reacción de la subrasante o k , se utilizó como parámetro comparativo el ensayo del Índice de Soporte de California o CBR, reportado en el Estudio de Suelos. El método nos permite correlacionar los resultados del CBR con el Módulo de Reacción de forma rápida y efectiva, utilizando una figura, que para tal efecto proporciona el método.

Para los cálculos estructurales, el método señala que el uso de subbase en la estructura contribuye a mejorar la capacidad de soporte del suelo, de tal forma que k , aumenta su valor con la combinación de ambas contribuciones.

En el Estudio de Suelos se determinó que era necesario estabilizar la subrasante, por cualquiera de los métodos propuestos. Se considera que, una vez estabilizada la subrasante, la resistencia del suelo alcanzaría un CBR igual a 10%, que se puede considerar conservador y que corresponde a un módulo de reacción de la subrasante, k , igual a 200 psi.

Debemos definir otros parámetros que tienen que ver con la sección típica propuesta, el factor de seguridad y la forma de la transferencia de carga. Es bueno advertir que estos factores son de vital importancia para el desempeño del pavimento y no podrán ser cambiados a menos que revise el diseño completo. (Pág. 4)

Parámetro	Opción
Tipo de juntas transversales	Con acero en las juntas (dovelas)
Tipo de hombros	Pavimentados
Factor de seguridad	1.2
Módulo de Ruptura del concreto (ASTM C73) a 28 días	600 psi

Ilustración 11- Resumen del cálculo de las repeticiones de carga.

Fuente: Estudio Saybe y Asociados, Diseño de Pavimentos, 2021 (Pág.5)

En la ilustración 11 se presenta un análisis de las repeticiones de carga en donde las losas de pavimento distribuyen las cargas de los vehículos hacia las capas inferiores por medio de toda

la superficie de las losas para esto se identificaron el tipo de juntas que son de acero conocidas como dovelas, un factor de seguridad de 1.2 y un módulo de ruptura de al menos 600 psi.

Saybe y Asociados en Informe Diseño de Pavimentos (2021), afirma:

El cálculo consiste en encontrar que estado de esfuerzo puede alcanzar la estructura propuesta. Después se establece la relación que existe entre ese esfuerzo y el Módulo de Ruptura del concreto para determinar en los nomogramas, el número de repeticiones de carga que se pueden permitir sobre el pavimento.

La relación entre las repeticiones esperadas y las permitidas, expresado como porcentaje, es el porcentaje de esfuerzos. Se realizan dos análisis, uno por los esfuerzos de fatiga que imponen las cargas y otro, por los esfuerzos a que están expuestos los bordes exteriores del pavimento (llamados "de erosión" por el método). La suma de los esfuerzos de fatiga y la suma de los esfuerzos de erosión debe ser menor que el 100%. En caso contrario, debe probarse con otra estructura.

La estructura diseñada resultó:

Capa	Espesor	%Esfuerzo por fatiga	% Erosión
Losa de concreto hidráulico (MR=600 psi)	8 pulgadas (20 centímetros)	10.81	13.95
Sub-base	8 pulgadas (20 centímetros)		

Ilustración 12- Estructura del Pavimento Rígida Propuesta.

Fuente: Estudio Saybe y Asociados, Diseño de Pavimentos, 2021 (Pág.5)

En la ilustración 12 se plantea la estructura de pavimento rígida propuesta para el desarrollo de las losas de concreto hidráulico que señalan su espesor de 8 pulgadas y una subbase de 8 pulgadas.

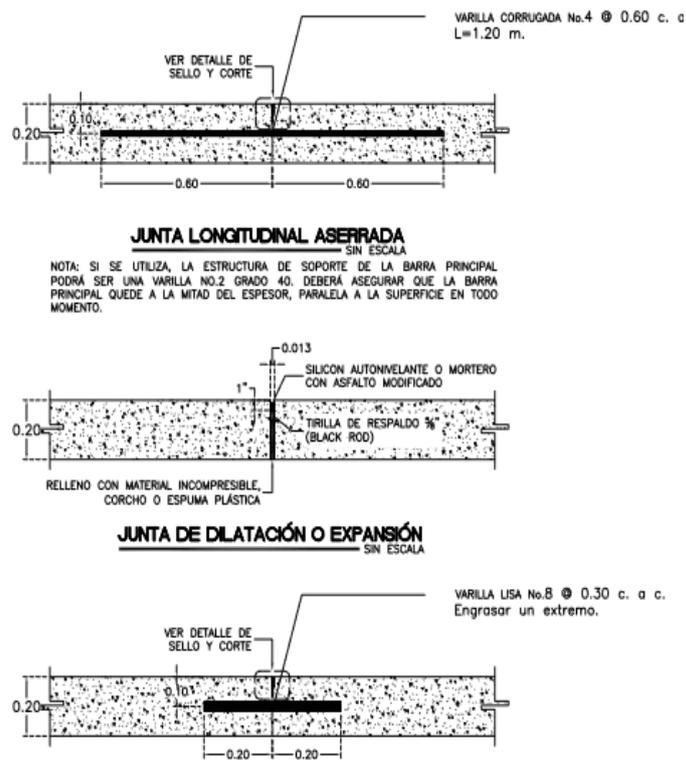


Ilustración 13- Junta Transversal de Contracción.

Fuente: Estudio Saybe y Asociados, Diseño de Pavimentos 2021 (Pág.10)

En la ilustración 13 explica la longitud de las juntas transversales de contracción utilizadas, estas se interpretan como aquellas que se construyen transversalmente en la línea central del pavimento y están debidamente especiadas para controlar la fisuración generada en este caso por la retracción u por los cambios de humedad y temperatura estos últimos son factores latentes. Además, también la importancia logra concatenar la transferencia de carga adecuada a la estructura de concreto.

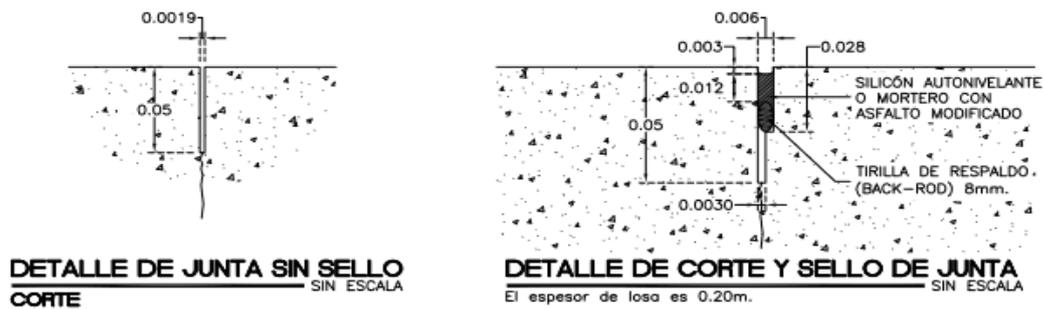


Ilustración 14- Detalle de sello de juntas.

Fuente: Estudio Saybe y Asociados, Diseño de Pavimentos 2021 (Pág.10)

A continuación, se explica la ilustración 14 que brinda una explicación del diseño de pavimento rígido por método de PCA. El objetivo principal de los sellos es minimizar la filtración de líquido superficiales que en este caso puedan deteriorar la base para lo cual se utilizó mortero con asfalto modificado.

DISEÑO PAVIMENTOS RIGIDOS - METODO PCA
UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Software : BS-PCA

Datos :

Resistencia K del Apoyo : 256.6667 PCI (lb/pulg3)
Espesor Losa : 8 pulgadas
Modulo de Rotura : 600 PSI (lb/pulg2)
Bermas : SI
Pasadores : SI
Factor de Seguridad Cargas : 1.2
Factor de Mayoración Repeticiones : 1

Resultados :

Carga KIPS	Carga FS KN	Repeticiones Esperadas	Repeticiones Admisib_Fatiga	Consumo Fatiga %	Repeticiones Admisi_Erosion	Consumo Erosion %
EJES SIMPLES						
Esfuerzo Equivalente: 0.0		Factor Esfuerzo: 0.0000		Factor Erosion: 0.0000		
12.00	64.01	3,423,293	Inf	0.00	Inf	0.00
22.00	117.35	1,640,970	15,175,037	10.81	13,317,610	12.32
EJES TANDEM						
Esfuerzo Equivalente: 0.0		Factor Esfuerzo: 0.0000		Factor Erosion: 0.0000		
36.00	192.03	926,047	Inf	0.00	Inf	0.00
38.00	202.70	1,319,300	Inf	0.00	80,825,948	1.63
EJES TRIDEM						
Esfuerzo Equivalente: 0.0		Factor Esfuerzo: 0.0000		Factor Erosion: 0.0000		

				Total :	10.81	13.95

Ilustración 15- Método PCA

Fuente: Estudio Saybe y Asociados, Diseño de Pavimentos 2021 (Pág.10)

En la ilustración 15 se muestra la Relaciones aproximadas de la clasificación de suelos y varios módulos de carga se interpreta el método PCA el cual el propósito principal como se logra observar es obtener el espesor mínimo de la losa la cual permita soportar las cargas y de esta forma garantizar el buen funcionamiento del pavimento, así como también brinden aproximadamente el costo inicial y de mantenimiento. Dando un análisis comprensivo de esfuerzos en el concreto y deflexiones en las juntas, modelos de prueba a escala, pavimentos experimentales. El criterio de erosión reconoce que el pavimento puede fallar por un excesivo bombeo de erosión de soporte.

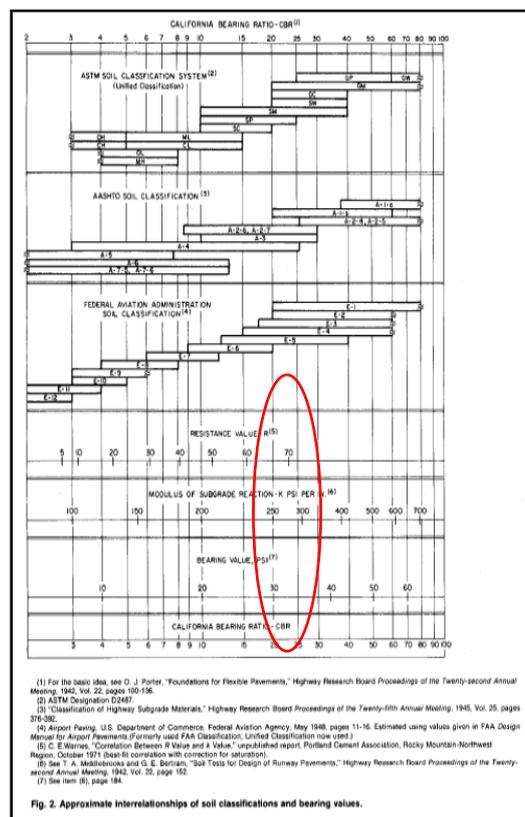


Ilustración 16- Clasificación de Suelos y Módulos de Carga.

Fuente: Thickness design for concrete highways and street pavements. PCA, 1985.

La ilustración 16 representa la clasificación de los suelos y los modelos de carga utilizados en este caso según la teoría aplicada PCA.

4) Conclusión/Recomendación

Saybe y Asociados en Informe Diseño de Pavimentos (2021) concluye:

El tráfico de diseño (TPDA=1655 bpd) considera un incremento del 10% del tráfico actual debido a las ventajas que traerá la nueva facilidad. Este tráfico se proyectó para un período de diseño de 20 años con una tasa de crecimiento constante del 4%. Utilizando el método de diseño de la Portland Cement Asociación (PCA) la estructura consistirá en una losa de concreto hidráulico (MR=600 psi a 28 días) de 8 pulgadas (20 centímetros) sobre una subbase también de 8 pulgadas (20 centímetros), todo sobre la subrasante estabilizada. (pág. 6)

Saybe y Asociados en Informe Diseño de Pavimentos (2021) recomienda:

Que según el estudio de Suelos se determinó que era necesario estabilizar la subrasante, por cualquiera de los métodos propuestos. Se considera que, una vez estabilizada la subrasante, la resistencia del suelo alcanzaría un CBR igual a 10%, que se puede considerar conservador y que corresponde a un módulo de reacción de la subrasante, k , igual a 200 psi. El diseño se realizó considerando que la subrasante sería estabilizada. Conforme al Estudio de Suelos de 2015, la mejor alternativa para la estabilización consiste en sustituir la subrasante inestable por material de buena calidad. Esta operación implica el corte, la carga y el traslado del material inestable y la sustitución con material importado. No es posible determinar a priori la profundidad de la sub-excavación ni tampoco la extensión de la misma, pero una profundidad mínima debería ser 50 centímetros. El material granular de río es ideal para este uso y es abundante en la zona del Proyecto, por lo cual se recomienda. (pág. 7)

3.1.2.2 Proyecto Ampliación a Seis Carriles Bulevar del Norte

1) Información del Sitio

Saybe y Asociados Informe de Ampliación de carriles, Siglo XXI. (2014), afirma:

El proyecto de ampliación incluye los trabajos necesarios para convertir el tramo en una autopista de tres carriles de 3.65 metros por lado, separadas por una mediana de ancho variable para un total de seis carriles, tres en cada sentido de circulación.

El proyecto de la ampliación del Bulevar del Norte se conjugará con otros proyectos como la construcción de tres puentes peatonales (uno en el Palenque, otro en el Seguro Social y otro en la Colonia FESITRANH); la construcción de dos pasos a desnivel (uno frente a las Colonias Tara, Colvisula y el Roble y otro, frente al desvío al Zapotal); la ampliación del Puente Rio Blanco para convertirlo de 6 carriles; la construcción de retornos en la aproximación norte del Puente Rio Blanco; y un intercambiador en la intersección con el Segundo Anillo de Circunvalación (Industrias Gala) tipo trébol que proveerá todos los giros y retornos. En este sitio convergen la ruta que va del Estadio Olímpico a Puerto Cortés y se origina la llamada Ruta No.4 que irá del Intercambiador Gala al Bulevar los Álamos- El Barrial con una longitud aproximada de 4.1 kilómetros incluyendo un puente doble sobre Río Blanco de 90 metros de longitud. (Capítulo Núm. 3 - Pág. 1)

2) Problema

El tramo vial objeto de ampliación se caracteriza por ser una calzada de concreto Hidráulico con dos carriles, dos en cada sentido de circulación, con varios accesos a colonias del casco urbano de san Pedro Sula, en los cuadrantes Nor-Este y Nor-Oeste de mucha densidad variable poblacional, presentes a lo largo del tramo. (Informe Ampliación de seis (6) carriles, Boulevard del Norte, Alcaldía Municipal, Siglo XXI. 2014, departamento de obras públicas y viales. Cap. 1 Pág. 1)

3) Metodología

Los trabajos de campo para el estudio de suelos consistieron en realizar 10 exploraciones por medio de calicatas o pozos a cielo abierto (en adelante llamados PCA) con una profundidad promedio de 1.00 metros. Los PCA fueron distribuidos a lo largo del alineamiento a cada 500

metros como máximo. Los PCA se alternaron de izquierda a derecha para ganar representatividad. (Informe Ampliación de seis (6) carriles, Boulevard del Norte, Alcaldía Municipal, Siglo XXI. departamento de obras públicas y viales 2014.Cap. 3 Pág. 1)

Saybe y Asociados Informe de Ampliación de carriles, Siglo XXI. (2014), confirma:

El cálculo consiste en encontrar que estado de esfuerzo puede alcanzar la estructura propuesta. Después se establece qué relación existe entre ese esfuerzo y el Módulo de Ruptura del concreto para determinar en los nomogramas, el número de repeticiones de carga que se pueden permitir sobre el pavimento. La relación entre las repeticiones esperadas y las permitidas, expresado como porcentaje, es el porcentaje de esfuerzos. Se realizan dos análisis, uno por los esfuerzos de fatiga que imponen las cargas y otro, por los esfuerzos a que están expuestos los bordes exteriores del pavimento (llamados "de erosión" por el método). La suma de los esfuerzos de fatiga y la suma de los esfuerzos de erosión debe ser menor que el 100%. En caso contrario, debe probarse con otra estructura. (Cap. 3 Pág. 8)

Para facilitar la comprensión del cálculo, se presentan las planillas de cálculo y los nomogramas en la ilustración 17

Cálculo del Espesor del Pavimento Rígido							
Proyecto Boulevard del Norte							
Esesor de prueba	9 plg	Con dovelas	si <input checked="" type="checkbox"/>	no <input type="checkbox"/>			
Esesor de prueba sub-base	12 plg	Hombros pavimentados	si <input checked="" type="checkbox"/>	no <input type="checkbox"/>			
CBR sub-rasante	10. %	k (sub-rasante)	200 pci				
k (sub-rasante y sub-base)	320	Periodo de Diseño	20 años				
Módulo de Ruptura, MR	650 psi						
Factor de Seguridad	1.2						
Carga axial Kips	Multiplicada por el factor de seguridad	Repeticiones esperadas	Análisis por fatiga		Análisis por erosión		
1	2	3	Repeticiones permitidas	Porcentaje de Fatiga	Repeticiones permitidas	Porcentaje de Fatiga	
		8. Esfuerzo equivalente	156.8			10. Factor de erosión	2.187
		9. Factor de razón de esfuerzos	0.241230769				
Ejes Sencillos							
22	26.4	17713,821	ilimitadas		ilimitadas	0%	
12	14.4	18852,649	ilimitadas	0%	ilimitadas	0%	
		8. Esfuerzo equivalente	132.8			10. Factor de erosión	2.262
		9. Factor de razón de esfuerzos	0.204307692				
Ejes Tandem							
38	45.6	2121,671	ilimitadas	0.00%	ilimitadas	0.00%	
			Total	0.0%	Total	0.00%	

Ilustración 17- Espesor del Pavimento Rígido.

Fuente: Diseño de Obras Viales para San Pedro Sula, Siglo XXI, Cap. 3-Pag 8

En la ilustración 17 muestra los trabajos de topografía se realizaron para desarrollar cada uno de los elementos que comprende el diseño de la ampliación del Bulevar del Norte.

Los trabajos de topografía se realizaron para desarrollar cada uno de los elementos que comprende el diseño de la ampliación del Bulevar del Norte. Entre los trabajos realizados por las cuadrillas de topografía se destacan los siguientes:

- Nivelación de precisión de la línea base establecida.
- Levantamiento de secciones transversales.

Levantamiento topográfico detallado de elementos existentes como ser postes, arboles, sistemas de drenaje pluvial y residual, puentes, etc. Una vez colocada la línea base se procedió a nivelar y establecer el sistema de coordenadas para los bancos de nivel que sirvieron para referencia y control de cada uno de los levantamientos realizados para el diseño.

Los conteos fueron realizados en las fechas indicadas a continuación:

Estación de conteo	Fechas de conteo	Días de conteo
1. KM 0.8, Clínicas del IHSS.	1, 2 y 3 de abril de 2014	3
2. KM 1.2, Entrada a la Colonia Tara	27, 28 y 31 de marzo de 2014	3
3. KM 1.4, Entrada a las Colonias Colvisula y El Roble	19, 20 y 21 de marzo de 2014	3
4. KM 2.7, Desvío al Zapotal	14, 17 y 18 de marzo de 2014	3
5. KM 3.3, Intersección con el Segundo Anillo (Gala).	11, 12 y 13 de marzo de 201	3
6. KM 4.1, Entrada a la Colonia Fesitranh	24, 25 y 26 de marzo de 2014	3

Ilustración 18- Duración de los conteos.

Fuente: Diseño de obras viales para San Pedro sula, Saybe y Asociados, Cap.2-Pág 3

La ilustración 18 anterior brinda un detalle de la duración de los conteos los cuales son de suma importancia para conocer el tráfico, frecuencia con la cual los automotores de distintos ejes se distribuyen para que de esta forma sean tomados en cuenta en un análisis en conjunto.

Carretera: Blvd. del Norte
 Estación de conteo: Gala (Servihogar)
 Sentido: SPS - Pto. Cortés y retorno a SPS

Fecha	Turismos y Pick-ups	Bus	Camión 2 ejes	Camión 3 ejes	Rastras	Total
11/03/2014	2966	76	95	8	23	3168
12/03/2014	2997	83	100	4	24	3208
13/03/2014	2968	66	99	0	26	3159
TPD	2977	75	98	4	24	3178
	94%	2%	3%	0%	1%	

Ilustración 19- Muestra Duración de los Conteos.

Fuente: Diseño de obras viales para San Pedro Sula, Saybe y Asociados, Cap. 4 Pág. 2

En la ilustración 19 se logra visualizar la cantidad de automotores de distintos ejes que se movilizaron.

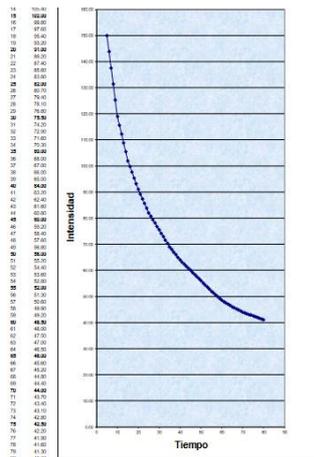


Ilustración 20- Curva de Intensidad-Duración-Frecuencia 10 Años.

Fuente: Directrices emitidas por DIMA y la Municipalidad de San Pedro Sula.

La ilustración 20 se presenta la curva de intensidad-duración u frecuencia de lluvias en donde se establece en las directrices que emite el departamento de aguas lluvias de la Municipalidad de San Pedro Sula, para la determinación de la intensidad de precipitación en relación con la frecuencia de diseño del proyecto, se utilizó las curvas de intensidad-duración-frecuencia de la estación pluviométrica de La Mesa. (Saybe y Asociados, Cap. 4 Pág. 2)

Slab thickness, in.	k of subgrade-subbase, pci						
	50	100	150	200	300	500	700
4	640/534	558/468	517/439	489/422	452/409	408/388	383/384
4.5	547/461	479/400	444/372	421/356	390/338	355/322	333/318
5	475/404	417/348	387/323	367/308	341/290	311/274	294/267
5.5	418/360	368/309	342/285	324/271	302/254	278/238	261/231
6	372/325	327/277	304/255	289/241	270/225	247/210	234/203
6.5	334/286	294/251	274/230	260/218	243/203	223/188	212/180
7	302/270	266/230	248/210	236/198	220/184	203/170	192/162
7.5	275/250	243/211	226/193	215/182	201/168	185/155	176/148
8	252/232	222/196	207/179	197/168	185/155	170/142	162/135
8.5	232/216	205/182	191/166	182/156	170/144	157/131	150/125
9	215/202	190/171	177/155	168/146	158/134	146/122	139/116
9.5	200/190	175/160	164/146	157/137	147/126	136/114	129/108
10	186/179	164/151	153/137	146/129	137/118	127/107	121/101
10.5	174/170	154/143	144/130	137/121	128/111	119/101	113/95
11	164/161	144/135	135/123	129/115	120/105	112/95	106/90
11.5	154/153	136/128	127/117	121/109	113/100	105/90	100/85
12	145/146	128/122	120/111	114/104	107/95	99/88	95/81
12.5	137/139	121/117	113/105	108/99	101/91	94/82	90/77
13	130/133	115/112	107/101	102/95	96/86	89/78	85/73
13.5	124/127	109/107	102/97	97/91	91/83	85/74	81/70
14	118/122	104/103	97/93	93/87	87/79	81/71	77/67

Table 8a. Erosion Factors — Doweled Joints, Concrete Shoulder (Single Axle/Tandem Axle)

Slab thickness, in.	k of subgrade-subbase, pci					
	50	100	200	300	500	700
4	3.28/3.30	3.24/3.20	3.21/3.13	3.19/3.10	3.15/3.09	3.12/3.08
4.5	3.13/3.19	3.09/3.08	3.06/3.00	3.04/2.96	3.01/2.93	2.98/2.91
5	3.01/3.09	2.97/2.98	2.93/2.89	2.90/2.84	2.87/2.79	2.85/2.77
5.5	2.90/3.01	2.85/2.89	2.81/2.79	2.79/2.74	2.76/2.68	2.73/2.65
6	2.79/2.93	2.75/2.82	2.70/2.71	2.68/2.65	2.65/2.58	2.62/2.54
6.5	2.70/2.86	2.65/2.75	2.61/2.63	2.58/2.57	2.55/2.50	2.52/2.45
7	2.61/2.79	2.56/2.68	2.52/2.56	2.49/2.50	2.46/2.42	2.43/2.38
7.5	2.53/2.73	2.48/2.62	2.44/2.50	2.41/2.44	2.38/2.36	2.35/2.31
8	2.46/2.68	2.41/2.56	2.38/2.44	2.33/2.38	2.30/2.30	2.27/2.24
8.5	2.39/2.62	2.34/2.51	2.29/2.39	2.26/2.32	2.22/2.24	2.20/2.18
9	2.32/2.57	2.27/2.46	2.22/2.34	2.19/2.27	2.16/2.19	2.13/2.13
9.5	2.26/2.52	2.21/2.41	2.16/2.29	2.13/2.22	2.09/2.14	2.07/2.08
10	2.20/2.47	2.15/2.36	2.10/2.25	2.07/2.18	2.03/2.09	2.01/2.03
10.5	2.15/2.43	2.09/2.32	2.04/2.20	2.01/2.14	1.97/2.05	1.95/1.99
11	2.10/2.39	2.04/2.28	1.99/2.16	1.95/2.09	1.92/2.01	1.89/1.95
11.5	2.05/2.35	1.99/2.24	1.93/2.12	1.90/2.05	1.87/1.97	1.84/1.91
12	2.00/2.31	1.94/2.20	1.88/2.09	1.85/2.02	1.82/1.93	1.79/1.87
12.5	1.95/2.27	1.89/2.16	1.84/2.05	1.81/1.98	1.77/1.89	1.74/1.84
13	1.91/2.23	1.85/2.13	1.79/2.01	1.76/1.95	1.72/1.86	1.70/1.80
13.5	1.86/2.20	1.81/2.09	1.75/1.98	1.72/1.91	1.68/1.83	1.65/1.77
14	1.82/2.17	1.76/2.06	1.71/1.95	1.67/1.88	1.64/1.80	1.61/1.74

Ilustración 21- Fatiga y Erosión.

Fuente: Diseño de obras viales para San Pedro Sula, Estudio Saybe y Asociados Cap. 3 Pág. 2)

La ilustración 21 presenta el criterio de erosión el cual reconoce que el pavimento puede fallar por un excesivo bombeo, erosión del terreno de soporte y diferencias de elevaciones en las juntas. El criterio del esfuerzo de fatiga reconoce que el pavimento pueda fallar, presentando agrietamiento derivado de las excesivas reparticiones de carga.

4) Conclusión/Recomendación

Saybe y Asociados Informe de Ampliación de carriles, Siglo XXI. (2014), hace mención que:

La estructura del pavimento existente está formada por 21 centímetros de concreto hidráulico sobre una subbase compuesta por material de río de al menos 80 centímetros de espesor. Esta capa de material granular cumple entonces, un doble propósito, estabilizar la subrasante y servir como subbase.

Los hombros existentes están pavimentados con 6 centímetros de carpeta asfáltica sobre 15 centímetros de base triturada y sobre, el material granular antes descrito. El hombro) (existente desaparecerá como tal, sin embargo, el material granular existentes se podrá aprovechar para la ampliación. En general, los materiales encontrados en todas las exploraciones son de buena calidad, variando desde A-1-a hasta A-2-4. El valor de soporte medido a través del CBR se puede estimar conservadoramente como 20%. (Cap. 3 Pág. 10).

3.1.2.3 Proyecto Boulevard Altia-Uth

Se presenta a continuación el diseño del pavimento rígido. Como premisas fundamentales para estos diseños contamos con la capacidad soportante de la subrasante (determinada en el Estudio de Suelos) y la proyección de tráfico para el período de diseño (obtenida mediante el Estudio del Tráfico. (Estudio Diseño Pavimentos ALTIA-UTH, Saybe y Asociados, (2016) Cap. 3 Pág. 2)

Es de resaltar que todos los diseños de pavimento se basan en la presunción que los vehículos viajaran cargados a la máxima carga legal permitida y, por lo tanto, no se permitirá el tránsito de vehículos sobrecargados.

1) Información del Sitio

Tomando en cuenta las condiciones actuales de la ruta; la topografía del terreno; las características de la subrasante y las proyecciones del tráfico, se definió que la ruta ALTIA-UTH se considerará como un único tramo, ya que no existen condiciones que se diferencien lo suficiente como para separarlo en partes.

El proyecto también incluye los accesos a las urbanizaciones e instituciones vecinas, los carriles de refugio y los carriles de aceleración y desaceleración.

2) Problema

Para el diseño de los pavimentos, el TPD debe proyectarse en el Período de Diseño. Este se ha fijado en 20 años. El Estudio de Tráfico consideró que la tasa de crecimiento anual del tráfico será de 2.5% para los primeros 10 años y 2% para los siguientes 10 años. (Estudio Diseño Pavimentos ALTIA-UTH, Saybe y Asociados, 2016).

3) Metodología

El procedimiento de diseño de pavimentos rígidos de la Portland Cement Association (PCA) es aplicable cuando se dispone del espectro de carga por eje que se prevé va a hacer uso de la vía durante el periodo de diseño. Cuando existe desconocimiento de las cargas es posible usar el método de diseño simplificado de la PCA.

CARGAS LIMITE POR EJE

NOTA DE ACLARACIÓN: En la página 7, el cuadro de "Límite de peso por eje", debe leerse de la siguiente manera

Tipo de Vehículo	Tipo de Eje del Tractor						Tipo de eje del Semiremolque			TOTAL (Toneladas)
	Eje simple Direccional	Eje de Tracción			Eje de arrastre					
		Eje simple	Doble Rueda	Triple rueda	Eje simple	Doble Rueda	Triple rueda			
C2	5.00	10.00							15.00	
C3	5.00		16.50						21.50	
C4	5.00			20.00					25.00	
T2-S1	5.00	9.00			9.00				23.00	
T2-S2	5.00	9.00				16.00			30.00	
T2-S3	5.00	9.00					20.00		34.00	
T3-S1	5.00		16.00		9.00				30.00	
T3-S2	5.00		16.00			16.00			37.00	
T3-S3	5.00		16.00				20.00		41.00	
Otros	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	Variable	

C2 Camión o autobús, consistente en un automotor con eje simple direccional y un eje simple de tracción
C3 Camión o autobús, consistente en un automotor con eje simple direccional y un eje de doble rueda de tracción
C4 Camión o autobús, consistente en un automotor con eje simple direccional y un eje de triple rueda de tracción
T2-S1 Vehículo articulado con eje simple direccional, un eje simple de tracción y un eje simple de arrastre (semiremolque)
T2-S2 Vehículo articulado con eje simple direccional, un eje simple de tracción y un eje de doble rueda de arrastre (semiremolque)
T2-S3 Vehículo articulado con eje simple direccional, un eje simple de tracción y un eje de triple rueda de arrastre (semiremolque)
T3-S1 Vehículo articulado con eje simple direccional, un eje doble rueda de tracción y un eje simple de arrastre (semiremolque)
T3-S2 Vehículo articulado con eje simple direccional, un eje doble rueda de tracción y un eje doble rueda de arrastre (semiremolque)
T3-S3 Vehículo articulado con eje simple direccional, un eje doble rueda de tracción y un eje triple rueda de arrastre (semiremolque)
Otros Vehículos articulados con otras combinaciones

Esta tabla se encuentra en proceso de aprobación por parte del Consejo Sectorial de Ministros de Transporte de Centroamérica, COMITRAN, en virtud que la que aparece en la página 7, adolece de errores y omisiones que tienen que ser superados mediante Resolución Ministerial.

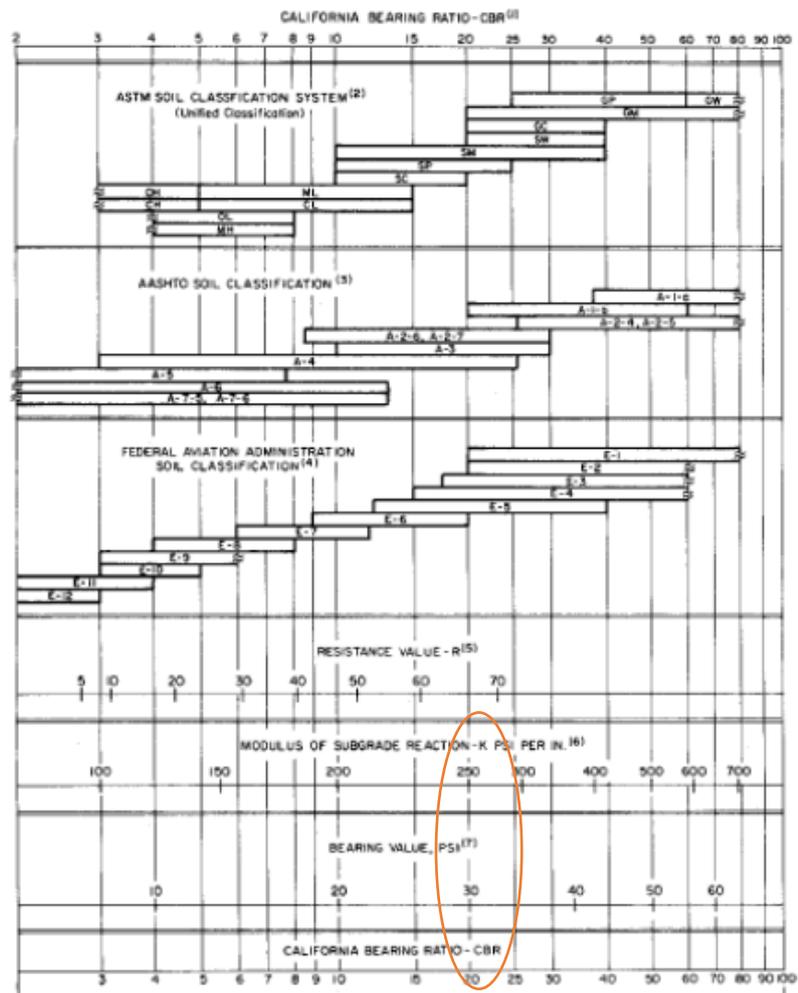
Fuente: Acuerdo Centroamericano para la Circulación por Carretera, SIECA, 2000.

Ilustración 22- Índice de PESO por eje para tráfico de carga pesada.

Fuente: Directrices emitidas por DIMA y la Municipalidad de San Pedro Sula

En la 22 ilustración se presenta el índice de peso por eje de tráfico de carga pesada. El espesor del pavimento dependerá de los requisitos de resistencia, incompresibilidad y resistencia a la expansión y contracción, por lo que el diseño del pavimento es esencialmente para hacer coincidir la carga de diseño de las bases del pavimento, una de sus principales funciones es

soportar y soportar la carga que transfiere la superficie de la carretera y evitar que el terraplén contamine la superficie de la carretera y sea absorbido por el camino de terracería.



(1) For the basic idea, see G. J. Porter, "Foundations for Flexible Pavements," Highway Research Board Proceedings of the Twenty-second Annual Meeting, 1942, Vol. 22, pages 100-136.
 (2) ASTM Designation D2487.
 (3) "Classification of Highway Subgrade Materials," Highway Research Board Proceedings of the Twenty-fifth Annual Meeting, 1945, Vol. 25, pages 376-382.
 (4) Airport Paving, U.S. Department of Commerce, Federal Aviation Agency, May 1948, pages 11-16. Estimated using values given in FAA Design Manual for Airport Pavements (Formerly used FAA Classification; Unified Classification now used.)
 (5) C. E. Warnes, "Correlation Between R Value and A Value," unpublished report, Portland Cement Association, Rocky Mountain-Northwest Region, October 1971 (best-fit correlation with correction for saturation).
 (6) See T. A. Middlebrooks and G. E. Bortram, "Soil Tests for Design of Runway Pavements," Highway Research Board Proceedings of the Twenty-second Annual Meeting, 1942, Vol. 22, page 152.
 (7) See item (6), page 184.

Ilustración 23- Relaciones de Aproximación de Suelos y Módulos de Carga.

Fuente: Thickness design for concrete highways and street pavements. (PCA, 1985)

La ilustración 23 presenta las relaciones de aproximación de suelos con los módulos de carga los cuales deben tomarse en cuenta entre los rangos presentados.

CALCULO DE LAS REPETICIONES DE CARGA

a. tráfico proyectado			
TPD			22486 vpd
PERIODO DE DISEÑO			10 años
TASA DE CRECIMIENTO PRIMEROS 10 AÑOS			2.5 %
FACTOR DE CRECIMIENTO			11.203
VOLUMEN DE TRAFICO ACUMULADO 10 AÑOS			91950,523 vehiculos
FACTOR DE DISTRIBUCION POR SENTIDO			0.5
FACTOR DE DISTRIBUCION CARRIL DISEÑO			0.8
TRAFICO PROYECTADO DE DISEÑO			36780,209 vehiculos

	% por tipo	Repeticiones
Turismos y Pick-ups	97.28	35779,788
Camión C-2 grande	2.47	908,471
Camión C-3	0.25	91,951
Semi-remolque T3-S2	0.00	-
	100.00	

	10-12 Kips	20-22 Kips	24-26 Kips	34-36 Kips		TRAFICO PROYECTADO	10-12 Kips	20-22 Kips	24-26 Kips	34-36 Kips
C-2 grande	1.000	1.000				908,471	908,471	908,471	-	-
C-3	1.000			1.000		91,951	91,951	-	-	91,951
T3-S2	1.000			2.000		-	-	-	-	0
							1000,422	908,471	0	91,951

RESUMEN	
10-12 Kips	1000,422
20-22 Kips	908,471
34-36 Kips	91,951

Ilustración 24- Cálculos de Repeticiones de Carga, Los Primeros 10 años.

Fuente: Thickness design for concrete highways and street pavements. (PCA, 1985)

En la ilustración 24 se ejemplifican los cálculos de repeticiones en las cargas en los primeros 10 años, las cargas aplicadas a los pavimentos están directamente relacionadas con el peso y dimensiones de los vehículos que circulan. Como resultado, los niveles de carga más altos conducen a una mayor probabilidad de falla en la carretera, lo que resulta en una reducción de la capacidad portante de la estructura. Sumado a lo anterior, el aumento de carga afecta significativamente el comportamiento dinámico del vehículo, afectando su estabilidad

CALCULO DE LAS REPETICIONES DE CARGA

a. tráfico proyectado			
TPD			32964 vpd
PERIODO DE DISEÑO			10 años
TASA DE CRECIMIENTO PRIMEROS 10 AÑOS			2 %
FACTOR DE CRECIMIENTO			10.950
VOLUMEN DE TRAFICO ACUMULADO 10 AÑOS			131745,510 vehiculos
FACTOR DE DISTRIBUCION POR SENTIDO			0.5
FACTOR DE DISTRIBUCION CARRIL DISEÑO			0.8
TRAFICO PROYECTADO DE DISEÑO			52698,204 vehiculos

	% por tipo	Repeticiones
Turismos y Pick-ups	97.28	51264,21289
Camión C-2 grande	2.47	1301,64564
Camión C-3	0.25	131,74551
Semi-remolque T3-S2	0.00	-
	100.00	

	10-12 Kips	20-22 Kips	24-26 Kips	34-36 Kips		TRAFICO PROYECTADO	10-12 Kips	20-22 Kips	24-26 Kips	34-36 Kips
C-2 grande	1.000	1.000				1301,646	1301,646	1301,646	-	-
C-3	1.000			1.000		131,746	131,746	-	-	131,746
T3-S2	1.000			2.000		-	-	-	-	0
							1433,391	1301,646	0	131,746

RESUMEN		
PRIMEROS 10 AÑOS	SEGUNDOS 10 AÑOS	TOTALES
10-12 Kips	1000,422	10-12 Kips 2433,813
20-22 Kips	908,471	20-22 Kips 2210,117
34-36 Kips	91,951	34-36 Kips 223,696

Ilustración 25- Cálculos de Repeticiones de Carga, Los Segundos 10 años y Totales.

Fuente: Thickness design for concrete highways and street pavements. (PCA, 1985)

La ilustración 25 permite visualizar los cálculos de repeticiones de carga según el tiempo y el conjunto de totales. Para el siguiente análisis es importante analizar a profundidad se los

movimientos de productos de un lugar a otro, se ha demandado cada vez una mayor capacidad de carga de los vehículos pesados. La importancia de establecer y controlar su peso se deriva, entre otros aspectos, del efecto que éste tiene sobre el deterioro de los pavimentos y los niveles de seguridad de las carreteras.

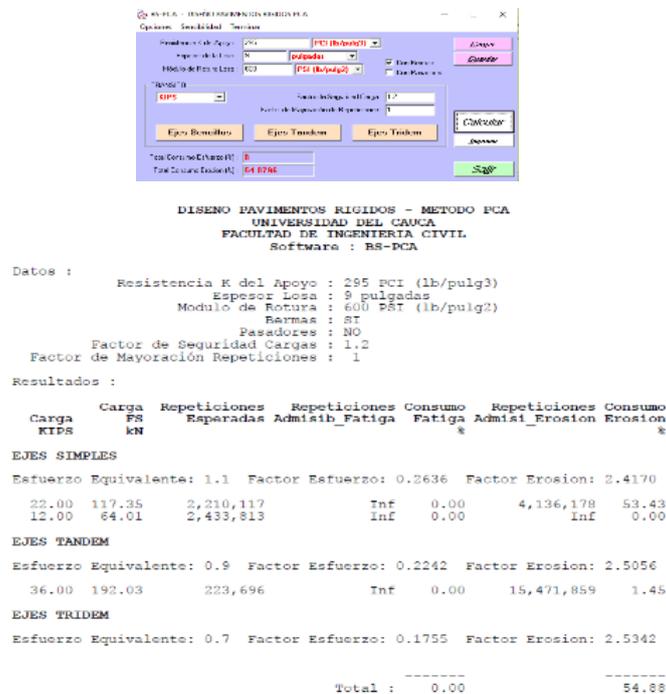


Ilustración 26- Diseño de Pavimentos Rígidos, Método PCA.

Fuente: Estudio Diseño Pavimentos ALTIA-UTH, Saybe y Asociados, (2016) Pág. 14

En la ilustración 26 se da a conocer el diseño de pavimentos rígidos a través del método de PCA a partir del análisis correspondiente a través de la estadística para definir los parámetros aplicaciones de PCA es sumamente importante recalcar que este método se rige a través es la reducción de dimensionalidad de en cuanto al gran número de variables cuantitativas posiblemente correlacionadas (indicativo de existencia de información redundante), El PCA permite “reducirlas” a un número menor de variables transformadas (componentes principales) que expliquen gran parte de la variabilidad de los datos.

4) Conclusión/Recomendación

Estudio, Saybe y Asociados, menciona que:

La calzada existente (sentido este-oeste del futuro boulevard) esta pavimentada con concreto asfáltico. Aunque no se pudo establecer con certeza, se supone que la superficie actual tiene más de 10 años de vida.

En su estado actual, la carpeta existente muestra varios deterioros, entre los cuales podemos citar:

- Grietas poliédricas en forma de piel de cocodrilo (más conocidas como “cuero de lagarto”). La intensidad varía entre leve y severa.
- Grietas longitudinales a lo largo de las juntas de construcción. La intensidad es severa en la mayoría de los casos.
- Superficie desgastada (peladura). Intensidad severa.
- Baches. Intensidad media.

El estado de la superficie parece indicar que no hay daños en las capas inferiores, pues no se observan hundimientos o ahuellamientos, más que en aquellos sitios donde las grietas “cuero de lagarto” son más intensas. Sin embargo, la integridad de la carpeta asfáltica parece estar muy comprometida en varios sitios. (Pág. 5)

Como recomendaciones podemos enunciar lo siguiente:

- Que todos los baches sean reparados.
- Que las juntas longitudinales que muestren grietas mayores a 6 mm sean tratadas como baches.
- Que los cueros de lagarto con severidad alta sean tratados como baches.
- Fisuras menores a 5 mm podrán ser selladas individualmente.
- Colocación de un sello asfáltico general sobre toda la superficie, una vez que se hayan efectuado todas las reparaciones pertinentes. (Pág. 6)

La detección y clasificación de daños se hizo siguiendo el Catálogo Centroamericano de Daños a Pavimentos Viales del Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras (Coronado, 2000). Se recomienda que las reparaciones se realicen conforme a la Especificaciones Especiales para el Mantenimiento de Carreteras contenidas en el Tomo 5 del Manual de Carreteras (SOPTRAVI, 2000). (Estudio Diseño Pavimentos ALTIA-UTH, Saybe y Asociados, (2016 Pág. 6).

3.1.3. ANÁLISIS INTERNO

A continuación, se presenta la información sobre el análisis interno de la zona donde se realizará el proyecto en el municipio de La Lima, Cortés con el fin de enriquecer con información del sitio.

La ilustración 27 muestra las elevaciones del municipio de La Lima, Cortés.

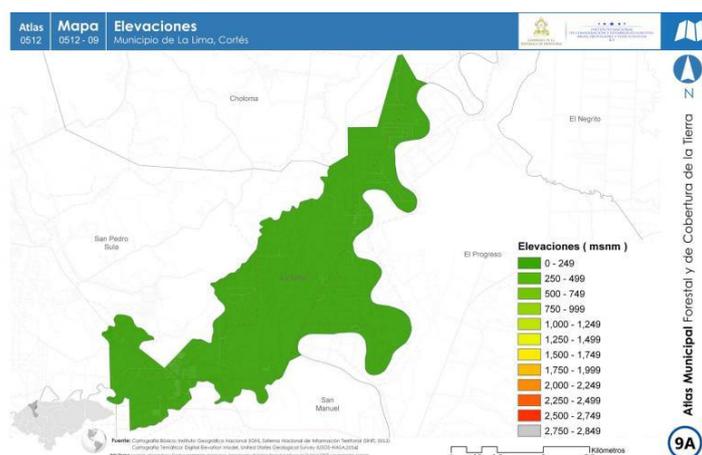


Ilustración 27-Mapa de Elevaciones Municipio de La Lima.

Fuente: Atlas Municipal

El mapa general del municipio de La Lima se muestra en el rango entre 0-240, para ser más preciso la elevación del municipio ronda los 28 msnm.

Fuente: Atlas Municipal

3.1.3.1 Información Poblacional de La Lima

La población para el año 2013 del Municipio de La Lima era de 71 910 habitantes, de los cuales 34 209 eran hombres, 37 701 mujeres; 64 684 ubicados en áreas urbanas (90 %) y 7 226 en áreas rurales (10 %). Se registraron 22 567 personas de 0 a 14 años (31.4 %); 45 044 personas de 15 a 64 años (62.6 %); y, 4 299 personas de 65 años o mayores (6%). (*Plan Municipal de Gestión de Riesgo y Propuesta de Zonificación Territorial, 2017, pág. 31*)

Según datos del Censo 2013 (INE), el municipio tenía 18 262 viviendas de las cuales 16 607 se encontraban ocupadas. De éstas, el 4 % de las viviendas se identificaron en mal estado, el 12 % no tenían acceso a servicios de agua por tubería, el 5 % sin saneamiento, el 2 % sin energía eléctrica y el 8 % en condiciones de hacinamiento. Del total de viviendas, 16 607 corresponden a áreas urbanas (aproximadamente el 91 %) y 1 655 a áreas rurales (9 %). (*Plan Municipal de Gestión de Riesgo y Propuesta de Zonificación Territorial, 2017, pág. 31*)

Con base en las proyecciones del INE se estima que al 2021 la población total de La Lima asciende a los 85987 habitantes. De ellos 40773 son hombres y 45214 son mujeres, representando el 47.42% y 52.58% respectivamente. De acuerdo con la distribución por grupos etarios, se estima que la población de niños representa un 28.2%, los adultos un 62.05% y la tercera edad un 9.75%. (*Perfil Municipal Índice de Desarrollo Municipal La Lima, Cortés, 2022, pág. 4*)

3.1.3.2 Información Geológica de La Lima

El basamento rocoso del municipio lo constituyen las rocas del Grupo Cacaguapa, principalmente de esquistos micáceos relativamente sanos (Pzm1) de bajo grado de metamorfismo. Esta unidad de rocas aflora en una pequeña parte, al NW del municipio, se caracteriza por mostrarse como rocas poco a ligeramente alteradas, con presencia de minerales de moscovita, ocasionalmente biotita. Son de color marrón, se muestran fracturados, ocasionalmente se pueden encontrar como grandes bloques desprendidos, principalmente en los taludes de las carreteras. Se consideran el basamento del Valle de Sula. (*Andino et al., 2016, pág. 34*)

La mayor parte de la superficie del municipio está constituida por depósitos sedimentarios del Cuaternario, están constituidos por gravas y cantos rodados de diversa granulometría, arenas gruesas y finas, limos y arcillas, son producto de los depósitos de los ríos Ulúa y Chamelecón. (*Andino et al., 2016, pág. 34*)

3.1.3.3 Proyectos de Pavimentación

Se ejecutó un proyecto llamado "La Lima, mi ciudad está en desarrollo" por parte de La Superintendencia de Alianza Público Privada (SAPP).

El proyecto que comprende la pavimentación con concreto hidráulico de 13 calles urbanas de este municipio del departamento de Cortés, comenzó con los trabajos en el bulevar de la colonia Oro Verde, donde el equipo técnico de la SAPP realizó la primera inspección para verificar el

avance físico de las obras y otros detalles de ingeniería. Cada una de las arterias que forma parte del mejoramiento de infraestructura vial de la ciudad, fue seleccionada estratégicamente por la municipalidad de La Lima, tomando en cuenta factores como la falta de vialidad, la necesidad de interconectar con calles principales, mejorar el acceso a escuelas o por el paso de transporte pesado, entre otros. El bulevar de la colonia Oro Verde consta de 1,010.5 metros lineales y es la primera de las 13 calles priorizadas donde se dio inicio con el proceso de pavimentación. En su totalidad se atenderán 7.6 kilómetros con una inversión de 70.9 millones de lempiras. Entre las calles que serán pavimentadas a través del proyecto se encuentra también el bulevar de la Casa de la Cultura y la calle principal de la colonia Sitraterco y de la escuela Manuel de Jesús Valencia. (SAPP, 2017, parr. 3)

3.1.3.4 Estado Actual de la Estructura de Pavimento

Al momento de realizar la visita de reconocimiento del proyecto se recolectó información en campo ya que el ingeniero municipal Julio Sánchez nos informó que no contaban con documentación escrita respecto a la estructura actual del pavimento.

La capa de rodadura de asfalto tiene un espesor de 15 cm y mediante una calicata realizada en el sitio como muestra la ilustración 93 en anexos, la capa de subbase se observó que tiene un espesor es de 20 cm.

En la ilustración 28 muestra el estado en que se encontraba la estructura del pavimento de la zona donde se está realizando el proyecto al momento de hacer la visita de reconocimiento.



Ilustración 28- Estado Actual del Pavimento.

Fuente: Propia.

En la ilustración 28 se puede observar que la capa de rodadura está en mal estado.

La ilustración 29 muestra las reparaciones que pasan haciendo en el sector de Poza los Alcaldes



Ilustración 29-Reparaciones en la Capa de Rodadura

Fuente: Propia.

Como se observa en la ilustración 29 hacen reparaciones con concreto hidráulico y al fondo han utilizado hasta adoquines para bachear.

3.2. TEORÍA DE SUSTENTO

En este apartado se presenta un conjunto de teorías que se investigó para sustentar el diseño de pavimento del proyecto para solventar la problemática en el sector Poza los Alcaldes La Lima, Cortés. Se muestra la normativa en la que se realiza el diseño estructural del pavimento que es la Norma Portland Cement Association (PCA), también como apoyo para el diseño estructural del pavimento se utiliza el Manual de Pavimento Centroamericano además de incluir apoyo de teoría de las Directrices de Aguas de San Pedro. Como sustento a los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorios se brindan las normativas ASTM D-422 que trata sobre el análisis granulométrico de los suelos por tamizados, ASTM D-4318 que brinda la información sobre la determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos. La normativa ASTM D-1557 que trata sobre Proctor Modificado y por

último la normativa ASTM D-1883 que trata sobre el ensayo de CBR. Toda esta información relevante de estudios brinda un alcance y ventajas que aportan una investigación destacada en el análisis y elaboración del diseño a presentar.

3.2.1. NORMA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION (PCA)

El contenido que se presenta a continuación es netamente sobre la normativa de Portland Cement Association (PCA) que brinda el contenido para desarrollar los cálculos para el diseño estructural del pavimento como los factores que se deberán considerar descritos en el capítulo 2 de la norma y el procedimiento de diseño mencionado en el capítulo 3, así mismo, todas las tablas que se colocarán como ilustraciones y fórmulas a utilizar provienen del documento.

3.2.1.1 Factores de Diseño

Después de seleccionar el tipo de pavimento de hormigón (pavimento simple con o sin pasa juntas, pavimento reforzado con juntas con pasa juntas, o pavimento continuamente reforzado), tipo de subbase si es necesaria, y tipo de berma (con o sin berma de hormigón, sardinel y cuneta o sardinel integral); el espesor de diseño es determinado en base a los cuatro factores siguientes:

- Resistencia del hormigón a la flexión (módulo de rotura MR).
- Resistencia de la subrasante, o subrasante y subbase combinadas (k).
- Los pesos, frecuencias, y tipos de cargas axiales de camión que el pavimento soportará.
- El periodo de diseño, que en éste y otros procedimientos usualmente es considerado como de 20 años, pudiendo ser más o menos.

Resistencia del Hormigón a la Flexión:

La resistencia del hormigón a la flexión es considerada en el procedimiento de diseño mediante el criterio de fatiga, que controla el agrietamiento del pavimento bajo las cargas repetitivas de camiones.

Las pruebas de módulo de rotura son comúnmente realizadas a los 7, 14, 28, y 90 días. Los resultados de prueba a los 7 y 14 días son comparados con los requerimientos de las especificaciones para control de trabajo y para determinar cuándo los pavimentos pueden ser abiertos al tráfico.

Los resultados del ensayo a los 28 días han sido comúnmente usados para el diseño de espesores de pavimentos de carreteras y calles, y son los recomendados para usar con este procedimiento.

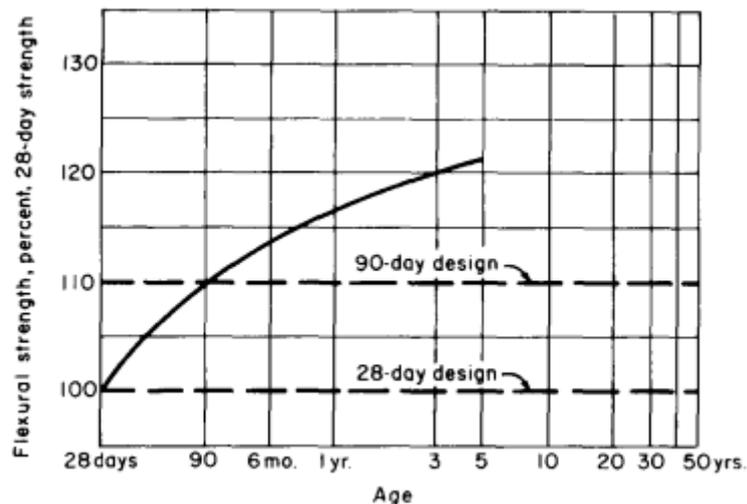


Ilustración 30-Relación entre la resistencia a la flexión y la edad diseño

Fuente: Norma PCA

El hormigón continúa adquiriendo mayor resistencia con la edad tal como muestra La ilustración 30 resistencia ganada es mostrado por la curva llena, que representa los valores MR promedio para varias series de ensayos de laboratorio, de vigas de prueba curadas en el campo y secciones de hormigón tomadas de pavimentos en servicio.

Soporte de la subrasante y subbase:

El soporte que proporciona la subrasante y la subbase, donde es usada; es el segundo factor en el diseño de espesores. El soporte de la subrasante y subbase es definido en términos del módulo de reacción de la subrasante (k) de Westergaard. Es igual a la carga en libras por pulgada cuadrada sobre un área de carga (una placa de 30-pulg. de diámetro), dividido por la deflexión en pulgadas para esa carga. Los valores de k son expresados como libras por pulgada cuadrada, por pulgada (psi/pulg), es decir como libras por pulgada cúbica (pci).

Valor k de la Subrasante pci	Valor k de la Subbase, pci			
	4 pulg.	6 pulg.	9 pulg.	12 pulg.
50	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430

Ilustración 31-Efecto de la Subbase no tratada sobre los valores k.

Fuente: Norma PCA

Los valores mostrados en la ilustración 31 están basados en los análisis de Burmister para sistemas de dos capas mediante pruebas de carga sobre placas en losas a escala natural, realizados para determinar los valores k en subrasantes y subbases.

La siguiente ilustración 32 es una tabla que brinda la Norma PCA para relacionar la clasificación del suelo y los valores de CBR.

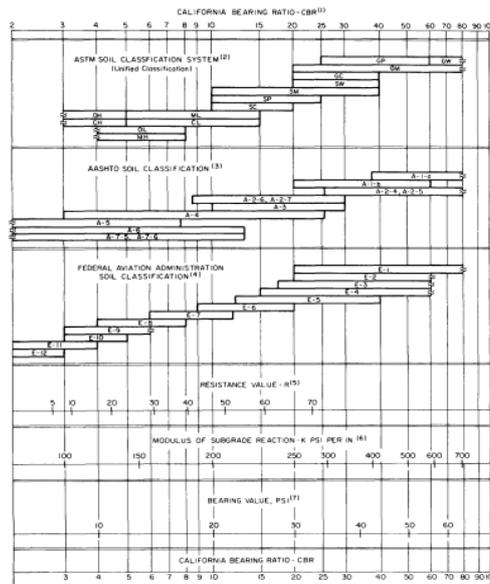


Ilustración 32- Relaciones entre las clasificaciones de suelos y los valores de soporte.

Fuente: Norma PCA

Las relaciones de ilustración 32 son satisfactorias para propósitos de diseño, puesto que la prueba de carga sobre placa requiere tiempo y es costosa, el valor de k es estimado generalmente por correlación con otros ensayos simples, tal como la Razón de Soporte de California (California Bearing Ratio-CBR) o las pruebas de valores-R. El resultado es válido

porque no se requiere la determinación exacta del valor k ; las variaciones normales para un valor estimado no afectarán apreciablemente los requerimientos de espesores del pavimento.

Periodo de diseño:

El término periodo de diseño es usado en este texto en vez de vida del pavimento, porque éste último no está sujeto a una definición precisa. Algunos ingenieros y agencias de carreteras consideran que la vida de un pavimento de hormigón finaliza cuando se coloca la primera sobre capa. La vida de los pavimentos de hormigón puede variar desde menos de 20 años en algunos proyectos con tráfico mayor de lo originalmente estimado o que han tenido defectos de diseño, materiales o construcción defectuosa; a más de 40 años en otros proyectos donde no existan defectos.

Tráfico:

La cantidad y los pesos de las cargas axiales pesadas esperadas durante la vida de diseño son los factores principales en el diseño de espesores de pavimentos de hormigón. Estos se derivan de las estimaciones de:

- Tráfico promedio diario en ambas direcciones, de todos los vehículos (average daily traffic-ADT).
- Tráfico promedio diario de camiones en ambas direcciones (average daily truck traffic-ADTT).
- Cargas axiales de camiones.

Proyección:

Un método para obtener el dato del volumen de tráfico (ADT de diseño), requiere el uso de las tasas anuales del crecimiento de tráfico y factores de proyección del tráfico.

La ilustración 33 muestra las relaciones entre las tasas anuales de crecimiento y los factores de proyección para períodos de diseño de 20 y 40 años.

Tasa anual de crecimiento de tráfico	Factor de Proyección, 20 años	Factor de Proyección, 40 años
1	1.1	1.2
1 ½	1.2	1.3
2	1.2	1.5
2 ½	1.3	1.6
3	1.3	1.8
3 ½	1.4	2.0
4	1.5	2.2
4 ½	1.6	2.4
5	1.6	2.7
5 ½	1.7	2.9
6	1.8	3.2

Ilustración 33- Tasas Anuales de Crecimiento de Tráfico y factores de Proyección.

Fuente: Norma PCA.

Con la ilustración 33 se obtiene la tasa anual de crecimiento dependiendo el periodo de diseño para el cálculo estructural del pavimento.

Para propósitos de diseño, se necesita el número de total de camiones en el periodo de diseño. Esto se obtiene mediante el producto del ADT de diseño por el porcentaje de ADTT, multiplicado por el número de días en el período de diseño (365 x cantidad de años).

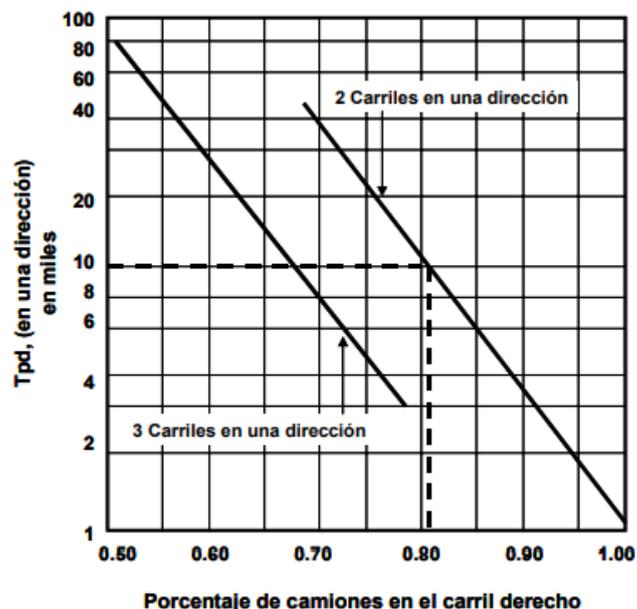


Ilustración 34- Proporción de camiones en de una carretera dividida en carriles múltiples.

Fuente: Norma PCA.

Dependiendo del Tpd que se obtenga en campo y el número de carriles vamos a obtener el porcentaje de camiones en el carril y para eso se utiliza la Ilustración 34.

Factores de Seguridad de Carga:

En el procedimiento de diseño, las cargas por eje determinadas en la sección previa son multiplicadas por un factor de seguridad de carga (Load Safety Factor LSF). Recomendándose los siguientes factores:

- Para proyectos Interestatales y otros de múltiples carriles donde el flujo de tráfico será ininterrumpido y donde habrá altos volúmenes de tráfico de camiones, LSF = 1.2.
- Para carreteras y calles arteriales donde el volumen de tráfico de camiones será moderado, LSF = 1.1.
- Para carreteras, calles residenciales, y otras que soportarán pequeños volúmenes de tráfico de camiones, LSF 1.0.

Se muestra en la siguiente ilustración 35 las cargas por eje tanto para ejes simples como para ejes tandem.

(1) Carga por eje, Kips	(2) Ejes por 1000 camiones	(3) Ejes por 1000 camiones	(4) Ejes en el periodo de diseño
Ejes Simples			
28-30	0.28	0.58	6,310
26-28	0.65	1.35	14,690
24-26	1.33	2.77	30,140
22-24	2.84	5.92	64,410
20-22	4.72	9.83	106,900
18-20	10.40	21.67	235,800
16-18	13.56	28.24	307,200
14-16	18.64	38.83	422,500
12-14	25.89	53.94	586,900
10-12	81.05	168.85	1873,000
Ejes Tandem			
48-52	0.94	1.96	21.320
44-48	1.89	3.94	42.870
40-44	5.51	11.48	124.900
36-40	16.45	34.27	372.900
32-36	39.08	81.42	885.800
28-32	41.06	85.54	930.700
24-28	73.07	152.23	1653.000
20-24	43.45	90.52	984.900
16-20	54.15	112.81	1227.000
12-16	59.85	124.69	1356.000

Ilustración 35-Datos de Carga por Eje.

Fuente: Norma PCA.

La Ilustración 35 ayuda a conocer la carga por ejes a utilizar en el periodo de diseño.

3.2.2. MANUAL DE PAVIMENTO CENTROAMERICANO

A continuación, se presenta el contenido teórico del capítulo 7 sección 7.2.2 tomado del Manual de Pavimento Centroamericano para enriquecer el procedimiento de la Norma de PCA. Describe los factores de diseño que se deben tener en cuenta al momento de realizar los cálculos para la estructura del pavimento.

El procedimiento de diseño desarrollado por PCA, establece varias condiciones, tales como:

- La transferencia de cargas, dependiendo del tipo de pavimento que se considere.
- El uso de hombros de concreto o asfaltos adheridos al pavimento, permite reducir los esfuerzos de flexión y deflexiones, producidos por las cargas de los vehículos en los bordes de las losas.
- Para reducir los esfuerzos que se producen al paso de las ruedas sobre las juntas, es necesario el uso de subbases estabilizadas, ya que estas proporcionan superficies de soporte de mejor calidad y resistencia a la erosión a causa de las deflexiones de las losas de pavimento.

Se adicionan dos criterios básicos en el diseño y son:

- Fatiga: Esta sirve para mantener los esfuerzos que se producen dentro de los límites de seguridad, ya que el paso de cargas sobre las losas del pavimento produce esfuerzos que se convierten en agrietamientos.
- Erosión: Este sirve para limitar los efectos de deflexión que se producen en los bordes de las losas, juntas y esquinas del pavimento; también para tener control sobre la erosión que se produce en la Subbase, Subrasante y los materiales que conforman los hombros.

Factores de Diseño:

Fundamentalmente para desarrollar el diseño de un pavimento rígido, es necesario conocer las condiciones del lugar para escoger el tipo de pavimento que se va a construir, así como las características de la subbase y tipo de hombros a utilizar; el procedimiento se realiza teniendo en cuenta los siguientes factores:

Resistencia a la Flexión del Concreto (Módulo de Rotura, MR)

Este valor se utiliza en el diseño, bajo el criterio de la fatiga que sufren los materiales por el paso de las cargas impuestas por los vehículos pesados, que tienden a producir agrietamiento en el pavimento.

Capacidad Soporte de la Subrasante y de la Subbase (k)

La capacidad soporte, es el valor del Módulo de Reacción (k) de la capa de apoyo de un pavimento de concreto. Este valor se puede estimar por correlación con el CBR ya que no es necesariamente indispensable tener un valor exacto de k, variaciones mayores de este valor no afectan los espesores de diseño.

En la ilustración 7 las relaciones que se muestran son suficientes para el diseño de pavimentos por este método.

Las subbases son necesarias con el objeto de prevenir el efecto de succión, pero además incrementan la capacidad soporte del pavimento, situación que se aprovecha con el objeto de poder reducir el espesor de la losa. En la ilustración 36 se puede observar cómo se incrementa el valor de k al colocar una Subbase granular.

Valor de k para subrasante		Valor de k para subbase							
		100 mm		150 mm		225 mm		300 mm	
Mpa/m	Lb/pulg ³	Mpa/m	Lb/pulg ³	Mpa/m	Lb/pulg ³	Mpa/m	Lb/pulg ³	Mpa/m	Lb/pulg ³
20	73	23	85	26	96	35	117	38	140
40	147	45	165	49	180	57	210	66	245
60	220	64	235	66	245	76	280	90	330
80	295	87	320	90	330	100	370	117	430

Ilustración 36- Efecto de la Subbase granular sobre los valores de k.

Fuente: Manual de Pavimento Centroamericano.

Este documento toma como referencia la tabla que aparece de la Norma AASHTO 93 para conocer los valores k de las subrasante y subbase.

Periodo de Diseño:

El período de diseño se considera como el período de análisis del tránsito, ya que es difícil hacer la predicción del tránsito con suficiente aproximación para un largo tiempo. Para un pavimento rígido se considera adecuado tomar 20 años como período de diseño; por lo que

el que se elija incide directamente en los espesores, ya que esto determina cuantos vehículos tendrán que circular sobre el pavimento en ese lapso. El seleccionar el período de diseño de un pavimento es función del tipo de carretera, nivel de tránsito, análisis económico y el servicio que preste.

Tránsito:

Las características principales de tránsito que se relacionan con el diseño de pavimentos rígidos son el número de pasadas de ejes y la importancia de las cargas. Las cargas más pesadas por eje que se esperan durante el período de diseño son las que definen los esfuerzos a los que va a estar sometido dicho pavimento.

Los valores de tránsito a obtener se clasifican así:

- TPD tránsito promedio diario en ambas direcciones.
- TPD-C tránsito promedio diario de vehículos pesados en ambas direcciones.
- Cargas por eje de los vehículos pesados.

El dato necesario para obtener el tránsito de diseño consiste en asumir tasas de crecimiento anual que relacionen factores de proyección; en la ilustración 8 se presenta la relación entre las tasas de crecimiento anual y los factores de proyección para períodos de 20 y 40 años, conforme las recomendaciones de PCA.

El TPD-C es un dato importante en el diseño de pavimentos, ya que incluye buses y camiones con 6 ruedas y más y excluye los vehículos que tienen hasta 4 ruedas. Es conveniente para propósitos de diseño calcular el número total de vehículos pesados esperados durante el período de diseño.

Factor de Seguridad de Carga:

Este método de diseño exige que las cargas reales esperadas se multipliquen por factores de seguridad de carga (Fsc), para lo cual se recomienda lo siguiente:

- Para vías que tiene múltiples carriles, en los cuales se espera un flujo de tráfico interrumpido con un elevado volumen de tránsito pesado, $F_{sc} = 1.2$
- Para carreteras y vías urbanas en las que el tránsito esperado es de un volumen moderado de vehículos pesados $F_{sc} = 1.1$

- Para calles residenciales y otras que soporten bajo volumen de tránsito de camiones, $F_{sc} = 1.0$

Diseño de Espesores:

En la hoja de trabajo HT – 01 que es la ilustración 37 se muestra el formato para el desarrollo del diseño y para utilizarlo se necesitan datos de entrada, factores de diseño, etc., tales como:

- Tipo de hombros y juntas
- Resistencia a la flexión del concreto y Módulo de rotura
- Módulo de reacción de la subrasante (k)
- Factor de seguridad de carga (F_{sc})
- Distribución de cargas por eje
- Número de repeticiones esperadas de las diversas cargas por eje, en el carril de diseño durante el período de diseño.
- Análisis de fatiga, para controlar el agrietamiento por fatiga
- Análisis de erosión, para control de la erosión en la fundación, los hombros, el bombeo de la subbase y el desnivel entre las losas.

Proyecto: _____

Espesor de tanteo: _____ mm Juntas con dovelas: SI ___ NO ___

Conjunto subbase subrasante: _____ Mpa/m Berma de concreto: SI ___ NO ___

Módulo de rotura, MR: _____ Mpa Período de diseño: _____ años

Factor de seguridad: _____

Carga por eje, kN	Carga por FSC, kn	Repeticiones Esperadas	Análisis por fatiga		Análisis por erosión	
			Repeticiones admisibles	Porcentaje de fatiga	Repeticiones admisibles	Porcentaje de daño
1	2	3	4	5	6	7
Ejes sencillos		8 Esfuerzo equivalente	9 Relación de esfuerzos		10 Factor de erosión	
Eje Tandem		11 Esfuerzo equivalente	12 Relación de esfuerzos		13 Factor de erosión	
Total				Total		

Ilustración 37-Hoja de Trabajo para cálculo de espesores de pavimento.

Fuente: Manual de Pavimento Centroamericano.

La ilustración 37 es una hoja de trabajo en Excel que se utiliza para calcular los espesores de pavimento.

3.2.3. DIRECTRICES DE AGUAS DE SAN PEDRO (ASP)

El contenido presentado a continuación corresponde concretamente a datos de sustento que forman parte del capítulo II. Sistema de alcantarillado pluvial de la normativa de Aguas de San Pedro (ASP)

Objetivo:

La principal finalidad de Aguas de San Pedro "ASP" es administrar de manera eficiente y competitiva el servicio de agua potable y alcantarillado sanitario de la ciudad de San Pedro Sula y sustentable en la revisión de alcantarillado para el proyecto de rediseño estructural de pavimento poza los alcaldes, La Lima, Córtes.

Condiciones Generales de la Urbanización:

Las pendientes en las calles, avenidas, pasajes deben ser tales que permitan un correcto drenaje hacia los tragantes; para este efecto debe dotarse a las arterias de bombeo central necesario para permitir el escurrimiento

Estimaciones de caudales:

Para el cálculo de los caudales a desalojar, se puede usar el método de la fórmula racional

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Ecuación 1- Fórmula método racional.

Donde

Q= Caudal en m³/s.

I= Intensidad de la precipitación en mm/h. que se obtendrá mediante curvas IDF de la estación meteorológica La Mesa en anexos.

A= Área a drenar en Ha.

C= Coeficiente de escorrentía ponderado, a calcularse de acuerdo con la zona.

En el caso de que el tiempo de concentración (Tiempo de entrada + Tiempo de flujo) sea menor a 15 minutos se usará este como Tiempo mínimo de concentración.

Para el cálculo del tiempo de concentración se usará la siguiente fórmula:

$$T_c = \frac{0.06628 * L^{0.77}}{s^{0.385}}$$

Ecuación 2- Fórmula de tiempo de concentración de Kirpitch.

Donde.

T_c= Tiempo de concentración en horas.

L= Distancia al punto tributario más lejano en metros.

s= Pendiente entre mínima y máxima elevación m/m.

Para el cálculo del valor C ponderado, deberá de hacerse uso de las siguientes cantidades como valores de coeficiente de escorrentía (C), dependiendo éste del tipo de suelo o superficie, según la ilustración siguiente:

Tipo de Superficie	Coficiente de Escorrentia
Calles de Concreto	0.80 a 0.95
Calles de Asfalto	0.70 a 0.95
Calles de Adoquines	0.70 a 0.85
Techos Impermeables	0.75 a 0.95
Aceras (Paseos Pavimentados)	0.75 a 0.85
Caminos en Macadam	0.25 a 0.50
Caminos en Grava	0.15 a 0.30
Césped, Suelo Arcillosos	0.15 a 0.45
Césped, Suelo Arenoso	0.05 a 0.35
Bosques	0.10 a 0.25

Ilustración 38- Tabla de coeficiente de escorrentía (c).

Fuente: Normativa ASP

La Ilustración 38- Tabla de coeficiente de escorrentía (c) es una tabla en donde están los diferentes tipos de pavimentos utilizados en honduras así mismo si son suelos naturales.

3.2.4. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO NORMA ASTM D-422

Esta norma describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (N° 200).

Objetivos:

- La determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo.
- Determinar la curva granulométrica, coeficiente de curvatura, coeficiente de uniformidad, distribución, % de grava, arena y finos.

Procedimiento:

- 1) La muestra original de suelo conteniendo partículas de varios tamaños se seca al horno y se determina su masa total seca.
- 2) Se reducen los terrones de la muestra a tamaños de partículas elementales con un mazo de goma.
- 3) Este material se emplea para realizar la granulometría gruesa vertiendo el suelo a través de los tamices: 3", 2 ½", 2", 1 ½", 1", ¾", 3/8" y #4 colocados de mayor a menor ubicando al final el fondo.
- 4) Luego se tamiza el material colocándolo en el agitador mecánico 15 minutos con movimiento vertical y 15 minutos con movimiento horizontal. Si no se cuenta con agitadores mecánicos se tamiza manualmente durante 30 minutos.
- 5) Se recupera el material retenido en cada matiz asegurándose manualmente de que las partículas hayan sido retenidas en cada tamiz (pueden realizarse en forma individual o en forma acumulada). El suelo que se encuentra en el fondo se pesa siempre individualmente.
- 6) Se procede a cuartear para obtener una mezcla que pese unos 300 gr con la cual se realizara la granulometría fina.
- 7) La muestra obtenida del cuarteo se pesa y se lava sobre el tamiz #200 para eliminar el contenido menor a ese tamaño.

3.2.5. LIMITES DE ATTERBERG NORMA ASTM D-4318

Objetivo:

La determinación del límite líquido, límite plástico y el índice de plástico y el índice de los suelos

Procedimiento para la determinación del límite líquido:

- 1) Inspeccionamos que la Copa de Casagrande para determinar el Limite Liquido estuviera en buen estado. Copa de Casagrande: Aparato de dimensiones normalizadas consiste en una copa de bronce que, con un sistema de rotación, cae libremente desde 10 mm sobre una base de goma normalizada.
Llenando la copa con mezcla homogénea de suelo con agua. El llenado horizontal se hace hasta que se forme una superficie horizontal.
- 2) Se forma una ranura en la copa con la mezcla, manteniendo perpendicular el acanalador a la superficie de la copa de bronce.
- 3) Se hace rotar la manivela a una velocidad constante de 2 vueltas por segundo. Se cuenta el número de golpes necesarios para cerrar la ranura en una longitud de 13 mm.
- 4) Desde la zona en que se cerró la zanja, se extraen 20 gramos del suelo para determinar su humedad.
- 5) Las operaciones anteriores habría que repetirse por lo menos para dos porciones adicionales en la muestra, añadiendo agua hasta que el suelo tenga una consistencia que el número de golpes requeridos para cerrar la ranura estará arriba de 25 golpes y debajo de 25. El número debe ser menor que 35 y exceder los 15.
- 6) El contenido de agua del suelo se expresará como su contenido de humedad, en porcentaje del peso del suelo secado al horno.
- 7) Dibujar una gráfica en papel semilogarítmico colocando en las abscisas el número de golpes y en las ordenadas de 25 golpes se notará como límite liquido del suelo y se indicará redondeándolo al número más próximo.

Procedimiento para la determinación del límite plástico:

- 1) Se toma aproximadamente la mitad de la muestra que se usó en el límite liquido de la copa de Casagrande, procurando que tenga una humedad uniforme cercana a la humedad óptima, amasarlo con la mano y rodarlo sobre una superficie limpia y lisa, como una hoja de papel o un vidrio hasta formar pequeños cilindros de 3mm de diámetro y de 15 a 20 cm de largo.
- 2) Se amasa la tira y se vuelve a rodar, repitiendo la operación tantas veces como se necesite para reducir, gradualmente, la humedad por evaporación, hasta que el cilindro se empiece a endurecer.

- 3) El límite plástico se alcanza cuando el cilindro se agrieta al ser reducido a 3mm de diámetro.
- 4) Inmediatamente se divide en proporciones y se ponen los pedazos en dos taras.
- 5) Se pesan en la balanza de 0.01 gr., y se registra su peso luego introduce la muestra en el horno por un periodo aproximado de 24 horas y se determina su peso seco.
- 6) Con los datos anteriores se calcula el contenido de agua en porcentaje. Si la diferencia de los dos % no es mayor que 2% se promedian y en caso contrario se repite el ensayo. El promedio es el valor en porcentaje del límite plástico

3.2.6. PROCTOR MODIFICADO NORMA ASTM D-1557

Objetivo:

Desarrollar y realizar los cálculos e iteraciones requeridos para obtener los datos de densidad máxima, densidad seca y humedad óptima.

Procedimiento:

- 1) Realizar cuarteo para obtener una muestra representativa y de acuerdo con el método puede ser de 3, 5, 7 y 12 kg.
- 2) De la muestra ya preparada se esparce agua en cantidad tal que la humedad resulte un poco menor del 10% y si el material es arenoso es conveniente ponerle una humedad menor.
- 3) Seguidamente se revuelve completamente el material tratando que el agua agregada se distribuya uniformemente luego pesar el molde cilíndrico
- 4) A continuación, la muestra preparada se coloca en el molde cilíndrico en cinco capas, llenándose en cada capa aproximadamente 1/3 de su altura y se compacta cada capa de la manera siguiente
- 5) Se coloca el pistón de compactar con su guía, dentro del molde; se eleva el pistón hasta que alcance la parte superior y se suelta permitiendo que tenga una caída libre de 30 cm. Se cambia de posición la guía, se levanta y se deja caer nuevamente el pistón. Se repite el procedimiento cambiando de lugar la guía de manera que son 25 golpes cubra la superficie. Esta operación de compactación se repite en las tres capas de material.
- 6) Al terminar la compactación de las tres capas, se quita la extensión y con una regla metálica se enraza la superficie de la muestra a nivel superior del cilindro.

- 7) Seguidamente con ayuda de un extractor de muestra se saca el material del molde y de la parte central del espécimen se toman aproximadamente 10 gr y se pesa en la balanza anotando así su peso húmedo.
- 8) Continuando se deposita el material en el horno a una temperatura de 100 a 100°C por un periodo de 24 horas, transcurrido este periodo se puede determinar el peso seco. El material acabado se desmenuza y se le agrega agua hasta obtener un contenido de humedad del 4 al 8% mayor al anterior.
- 9) Se repiten los pasos de 2 al 9 hasta obtener un número de resultados que permitan trazar una curva cuya cúspide corresponderá a la máxima densidad para una humedad optima.

3.2.7. C.B.R. NORMA ASTM D-1883

El procedimiento mostrado sobre el ensayo de C.B.R. se tomó del manual de ensayo MTC E 132-2000

Objetivo:

Describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es muy conocido, como CBR (California Bearing Ratio). El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno.

Procedimiento:

- 1) Preparación de la Muestra: Se procede como se indica en las normas mencionadas (Relaciones de peso unitario-humedad en los suelos, con equipo estándar o modificado). Cuando más del 75 % en peso de la muestra pase por el tamiz de 19.1 mm (3/4"), se utiliza para el ensayo el material que pasa por dicho tamiz. Cuando la fracción de la muestra retenida en el tamiz de 19.1 mm (3/4") sea superior a un 25% en peso, se separa el material retenido en dicho tamiz y se sustituye por una proporción igual de material comprendido entre los tamices de 19.1 mm (3/4") y de 4.75 mm (No. 4), obtenida tamizando otra porción de la muestra.
- 2) Se determina la humedad óptima y la densidad máxima por medio del ensayo de compactación elegido. Se compacta un número suficiente de especímenes con variación

en su contenido de agua, con el fin de establecer definitivamente la humedad óptima y el peso unitario máximo. Dichos especímenes se preparan con diferentes energías de compactación. Normalmente, se usan la energía del Proctor Estándar, la del Proctor Modificado y una Energía Inferior al Proctor Estándar. De esta forma, se puede estudiar la variación de la relación de soporte con estos dos factores que son los que la afectan principalmente. Los resultados se grafican en un diagrama de contenido de agua contra peso unitario.

- 3) Conocida la humedad natural del suelo, se le añade la cantidad de agua que le falte para alcanzar la humedad fijada para el ensayo, generalmente la óptima determinada según el ensayo de compactación elegido y se mezcla íntimamente con la muestra.
- 4) Elaboración de especímenes: se pesa el molde con su base, se coloca el collar y el disco espaciador y, sobre éste, un disco de papel de filtro grueso del mismo diámetro. Una vez preparado el molde, se compacta el espécimen en su interior, aplicando un sistema dinámico de compactación (ensayos mencionados, ídem Proctor Estándar o Modificado), pero utilizando en cada molde la proporción de agua y la energía (número de capas y de golpes en cada capa) necesarias para que el suelo quede con la humedad y densidad deseadas. Es frecuente utilizar tres o nueve moldes por cada muestra, según la clase de suelo granular o cohesivo, con grados diferentes de compactación. Para suelos granulares, la prueba se efectúa dando 55, 26 y 12 golpes por capa y con contenido de agua correspondiente a la óptima. Para suelos cohesivos interesa mostrar su comportamiento sobre un intervalo amplio de humedades. Las curvas se desarrollan para 55, 26 y 12 golpes por capa, con diferentes humedades, con el fin de obtener una familia de curvas que muestran la relación entre el peso específico, humedad y relación de capacidad de soporte.
- 5) Terminada la compactación, se quita el collar y se enrasa el espécimen por medio de un enrasador o cuchillo de hoja resistente y bien recta. Cualquier depresión producida al eliminar partículas gruesas durante el enrase, se rellenará con material sobrante sin gruesos, comprimiéndolo con la espátula.
- 6) Se desmonta el molde y se vuelve a montar invertido, sin disco espaciador, colocando un papel filtro entre el molde y la base. Se pesa.
- 7) Inmersión. Se coloca sobre la superficie de la muestra invertida la placa perforada con vástago, y, sobre ésta, los anillos necesarios para completar una sobrecarga tal, que

produzca una presión equivalente a la originada por todas las capas de materiales que hayan de ir encima del suelo que se ensaya, la aproximación quedará dentro de los 2,27 kg (5,5 lb) correspondientes a una pesa. En ningún caso, la sobrecarga total será menor de 4,54 kg (10 lb).

- 8) Se toma la primera lectura para medir el hinchamiento colocando el trípode de medida con sus patas sobre los bordes del molde, haciendo coincidir el vástago del dial con el de la placa perforada. Se anota su lectura, el día y la hora. A continuación, se sumerge el molde en el tanque con la sobrecarga colocada dejando libre acceso al agua por la parte inferior y superior de la muestra. Se mantiene la probeta en estas condiciones durante 96 horas (4 días) "con el nivel de agua aproximadamente constante. Es admisible también un período de inmersión más corto si se trata de suelos granulares que se saturan de agua rápidamente y si los ensayos muestran que esto no afecta los resultados.
- 9) Al final del período de inmersión, se vuelve a leer el deformímetro para medir el hinchamiento. Si es posible, se deja el trípode en su posición, sin moverlo durante todo el período de inmersión; no obstante, si fuera preciso, después de la primera lectura puede retirarse, marcando la posición de las patas en el borde del molde para poderla repetir en lecturas sucesivas. La expansión se calcula como un porcentaje de la altura del espécimen.
- 10) Después del periodo de inmersión se saca el molde del tanque y se vierte el agua retenida en la parte superior del mismo, sosteniendo firmemente la placa y sobrecarga en su posición. Se deja escurrir el molde durante 15 minutos en su posición normal y a continuación se retira la sobrecarga y la placa perforada. Inmediatamente se pesa y se procede al ensayo de penetración según el proceso del numeral siguiente.
- 11) Penetración: se aplica una sobrecarga que sea suficiente, para producir una intensidad de carga igual al peso del pavimento (con ± 2.27 kg de aproximación) pero no menor de 4.54 kg (10 lb). Para evitar el empuje hacia arriba del suelo dentro del agujero de las pesas de sobrecarga, es conveniente asentar el pistón luego de poner la primera sobrecarga sobre la muestra, llévese el conjunto a la prensa y colóquese en el orificio central de la sobrecarga anular, el pistón de penetración y añade el resto de la sobrecarga si hubo inmersión, hasta completar la que se utilizó en ella. Se monta el dial medidor de manera que se pueda medir la penetración del pistón y se aplica una carga de 50N (5 kg) para que el pistón asiente. Seguidamente se sitúan en cero las agujas de los diales medidores, el del anillo

dinamométrico, u otro dispositivo para medir la carga, y el de control de la penetración. Para evitar que la lectura de penetración se vea afectada por la lectura del anillo de carga, el control de penetración deberá apoyarse entre el pistón y la muestra o molde.

- 12) Se aplica la carga sobre el pistón de penetración mediante el gato o mecanismo correspondiente de la prensa, con una velocidad de penetración uniforme de 1.27 mm (0.05") por minuto. Las prensas manuales no preparadas para trabajar a esta velocidad de forma automática se controlarán mediante el deformímetro de penetración y un cronómetro.
- 13) Finalmente, se desmonta el molde y se toma de su parte superior, en la zona próxima a donde se hizo la penetración, una muestra para determinar su humedad.

3.2.8. GEOMEMBRANAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

El contenido presentado a continuación corresponde concretamente a datos de sustento que forman parte de página TEX DELTA en el blog de información sobre los geotextiles y tejidos técnicos para la construcción.

Las geomembranas es el geo-sintético que separa la estructura de pavimento y el terreno natural, evitando su mezcla, con lo que se mantiene intacta la capacidad soportante y se consigue un alto grado de compactación. además, controla la humedad excesiva del terreno natural, evitando la migración de finos y aumentando así el grado de consolidación.

El uso de los geo-sintéticos en las construcciones de carreteras se ha visto incrementando en las últimas décadas debido a las múltiples ventajas que ofrecen como la facilidad de instalación, el reducido costo que conlleva su adquisición, la generación de un menor impacto en el medio ambiente, así como la comprobada calidad y durabilidad de las carreteras.

3.2.8.1. *Aplicaciones de la geomembrana en pavimentos*

La principal causa en la degradación de los pavimentos y caminos corresponde con la contaminación de la base de agregado y la perdida resultante de la resistencia. En el momento en el que se coloca un agregado sobre una subrasante, se contamina la capa inferior, así que, con el paso del tiempo, las cargas de tráfico y la vibración hunden progresivamente el pavimento. En zonas con humedades, el tráfico causa el bombeo de finos de las subrasantes

débiles hacia la capa del agregado. Todas las condiciones hacen que la vida útil de las carreteras se acorte.

Entre sus aplicaciones tenemos:

- 1) Separación: Los geosintéticos actúan separando dos capas del suelo con diferentes distribuciones de partículas. Por ejemplo, en obras con baja capacidad portante, el papel del geo sintético será el de prevenir que los materiales de base se infiltren en suelos blandos de estratos subyacentes.
- 2) Filtración y Control de Erosión. Estos materiales funcionan al igual que el filtro de arena de forma que permite el movimiento del agua a través del suelo y reteniendo aquellas partículas traídas por el flujo. Por ejemplo, los geotextiles no tejidos son una solución perfecta a la hora de evitar la erosión del suelo en terraplenes y costas.
- 3) Drenajes. El material geo sintético permite el paso del agua y evita la acumulación de grandes cantidades de depósitos subterráneos bajo de explanaciones etc.
- 4) Refuerzo. Los geosintéticos actúan como elemento de refuerzo dentro de la masa del suelo o en combinación con el propio suelo que mejora la resistencia y deformación. Por ejemplo, el uso del geotextil en los pavimentos de las carreteras impide la degradación provocada por el continuo soporte de cargas de tráfico.
- 5) Protección. La instalación de los geos sintéticos reduce la degradación de pavimentos protegiéndolos de roturas o punzamientos por elementos como raíces, elementos cortantes, etc. presentes en el pavimento.

3.2.9. USO DE MATERIAL DE RÍO PARA ESTABILIZAR SUELO

El contenido presentado a continuación corresponde a datos de sustento que forman parte de Especificaciones de Construcción de Saybe y Asociados sobre estabilizar suelos con material de río.

El uso de este material será para estabilizar zonas con alto nivel freático, contenido de humedad o sobre suelos con contenido orgánico.

Materiales

Consiste de material granular de río, resistente, de buena dureza y libre de cualquier impureza,

como materia orgánica, limo o arcilla. El tamaño máximo de este material está sujeto a un tercio del tamaño de la capa de relleno, pero en ningún caso será mayor de 25 centímetros (10").

Procedimiento Constructivo

Después de hecha la excavación y el retiro del material inestable se procederá a colocar el material granular en capas no mayores de treinta (30) centímetros, debiendo ser acomodado con el equipo adecuado para esta labor.

Control de Calidad

El Ingeniero Supervisor después de verificar la calidad del material, autorizará el uso del propuesto por el Contratista.

3.2.10. ALCANCE

La teoría de sustento presentada anteriormente permite desarrollar el diseño geométrico y estructural del proyecto, brindando información técnica como tablas, fórmulas y todos los recursos para cumplir con los objetivos que requiere el actual proyecto de diseño de pavimento. Las teorías de sustento se consideran referencias de múltiples conocimientos que guían al proceso de realizar los cálculos necesarios para el mejoramiento y construcción de una carretera. Teniendo proyectos de micro y macroentorno que fueron realizados bajo la norma de PCA es una guía que sirve para relacionar esos proyectos con el actual proyecto. Por último, esta teoría ayuda a comprender conceptos complejos al momento de elaborar el diseño.

3.2.11. VENTAJAS

- Brinda los factores de diseño que se deben tener en cuenta al momento de realizar el diseño de pavimento.
- Proporciona tablas y fórmulas que se necesitan para realizar los cálculos.
- Brinda un paso a paso, los equipos y los materiales que se deben utilizar para realizar los ensayos de laboratorio.
- La Norma PCA brinda ejemplos de cómo utilizar las tablas y fórmulas.

- La teoría de sustento presentada nos permite prevenir cometer errores al momento de hacer los cálculos y diseño.

3.3. MARCO CONCEPTUAL

A continuación, se presenta un listado de terminologías, con su respectivo significado las cuales serán utilizadas a lo largo del estudio, para así lograr entender de mejor manera la información brindada en el proceso.

- 1) Carretera: "Infraestructura del transporte cuya finalidad es permitir la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad. Puede estar constituida por una o varias calzadas, uno o varios sentidos de circulación o uno o varios carriles en cada sentido, de acuerdo con las exigencias de la demanda de tránsito y la clasificación funcional de la misma" (INVÍAS, 2018, pág. 2).
- 2) Carril: "Es una franja longitudinal que forma parte de la calzada, Si son varias, suelen estar delimitados por marcas viales, con una anchura suficiente para el paso de vehículos que van desde motocicletas hasta automóviles de gran tamaño" (*Partes de una carretera*, s.f., párr. 2).
- 3) Calzada: "Es la parte de la carretera que está destinada a la circulación de automóviles y que, dependiendo de su tamaño, puede estar compuesta de uno o varios carriles" (*Partes de una carretera*, s.f., pág. 2).
- 4) Derecho de vía: "Se define como la franja de terreno que se requiere para la constitución, conservación, ampliación, protección y en general para el uso adecuado de una vía de comunicación, carretera y sus servicios auxiliares" (*El impacto del derecho de vía en el desarrollo de infraestructura*, 2016, párr. 6).
- 5) Pintura de tráfico: "Son productos especialmente elaborados para resistir la abrasión y el tráfico vehicular, condiciones inherentes a la vida de cualquier vía de comunicación. Se utilizan normalmente para la demarcación horizontal de pavimentos y para la orientación del tráfico vehicular y peatonal" (*Seguridad vial: Pinturas de tráfico*, 2014, párr. 2).
- 6) Vialitas: "Son dispositivos que tienen elementos retro reflejantes, dispuestos de tal forma que al incidir en ellos la luz proveniente de los faros de los vehículos se refleje hacia los

ojos del conductor en forma de un haz luminoso. Se colocan sobre la superficie de rodamiento o sobre estructuras, con el fin de incrementar la visibilidad de las marcas durante la noche y en condiciones climáticas adversas" (*CTR. Construcción: Señalamiento y Dispositivos de Seguridad*, 2000, pág.1).

- 7) Grietas: "Son causadas por el deterioro del pavimento. Obviamente, el pavimento es mejor cuando se construye por primera vez. A medida que la luz del sol oxida el pavimento y los cambios de temperatura estacionales se expanden y contraen el pavimento" (*Soluciones de pavimento para grietas y juntas (menos de 1.5" de ancho)*, s.f., pág. 1).
- 8) Juntas de contracción: "Son las que controlan las grietas transversales ocasionadas por los esfuerzos de tracción originados en la retracción del concreto. Así mismo controlan las grietas causadas por el alabeo del pavimento" (*Juntas en pavimentos de concreto: mayor durabilidad y vida de servicio*, 2022, párr. 2).
- 9) Junta de construcción: "Se utilizan en juntas transversales cuando se debe detener la construcción de la placa por finales de fundida o en juntas longitudinales como la separación del carril. El diámetro, la longitud y el espaciamiento de las juntas de construcción en las juntas transversales, se deben especificar con los mínimos criterios de diseño de las juntas transversales de contracción" (*Juntas en pavimentos de concreto: mayor durabilidad y vida de servicio*, 2022, párr. 2).
- 10) Pavimento: "Es una estructura heterogénea de suelos y rocas naturales, que el ingeniero toma, procesa y transforma, para formar capas resistentes que, en su conjunto, soporten cargas que le transmitirán los vehículos y sujetas a los agentes naturales de la región, durante toda su vida útil de servicio" (*Pavimentos rígidos ó flexibles, concreto vrs asfalto, dilema en infraestructura de vías terrestres*, s. f., párr. 1).
- 11) Levantamiento topográfico: "El levantamiento topográfico es un estudio técnico y descriptivo de un terreno, examinando la superficie terrestre en la cual se tienen en cuenta las características físicas, geográficas y geológicas del terreno, pero también sus variaciones y alteraciones, se denomina a este acopio de datos o plano que refleja al detalle y sirve como instrumento de planificación para edificaciones y construcciones" (*¿En qué consiste un levantamiento topográfico?* | *Instituto Geográfico Agustín Codazzi*, s. f., párr. 1).
- 12) Periodo de diseño: "Lapso durante el cual una obra o estructura puede funcionar sin ampliaciones o mejoramientos significativos en el sistema, y en el caso de sistemas de agua

potable y alcantarillado, que estos sean capaces de suministrar un buen servicio a la comunidad durante un tiempo suficientemente largo en condiciones adecuadas en su diseño, así mismo que el sistema provea confiabilidad y economía" (04-NORMAS Y PROCEDIMIENTO DE DISEÑO.pdf, s. f., párr.1).

- 13) Relleno: "Es la colocación de materiales seleccionados o no, en excavaciones hechas para estructuras, obras de drenaje y subdrenaje, cuñas de terraplenes contiguos a estructuras, así como en trincheras estabilizadoras." (CTR. Construcción: Conceptos de obra, s. f., pág. 1).
- 14) Rasante: "Es la proyección vertical del desarrollo del eje de la superficie de rodadura de la vía" (INVÍAS, 2018, párr. 6).
- 15) Subrasante: "Corresponde a la capa de suelo natural perfilada luego de la excavación, a fin de agregar posteriormente las capas superiores de suelo mejorado y la solución de pavimento." (Estándares Técnicos - Preparación de la Subrasante, s. f., párr. .1).
- 16) Subbase: "Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además, se utiliza como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. Dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del, esta capa puede obviarse. Esta capa puede ser de material granular (CBR>40%) o tratada con asfalto, cal o cemento" (Pautas_Pavimentos.pdf, s. f., párr. 13).
- 17) Concreto hidráulico: "Es un tipo de concreto utilizado ampliamente en la industria de la construcción, gracias a que aporta rendimiento a las obras en términos de resistencia, producción y duración. Está hecho de cemento, agua, arena, grava y otros componentes dependiendo del proyecto" («Pavimentos en concreto hidráulico», 2020, párr.2).
- 18) Pavimento rígido: "Consiste básicamente en una losa de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o subbase. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de rueda, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante" («CONCEPTOS BÁSICOS DE PAVIMENTO RÍGIDO», 2019, párr.1).
- 19) CBR (California Bearing Ratio): "Es un parámetro del suelo que cuantifica su capacidad resistente como subrasante, subbase y base en el diseño de pavimentos. Es un ensayo empírico que se efectúa bajo condiciones controladas de humedad y densidad" (Córdova, 2015, párr.3)

- 20) Granulometría: "Es la medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica con fines de análisis tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas" (*Granulometría. SAIT. Universidad Politécnica de Cartagena, s. f., párr. 1*).
- 21) Límites de Atterberg: "Pueden definirse como los límites de los contenidos de humedad que caracterizan los cuatro estados de consistencia de un suelo de grano fino: estado sólido, estado semisólido, estado plástico y estado semilíquido o viscoso" (*Límites de Atterberg. Definición, descripción de los ensayos e interpretación, 2018, párr.1*).
- 22) Proctor Modificado: "Se emplea para determinar la relación densidad seca – humedad de compactación de los materiales a utilizar en explanadas y en capas de firmes, y como referencia para el control de calidad de la compactación en obra. Se emplea para determinar la relación densidad seca – humedad de compactación de los materiales a utilizar en explanadas y en capas de firmes, y como referencia para el control de calidad de la compactación en obra" (*LCweb - Ensayo Compactación Proctor Modificado, s. f., párr.1*).
- 23) TPD (Transito promedio diario): "Tiene como objetivo realizar una caracterización del tránsito vehicular en los puntos de ingreso y salida del municipio; insumo que servirá para el desarrollo de diferentes proyectos de infraestructura en la zona de influencia como la realización de nueva vía o la ampliación de una existente" («Tránsito Promedio Diario - Intransito Líderes a nivel nacional», s. f., pág. 1).
- 24) Tránsito vehicular: "Es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista. Antes de cualquier diseño geométrico de una vía se deben conocer las características del tránsito que va a ocupar esa carretera o calle" (*A4.pdf, s. f., pág.1*).
- 25) Señalización: "Responde a la necesidad de organizar y brindar seguridad en caminos, calles, pistas o carreteras. La vida y la integridad de quienes transitan por dichas vías dependen de lo que la señalización indique, de la atención que se le preste y de la responsabilidad de asumir lo que ordenen" (*Dextre, s. f., pág. 1*).
- 26) Tragante "Son estructuras, que tienen como función la captura de las aguas lluvias que transportan los elementos de conducción superficiales. Constan normalmente de una cámara o caja de almacenamiento y de la boca de entrada por la cual penetra el agua lluvia" (*CAJA TRAGANTE, s. f. párr.1*)

3.4. MARCO LEGAL

A continuación, se presenta el marco legal, el cual compone de un artículo de la Ley de Municipalidades para cumplir con todas las normas establecidas para la realización de la obra

LEY DE MUNICIPALIDADES

“DECRETO NUMERO 139-90”

EL CONGRESO NACIONAL

ARTICULO 13.- (Según reforma por Decreto 48-91 en los numerales 1,2,4,6,8,11,16,17 y 18)

Las municipalidades tienen atribuciones siguientes:

- 1) Elaboración y ejecución de planes de desarrollo del municipio;
- 2) Ornato, aseo e higiene municipal;
- 3) Construcción de redes de distribución de agua potable, alcantarillado para aguas negras y alcantarillado pluvial, así como su mantenimiento y administración;
- 4) Construcción y mantenimiento de vías públicas por sí o en colaboración con otras entidades.

Considerando que es deber primordial del Gobierno de la República, velar por la seguridad del pueblo, con el objetivo de promover el bienestar y desarrollo económico del país y que, para lograr esta meta, sin fines lucrativos, lograr el acceso seguro y viable para el servicio de los pobladores de la comunidad de La Lima, Cortés.

Que, para lograr un aprovechamiento económico y efectivo del rediseño de pavimento en el sitio, se hace necesario que la preparación de los proyectos, la ejecución y mantenimiento de las obras requeridas, estén a cargo de un organismo central, técnica y administrativamente capacitado.

IV.METODOLOGÍA

En esta sección se describe cómo se llevó a cabo la metodología de investigación del proyecto, para lo que se establece el tipo de enfoque entre las opciones de cuantitativo, cualitativo o mixto, la definición de las variables independientes y variables dependientes. instrumentos y softwares utilizados para la recolección de los datos a examinar en el proyecto, la metodología de estudio de estos datos y el cronograma de trabajo para llevar a cabo las actividades necesarias para la realización del proyecto.

4.1. ENFOQUE

Para llegar a los objetivos planteados se realizó un conjunto de asignaciones como ser la ubicación del caso de estudio, recolección de datos, análisis correspondientes y resultados.

El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica.(Hernández, 2014, p. 4)

En este sentido, el presente proyecto tiene un enfoque cuantitativo, ya que del presente diseño se obtendrán datos numéricos con los cuales se realizarán las conclusiones y recomendaciones para la construcción del nuevo pavimento en el sector Poza los Alcaldes.

4.2. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

A continuación, en la tabla 1 se muestran las variables independientes y la variable dependiente de investigación del proyecto, dichas han sido formuladas a partir de las preguntas de investigación y los objetivos específicos.

Tabla 1- Tabla de Variables de Operacionalización

Título		"Rediseño Estructural de Pavimento en Poza los Alcaldes, La Lima, Cortés, 2023"			
Problema	Objetivo General	Preguntas de Investigación	Objetivos Específicos	Variable Independiente	Variable Dependiente
¿Cuáles serán las propiedades geométricas y estructurales que deberá tener la estructura del pavimento del sector Poza los alcaldes en La Lima, Cortés, que cumpla con la evacuación del agua pluvial y resista la circulación diaria de vehículos?	Rediseñar la estructura de pavimento del sector Poza los Alcaldes, La Lima, Cortés, mediante la normativa de la Portland Cement Association (PCA) y revisión del sistema de drenaje pluvial mediante la normativa de Aguas de San Pedro (ASP), permitiendo la obtención de los resultados técnicos que significarán la respuesta a los requerimientos del municipio	1) ¿Cuáles son las características topográficas del sitio donde se realizará el proyecto?	Realizar un levantamiento topográfico preciso de la zona Poza los Alcaldes, La Lima, Cortés.	Topografía	Rediseño Estructural de Pavimento en Poza los alcaldes, La Lima, Cortés, 2023
		2) ¿Cuál es la estratificación del suelo y su geología local?	Identificar la estratificación del suelo donde se realizará el proyecto mediante exploraciones de suelo y ensayos de laboratorio	Estratificación del suelo	
		3) ¿Qué característica tendrá el pavimento según la resistencia del suelo y el tráfico promedio diario?	Rediseñar la estructura del pavimento mediante la normativa de La Portland Cement Association (PCA)	Diseño estructural	
		4) ¿Cuál será el costo que tendrá la construcción de la nueva Estructura de Pavimento en la zona de Poza los alcaldes, La Lima, Cortés, 2023?	Preparar los planos y presupuesto para la reconstrucción de la Estructura de Pavimento en el sector Poza los alcaldes, La Lima, Cortés.		

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.1. DIAGRAMA DE LAS VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN

Como resultado de la tabla 1, se presenta el diagrama de las variables de operacionalización, el cual se divide en las dimensiones que son las unidades medibles en las que se obtienen las variables independientes y la variable dependiente, en donde se resume el producto final del proyecto.

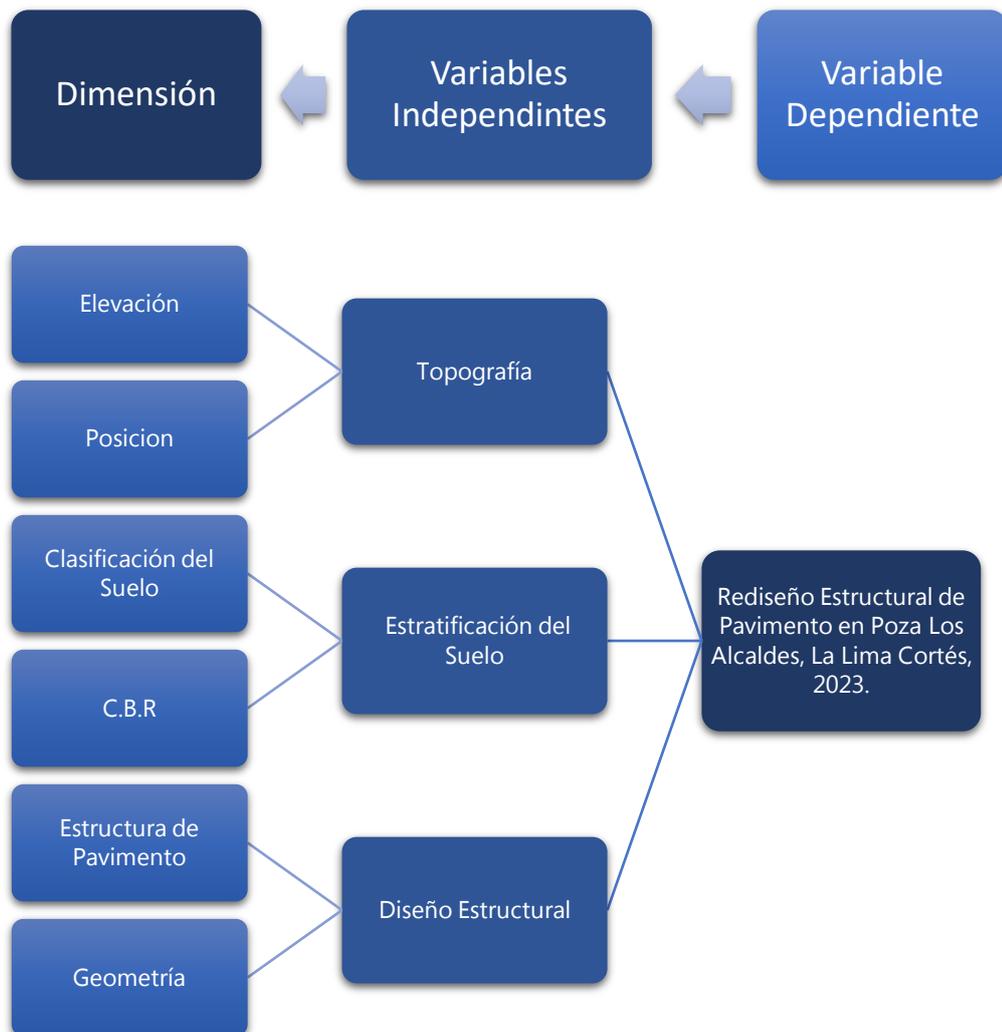


Ilustración 39- Diagrama de Operacionalización de Variables.

Fuente: Propia.

4.2.2. TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN

La tabla de operacionalización de variables muestra la definición de las variables independientes, como conceptual y operacional, las dimensiones de cada variable, indicadores, ítems es decir las preguntas a las que se debe responder con cada dimensión planteada de las variables y unidades con escala bajo las cuales se califican las variables dependiendo de si cumple o no con los requisitos planteados en la misma tabla.

Tabla 2- Tabla de Operacionalización de Variables

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Unidad	Escala
Topografía	Conjunto de particularidades que presenta un terreno en su configuración superficial.	Levantamiento de la geometría actual de la estructura de pavimento	Elevación	Niveles	¿Qué elevación tienen las rasantes de calle?		msnm
			Ubicación	X	¿Qué posición horizontal tiene el punto medido?		m
				Y	¿Qué posición vertical tiene el punto medido?		m
			Bancos de Nivel	Coordenadas	¿Cuál es la coordenada de los bancos de nivel?		UTM
Estratificación de suelo	La estratificación del suelo es la forma en la cual los sedimentos del suelo se acumulan unos sobre otros, en capas sucesivas.	Indica las características y propiedades ingenieriles del suelo explorado en sitio	Clasificación de Suelos	Granulometría	¿Cuál es el porcentaje pasado del tamiz No.4?		%
					¿Cuál es el porcentaje pasado del tamiz No.10?		%
					¿Cuál es el porcentaje pasado del tamiz No.40?		%
					¿Cuál es el porcentaje pasado del tamiz No.200?		%
				Límites de Atterberg		¿Cuál es el límite líquido del suelo a analizar?	
				¿Cuál es el límite plástico del suelo a analizar?		%	

CONTINUACIÓN DE TABLA 2...

Diseño Estructural	Consiste en la determinación de los espesores de cada capa que constituye la sección estructural de l pavimento, la cual permitirá soportar las cargas durante un periodo de tiempo determinado.	Determinación para un rediseño estructural del sitio actual	Estructura de Pavimento	C.B.R	Compactación	¿Cuál es la resistencia a la penetración del suelo a analizar?	%
				Densidad	¿Cuál es densidad seca máxima del suelo a analizar?	Lb/ft ³ o N/m ³	
				Geometría	Curvas	¿Qué cambio de elevación habrá en el punto de análisis?	m
					Pendientes	¿Cuál será el cambio de pendiente en la porción analizada?	m
				Espesores de Losa	de	¿Cuál es el tráfico promedio diario?	m
						¿Cuál será la pendiente de la losa?	%
				Espero de Base	¿Cuál es el tráfico promedio diario?	m	
				Características de los materiales	¿Cuál es el F'c del concreto?	Kg/cm ²	
				Armado	¿Cuál es el número de varilla a utilizar?	#	
					¿Cuál será separación entre varillas?	m	
Juntas	¿Cuál será separación entre juntas?	m					
Dimensión de Pastillas	de	¿Cuál será la dimensión de la pastilla?	m				
	Bordillo	¿Cuáles serán las dimensiones del bordillo?	m				

Fuente: propia.

4.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

A continuación, se presentan todos los instrumentos físicos, programas y técnicas utilizadas en el trabajo de campo y realización del documento.

4.3.1. INSTRUMENTOS

4.3.1.1. Instrumentos Físicos

Tabla 3-Instrumentos Físicos Aplicados

Instrumento	Imagen	Descripción	Uso	Limitante
Estación Total		<p>La estación total es un instrumento óptico que mide ángulos horizontales, verticales y distancia simultáneamente, analizando la pendiente entre él y un punto específico.</p> <p>(toposervis, 2021)</p>	<p>Se utilizó para marcar puntos que nos indica coordenadas, distancias y elevaciones para poder conocer la topografía del lugar.</p>	<p>No hubo limitante.</p>
Trípode		<p>Es un instrumento de soporte para otros instrumentos de medición como niveles, estaciones totales y teodolitos.</p> <p>(«Trípode topográfico», 2022)</p>	<p>El uso del trípode fue para colocar la estación total a nivel.</p>	<p>No hubo limitante.</p>
Bastón		<p>Uso del bastón porta prisma topográfico es el de determinar puntos fijos para el proceso de levantar planos topográficos.</p> <p>(alejandra, 2019a)</p>	<p>Se utilizó para portar el prisma y colocarse en el lugar donde se desea tomar los puntos.</p>	<p>No hubo limitante.</p>

Continuación de tabla 3...

Prisma		<p>Un prisma topográfico es un aparato, empleado para medición en topografía, de forma circular que se encuentra constituido por un conjunto de cristales. (alejandra, 2019b)</p>	<p>Con la estación total se busca el prisma para poder coleccionar puntos.</p>	<p>No hubo limitantes.</p>
Cilindro de concreto		<p>Un marcador fijo relativamente permanente utilizado en topografía, tal como un bloque de hormigón o una placa de acero, con la inscripción de la localización y la cota. (<i>monument, s. f.</i>)</p>	<p>Se utilizó para colocar los bancos de nivel fijos.</p>	<p>No hubo limitantes.</p>
Estaca		<p>Es un objeto largo y afilado de madera que se clava en el suelo. Tiene muchas aplicaciones, como demarcador de una sección de terreno, para anclar en ella cuerdas para levantar una edificación de cualquier tipo. También se usa mucho en los levantamientos topográficos para definir puntos especiales. (<i>ESTACAS - Especificaciones Técnicas para Construcción de Viviendas, s. f.</i>)</p>	<p>Se utilizó para colocar bancos de nivel rápidos y mover la estación de lugar.</p>	<p>No hubo limitantes</p>

Continuación de tabla 3...

Cinta métrica		<p>Esta herramienta se usa para comparar y/o chequear medidas. (Especificaciones Técnicas para Construcción de Viviendas, s. f.)</p>	<p>Se utilizó para ir seccionando las calles.</p>	<p>No hubo limitantes</p>
Flexómetro		<p>La cinta métrica también llamada flexómetro es un instrumento de medición, como tal está diseñado para obtener cantidades de diversas magnitudes físicas. («Cinta Métrica - ¿Qué es, cómo funciona y para qué sirve?», 2019)</p>	<p>Su uso fue para medir la altura del bastón.</p>	<p>No hubo limitante</p>
Almádana		<p>Mazo de hierro con mango largo, para romper piedras. (ASALE & RAE, s. f.)</p>	<p>Se utilizó para clavar las estacas en el suelo.</p>	<p>No hubo limitante</p>
Clavos		<p>Se denomina clavo a un objeto delgado y alargado que dispone de punta y de cabeza y se utiliza para fijar algo. (Definición de clavo - Definicion.de, s. f.)</p>	<p>Se clavó en el centro de la estaca como referencia para la plomada de la estación total.</p>	<p>No hubo limitantes</p>
Machete		<p>Especie de cuchillo ancho, pesado y de un solo filo. (machete - Definición WordReference.com, s. f.)</p>	<p>Se utilizó para limpiar la zona donde se colocaron las estacas y podar los árboles que dificultaban la visión de la estación</p>	<p>No hubo limitante</p>

Continuación de Tabla 3...

Pintura en Aerosol		<p>la pintura en aerosol es un producto que no se emplean en el pintado de grandes superficies, sino que su uso está destinado a pequeñas áreas de difícil alcance. (connext, 2018)</p>	<p>Se utilizó para marcar las secciones en la calle que se iban marcando con la estación total y nombrar los bancos de nivel.</p>	<p>No hubo limitante.</p>
Pala		<p>Herramienta formada por una lámina plana o ligeramente cóncava y un mango para asirla, que se emplea para recoger y transportar materiales sueltos o para cavar. (Definición y significado de Pala - ¿Qué es Pala?, s. f.)</p>	<p>Su uso fue para limpiar la orilla de calle y hacer la calicata.</p>	<p>No hubo limitante</p>
Escoba		<p>Una escoba es un instrumento que se utiliza para barrer: es decir, para limpiar una superficie arrastrando la suciedad. Las escobas disponen de un palo alargado que funciona a modo de mango, en cuyo extremo inferior hay fibras o ramas. (Definición de escoba - Definicion.de, s. f.)</p>	<p>Se utilizó para limpiar la orilla de calle.</p>	<p>No hubo limitante</p>

Continuación de Tabla 3...

Piocha		<p>Herramienta con una boca cortante usada en albañilería. (<i>piocha - Definición - WordReference.com, s. f.</i>)</p>	<p>Su uso fue para hacer el agujero de la calicata.</p>	<p>No hubo limitantes.</p>
Barreno		<p>El barreno muestreador de raíces simple se utiliza para tomar muestras no perturbadas para investigaciones de raíces en suelos con baja resistencia a la penetración. (<i>BARRENO MUESTREADOR DE RAÍCES SIMPLE, 2017</i>)</p>	<p>Se utilizó para extraer muestras del suelo y hacer la estratificación.</p>	<p>El cilindro para toma de muestra estaba dañado.</p>
Copa de Casagrande		<p>La Cuchara de Casagrande, también conocida como Copa de Casagrande, es un instrumento de medición que se usa para determinar el límite de liquidez de un terreno; se emplea en ingeniería civil y en geotecnia. (<i>Cuchara de Casagrande - Construmatica, s. f.</i>)</p>	<p>Esta herramienta se utilizó para hacer el ensayo de límite líquido</p>	<p>No hubo limitantes</p>
Horno		<p>El horno es un aparato cerrado hecho con material refractario, que cocina alimentos, o los calienta, por acción del calor. (<i>Concepto de horno - Definición en DeConceptos.com, s. f.</i>)</p>	<p>Se utilizó para secar las muestras de suelo.</p>	<p>No hubo limitantes</p>

Continuación de Tabla 3...

<p>Tamizador Mecánico</p>		<p>El tamizador es un instrumento que se utiliza en el análisis de partículas. Se utiliza para agitar una pila de tamices de prueba que se colocan en orden de modo que los materiales se tamizan a través de acuerdo a los tamaños de partícula. (¿Qué Es Un Tamizador?, 2019)</p>	<p>Este aparato fue utilizado para agitar los tamices para clasificar la muestra de suelo por tamaño.</p>	<p>No hubo limitante.</p>
<p>Molde y Martillo</p>		<p>Los Moldes y Martillos están usados para determinar la relación entre el contenido de humedad y la densidad de suelos compactados. Hechos de acero niquelado, incluye collar, cuerpo del molde y base (plato). Los martillos están usados para compactar la muestra de suelo en los moldes (Equipment, s. f.-b)</p>	<p>Tanto el molde como el martillo se utilizaron para poder realizar el ensayo de Proctor modificado.</p>	<p>No hubo limitante.</p>
<p>Máquina para CBR</p>		<p>Máquina Automática para Ensayos de CBR está diseñada para hacer evaluaciones en laboratorio del valor de CBR de subbases de carretera. (Equipment, s. f.-a)</p>	<p>Su uso fue para realizar el ensayo para el cálculo de CBR.</p>	<p>No hubo limitante.</p>

4.3.1.2. Softwares

Tabla 4-Softwares Aplicados

Software	Imagen	Descripción	Uso	Limitante
Microsoft Word		Microsoft Word es un procesador de textos, lo que quiere decir que es una aplicación que usa para procesar, formatear, manipular, guardar, imprimir, compartir un documento basado en texto. <i>(Que es Microsoft Word - Apen Informática, s. f.)</i>	Se utilizó para redactar el documento metodológico del proyecto.	No hubo limitante.
PowerPoint		Microsoft PowerPoint (PPT) es un software de ofimática diseñado para realizar presentación de diapositivas. <i>(Aprende sobre Microsoft Powerpoint con cursos online, s. f.)</i>	Se utilizó para hacer la presentación.	No hubo limitante.
Microsoft Excel		Excel es una hoja de cálculo que nos permite manipular datos numéricos y de texto en tablas formadas por la unión de filas y columnas. <i>(ExcelParaTodos, s. f.)</i>	Su uso fue para hacer los cálculos del estudio de suelo, como la tabla de granulometría y las gráficas	No hubo limitante.
Project		Microsoft Project es un conjunto de herramientas para gestionar Proyectos y Portafolios (PPM). <i>(Consultoría, 2020)</i>	Se utilizó para hacer el cronograma de actividades mediante un diagrama de Gantt.	No hubo limitantes

Continuación de Tabla 4...

Zotero		Zotero es una aplicación para la administración de referencias bibliográficas. Es una aplicación (software libre) que funciona con un conector para los navegadores Chrome, Mozilla Firefox, Safari y Opera. <i>(Vilches, s. f.)</i>	Se utilizó para hacer las citas bibliográficas	No hubo limitantes
Google Meet		Google Meet es la aplicación de videoconferencias de Google, para navegadores web y dispositivos móviles, enfocada al entorno laboral y que sustituye a Google Hangouts, dentro de G-Suite, el pack de aplicaciones de Google para profesionales. <i>(Qué es Google Meet y cómo usarlo, s. f.)</i>	Se utilizó para hacer las reuniones en grupo	No hubo limitantes
Google Earth		Es un programa que, instalado en nuestro ordenador, permite navegar virtualmente por cualquier lugar del mundo. Incorpora fotos tomadas desde satélites de todos los rincones del planeta. <i>(Qué es Google Earth - Programa Informático, s. f.)</i>	Para ubicar la zona donde se hará el proyecto y delimitar áreas.	No hubo limitante

Continuación de Tabla 4...

Civil 3D		<p>AutoCAD Civil 3D es un software de diseño de ingeniería civil que admite BIM (Building Information Modeling) con funciones integradas para mejorar el dibujo, el diseño y la documentación de construcción. («Civil 3D, de Autodesk ¿qué es Civil 3D?», 2020)</p>	<p>Se utilizó para hacer el diseño geométrico del pavimento y realizar los planos</p>	<p>No hubo limitante</p>
BS-PCA		<p>El programa llamado BSPCA realizado en Visual Basic requiere la introducción de los diferentes parámetros y efectuando los análisis de fatiga y erosión permite obtener el dimensionamiento de la estructura de pavimento. (E. de J. Solano et al., s. f.)</p>	<p>Se utilizó para conocer el espesor que necesitaría la carpeta de la estructura de pavimento utilizando todos los parámetros de diseño.</p>	<p>No hubo limitantes.</p>

Fuente: Propia.

4.3.2. TÉCNICAS

4.3.2.1 Levantamiento Topográfico

El levantamiento topográfico que se realizó es fundamental para realizar el diseño geométrico del pavimento. Se utilizó una estación total Ruide para la recolección de puntos que brinda información como la latitud, longitud y elevación. Se hizo una nomenclatura para identificar los puntos, por ejemplo: "oc" significa orilla de calle con la finalidad de saber específicamente qué significa ese punto tomado y llevarlo al diseño en el Civil 3D. Se hizo la recolección de puntos a cada 15 metros en el bulevar Fuerzas Armadas y a cada 10 en el sector Poza los

alcaldes y en el sector más dañado se realizó una cuadrícula de puntos para obtener una lectura precisa de las diferencias de elevaciones. (v. Ilustración 101- Levantamiento Topográfico.)

4.3.2.2 Prácticas de Laboratorio

Los ensayos de laboratorio son una parte fundamental para el diseño estructural del pavimento, se realizan diversos ensayos como la Granulometría, Límites de Atterberg y Proctor Modificado. Todos estos ensayos de suelo se realizan con el fin de recolectar información que indique el tipo de suelo y las características de este. Al momento de obtener todos los resultados se procede a obtener el CBR del suelo que es primordial para comenzar con el diseño estructural del pavimento. (v. Ilustración 101- Levantamiento Topográfico.)

4.3.2.3 Reunión con Asesores

La reunión con los asesores temáticos es importante para el desarrollo continuo y correcto del proyecto. Los asesores temáticos brindan la información de apoyo para realizar la geometría, el diseño estructural, el estudio de suelo y la topografía del proyecto, también se reciben correcciones y recomendaciones para realizar un proyecto de manera profesional. Por parte de la municipalidad se obtuvo varias asesorías que proporcionó una visión clara del proyecto para solventar la problemática presentada en el sector Poza Los Alcaldes. (v. Ilustración 111- Reunión con la Municipalidad de La Lima)

4.3.2.4 Entrevistas

Las entrevistas resultó ser una técnica importante para la recolección de datos sobre el municipio de La Lima, Cortés ya que este municipio no cuenta con información registrada y documentada sobre el pavimento y tuberías existentes donde se está realizando el proyecto, se hizo una entrevista al gerente de Aguas de Lima para que brindara información sobre las tuberías que se encuentran en la zona, así como conocer el año en que se construyó la carretera con un poblador de La Lima Miguel Zelaya. (v. Ilustración 112- Entrevista con pobladores de la comunidad.)

4.4. METODOLOGÍA DE ESTUDIO

Se define que el enfoque del proyecto es de tipo cuantitativo según lo indicado en la sección 4.1 del capítulo de Metodología, debido a que se presentan características propias de este tipo de perspectiva, tales como información cuantificable, variables de medición y utilización de métodos estadísticos.

4.4.1. TIPO DE DISEÑO



Ilustración 40- Diagrama de Diseño Metodológico.

Fuente: Propia.

- Estudio

Se define el estudio de este proyecto como "no experimental", basándose en la definición de Kerlinger y Lee (2002): en un estudio "no experimental" no se puede construir ninguna situación, si no que se observan situaciones ya existentes y también no es posible manipular las variables independientes. Es decir que, se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos.

- Diseño

El diseño se establece como "transversal" basándose en la definición de Lui (2008): Los diseños de investigación transversal recolectan datos en un solo momento, en un único tiempo. Con referencia a lo anterior se observa que se plasma en cada una de las actividades del proyecto como la recolección de datos, realización de diseño, análisis de variables, presentación e interpretación de resultados.

- Alcance

Se establece el alcance como "descriptivo" basándose en la definición de Sampieri (2014): Busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población ya que, se hace utilización de métodos como la observación y entrevistas para la recolección de datos, describir la situación actual de la comunidad, características del entorno y de los habitantes del sitio. Finalmente, se conoce que todos los datos anteriormente mencionados, son de apoyo para el desarrollo del proyecto.

- Método

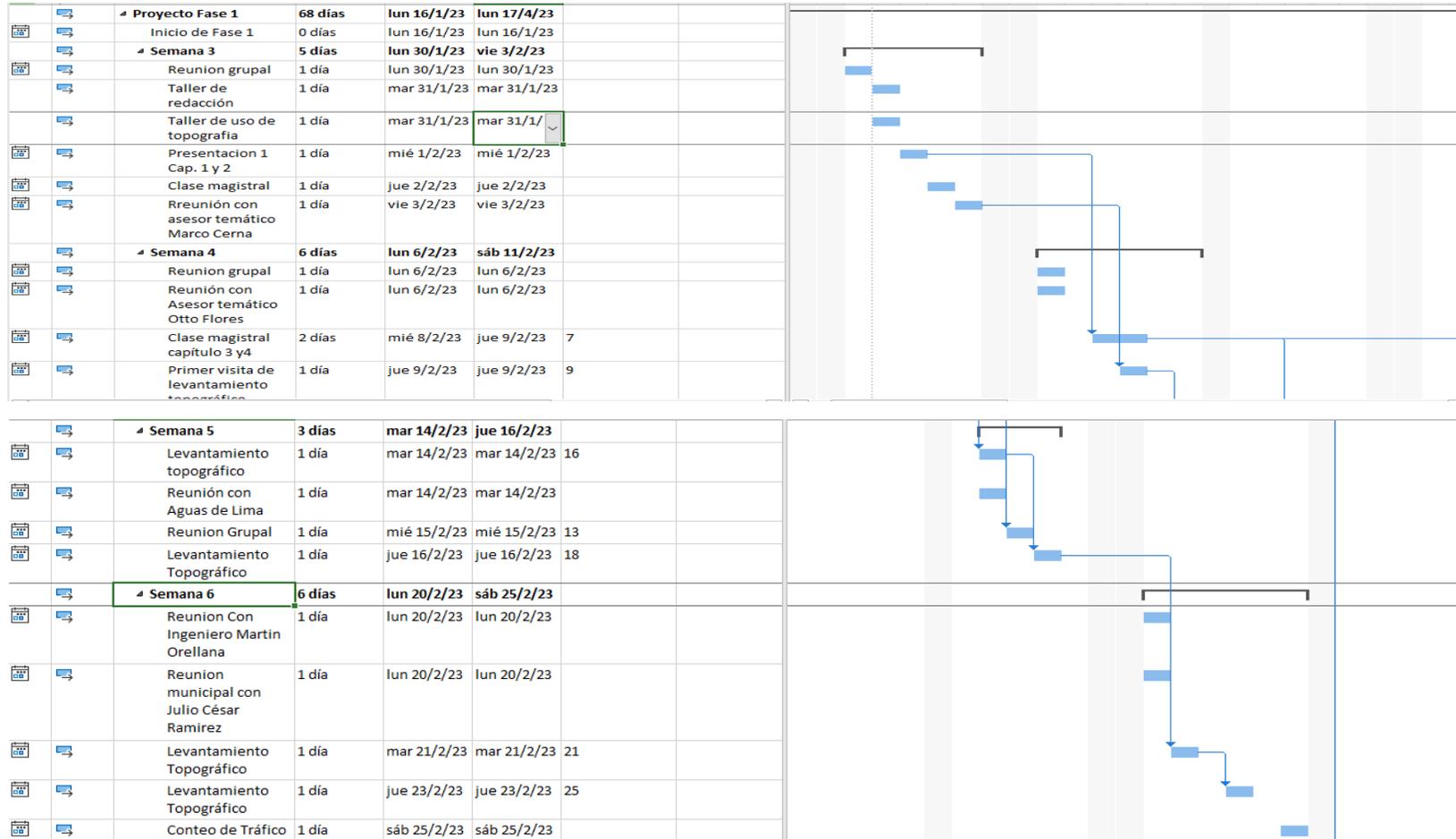
El método empleado en el presente proyecto se basa en un análisis técnico, debido a que se aplican un conjunto de procedimientos, normas, acciones y protocolos que tienen como objetivo obtener un resultado determinado y efectivo para la problemática que se presenta en el Barrio El Centro. Así mismo, este análisis busca obtener un panorama sobre la evolución de la problemática en el tiempo ya que el comportamiento pasado de este, es el mejor predictor de su propio

- Técnicas

Se utilizaron las técnicas del levantamiento topográfico para la recolección de datos de las características del relieve. También se realizaron ensayos de laboratorio para la determinación de las propiedades mecánicas del suelo.

4.5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Se presenta el cronograma de actividades realizadas en el transcurso de proyecto 1. Se utilizó el software de Project para realizar un diagrama de Gantt para dividir las actividades realizadas en sus respectivas semanas.



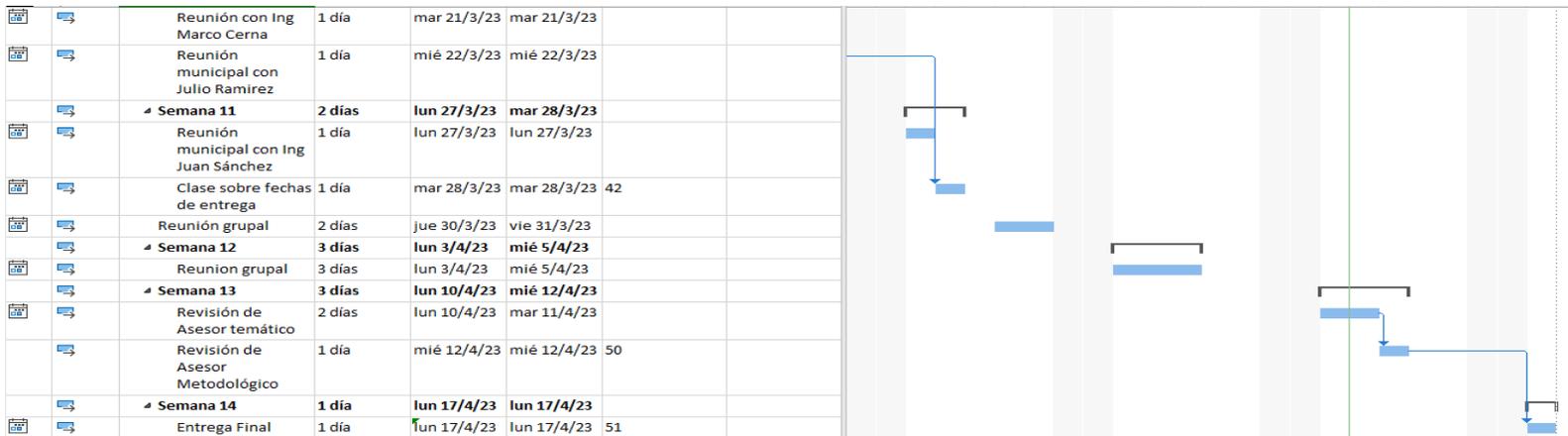
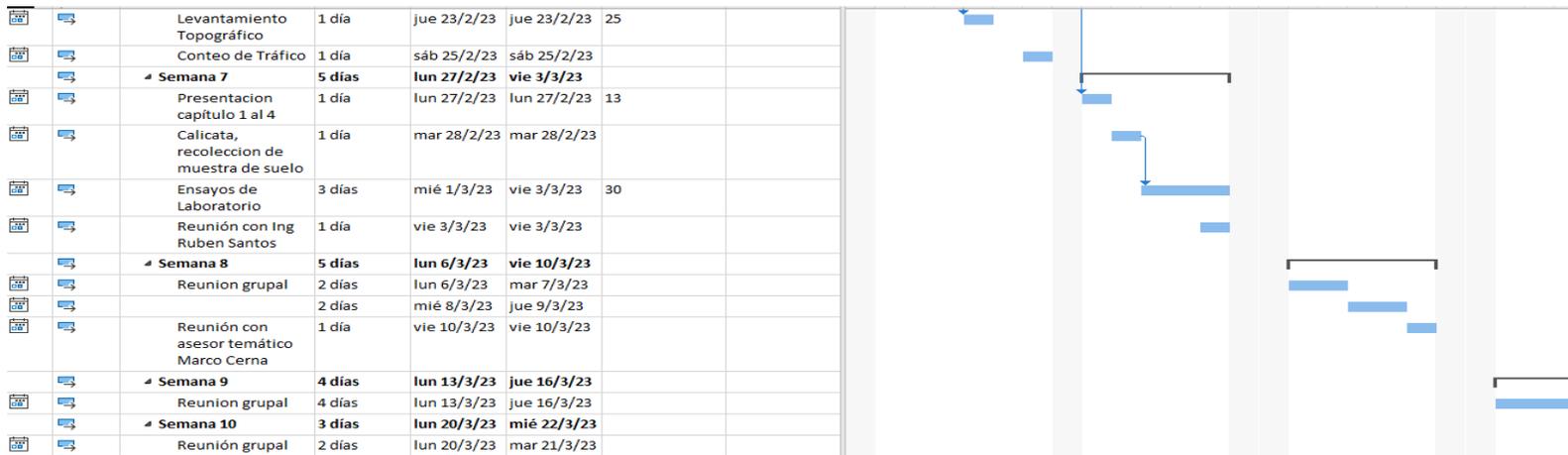


Ilustración 41-Cronograma

Fuente: Propia.

La ilustración 41 presenta las actividades que se realizaron para llevar a cabo este proyecto, las actividades más importantes que destacan son los levantamientos topográficos que significó el trabajo de campo más arduo del proyecto, los ensayos de laboratorio y la calicata para la recolección de muestra y clasificar y determinar la estratificación del suelo existente en la zona del proyecto, así como las reuniones de revisión y orientación por parte del Ingeniero Marco Cerna y demás ingenieros de Saybe y Asociados, las revisiones del documento metodológico por parte del ingeniero Michael Pineda que es el asesor metodológico del presente proyecto.

V. ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este capítulo cinco se estará presentando el resultado del proyecto de Rediseño Estructural Poza los Alcaldes, La Lima, Cortés, 2023. Se desglosará en seis temas iniciando con la topografía del sitio para conocer la ubicación y la topografía actual del sector donde se está trabajando, el siguiente análisis es el hidráulico donde se brindará el cálculo para conocer el caudal que recibe la zona baja, se conocerán las características del suelo mediante una calicata y realizando ensayos de laboratorio como siguiente tema del capítulo cinco está el diseño geométrico realizado en civil 3d, luego el diseño estructural del pavimento utilizando la Norma PCA y por último se presentarán los planos del proyecto.

5.1. TOPOGRAFÍA DEL SITIO

En esta sección se analizará y se presentará el levantamiento topográfico realizado en la zona del proyecto, brindando los bancos de nivel utilizados y la planta topográfica hecha en Civil 3D mediante las elevaciones colectadas en campo y adicionalmente la ubicación cartográfica de La Lima Cortés.

5.1.1. UBICACIÓN CARTOGRÁFICA

En la ilustración 42 se presenta la ubicación cartográfica desarrollada por el Instituto Geográfico Nacional de Honduras (IGN).

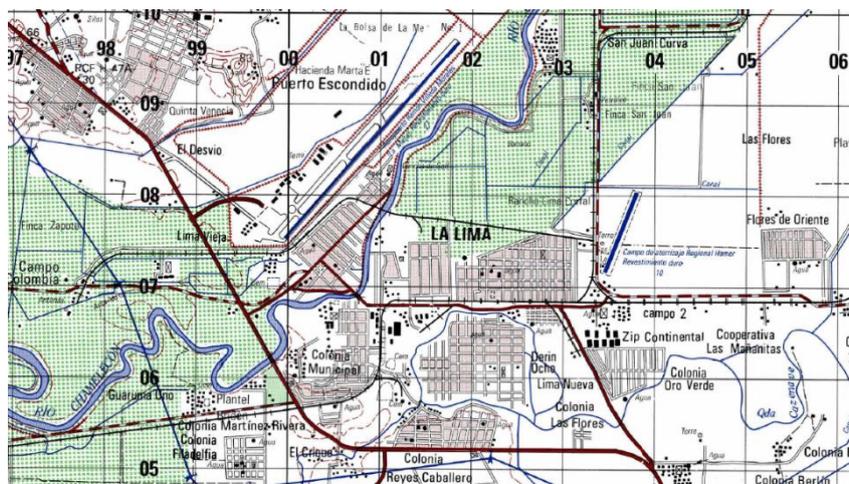


Ilustración 42-Cartografía de La Lima

Fuente: IGN

5.1.2. ANÁLISIS DE LA TOPOGRAFÍA

El sector de Poza Los Alcaldes de La Lima, Cortés está rodeada por las colonias: Barrio Las Flores, Colonia Fraternidad 1 y 2, Barrio Guadalupe, Barrio El Centro y Col. Los Maestros, en donde consta de un radio de 413.761 km

Se inició este proceso realizando un recorrido visual de todo el lugar, con el objetivo de conocer el terreno con sus características topográficas y así, obtener una idea de cómo evolucionará el levantamiento. Seguidamente, se estableció un orden para extraer los puntos de elevaciones en todas las calles que tendrán una elevación que define la rasante existente con elevaciones de 32.40 msnm en el punto más bajo del sector y 32.90 msnm en el punto más alto del área (v. Plano planta y perfil – Calle del bulevar); se fueron posicionando estacas donde se colocarían los bancos de nivel para empezar a coleccionar puntos, con el apoyo de una cinta métrica se fueron adquiriendo las secciones que se iban coleccionando los puntos de cada vía.

Para la obtención de las elevaciones del terreno, se hizo uso de instrumentos y equipos estandarizados tales como una estación total Ruide, con su respectivo trípode, prisma y bastón. (v. Tabla 3-Instrumentos Físicos Aplicados)

Como parte del levantamiento topográfico, se deben emplear puntos de referencia llamados "Bancos de nivel", el cual fue asumido sobre un proyecto fijo, cuya elevación es conocida y desde la cual se pueden determinar otras elevaciones. Por lo cual, se presenta a continuación una tabla resumen sobre todos los bancos de nivel, empleados en el sector Poza Los Alcaldes, La Lima, Cortés.

Tabla 5- Bancos de Nivel Utilizados

No. De Banco	Coordenadas		Elevación
	N	E	
1	1707111.836	400193.512	32.8
2	1707083.483	400158.548	33.195
3	1707092.978	400170.165	33.099
4	1707121.286	400205.094	32.652
5	1707165.354	400205.912	32.567
6	1707148.766	400177.151	32.81
7	1707166.076	400113.691	32.779
8	1707157.991	400104.322	32.984

9	1707165.175	400245.606	32.775
10	1707199.908	400266.121	32.749
11	1707233.42	400234.537	32.603
12	1707221.897	400232.213	32.603
13	1707318.36	400155.633	32.104
14	1707393.461	400084.597	32.008

Fuente: Propia.

En la Tabla 5- Bancos de Nivel Utilizados se pueden observar los 14 bancos que fueron impuestos con sus respectivas elevaciones para así poder tener puntos ya conocidos al momento de que se realice la obra.

5.1.3. PLANTA GENERAL DE LA TOPOGRAFÍA REALIZADA

Se realizó una planta topográfica en Civil 3D para poder observar las elevaciones y las curvas de nivel que tiene el sector del proyecto y los alrededores cercanos. En las ilustraciones 43 y 44 se presenta una vista previa de la planta topográfica.

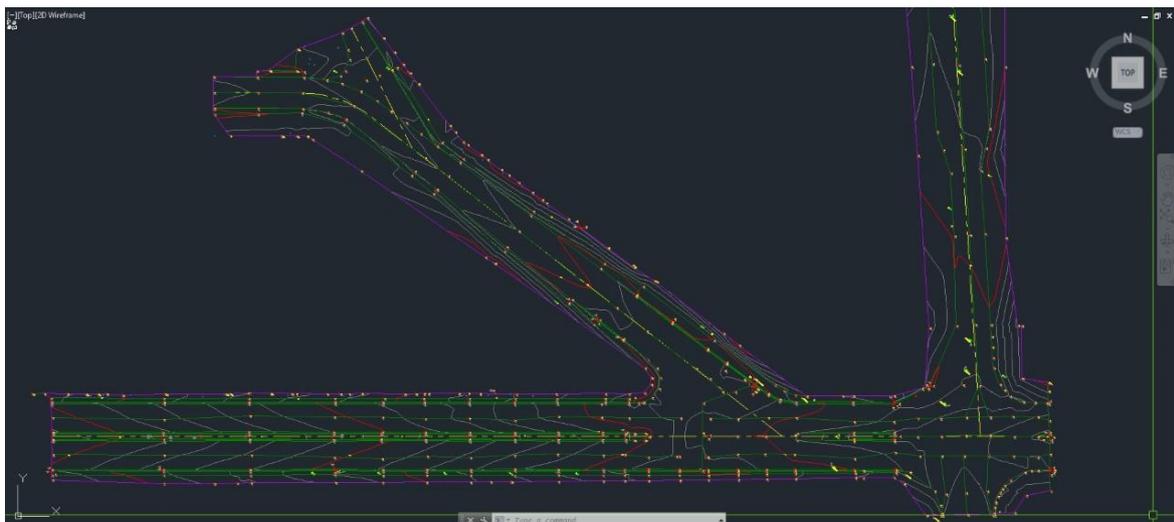


Ilustración 43-Topografía del Sitio

Fuente: Propia

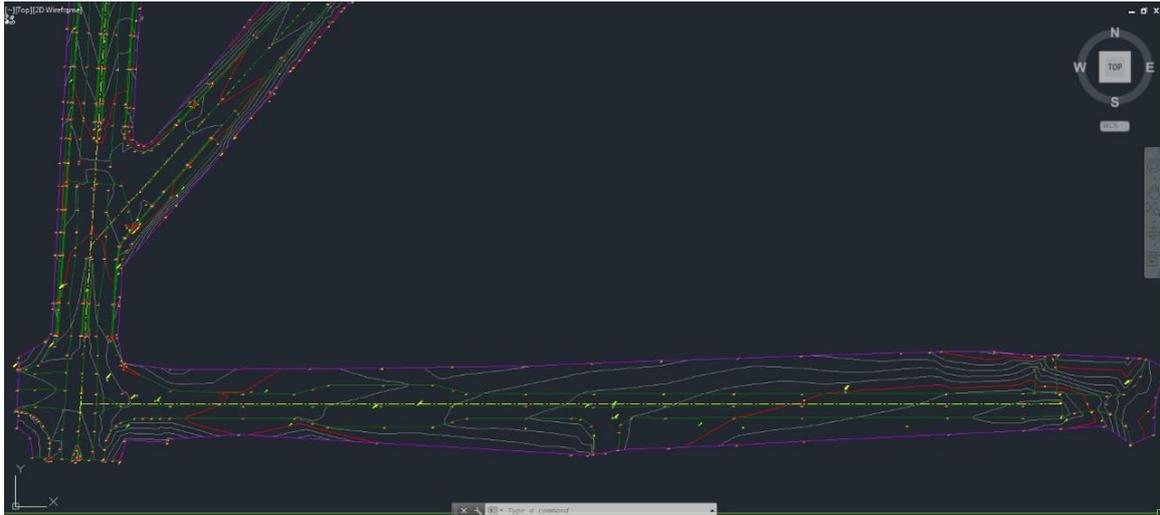


Ilustración 44-Topografía del Sitio

Fuente: Propia

Las ilustraciones 43 y 44 se observa la planta topográfica realizada, en la sección 5.8 se presentan los planos del proyecto y ahí se encuentra el plano topográfico

5.2. CATEGORIZACIÓN AMBIENTAL

Tabla 6- Tabla de Categorización Ambiental

No	Sector	Subsector	Actividad	Descripción	CIU-4	Código	Categoría			
							1	2	3	4
246	Sector 10. Infraestructura, Construcción y Vivienda	A. Infraestructura	003. Construcción de carreteras pavimentadas	Construcción que incluye apertura y/o ampliación y pavimentación de carreteras. Puede incluir construcción de puentes, obras relacionadas y mantenimiento.	SC	10A003	≥ 5-10k m	>10-20 km	>20-100 km	>10 km

Fuente: Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, 2021.

En la Tabla 6- Tabla de Categorización Ambiental se clasifica el proyecto en base al inciso no. 246 por lo que se define como una infraestructura de construcción de carreteras en donde se

incluye el mantenimiento y construcción de la obra no alcanza la categoría 1 ya que el proyecto cuenta con 0.3526 km de construcción por lo que se clasifica sin riesgo ambiental.

5.3. ANÁLISIS HIDRÁULICO

En esta sección se estará analizando mediante la normativa de Aguas de San Pedro los cálculos correspondientes para así determinar la escorrentía (caudal) que pasa a través de la zona de Poza Los Alcaldes, La Lima, Cortés.

5.3.1. CÁLCULO DEL CAUDAL Q

En esta sección se estará realizando la medición de lotes para obtener el área ponderada y cálculos de coeficiente de escorrentía ponderado, tiempo de entrada, intensidad para así obtener el resultado del caudal que transita por el área.

5.3.1.1. Área de techos, Área verde y Área de carretera

Mediante la utilización de Google Earth y el uso de AutoCAD se obtuvieron las áreas correspondientes por donde pasa el caudal.

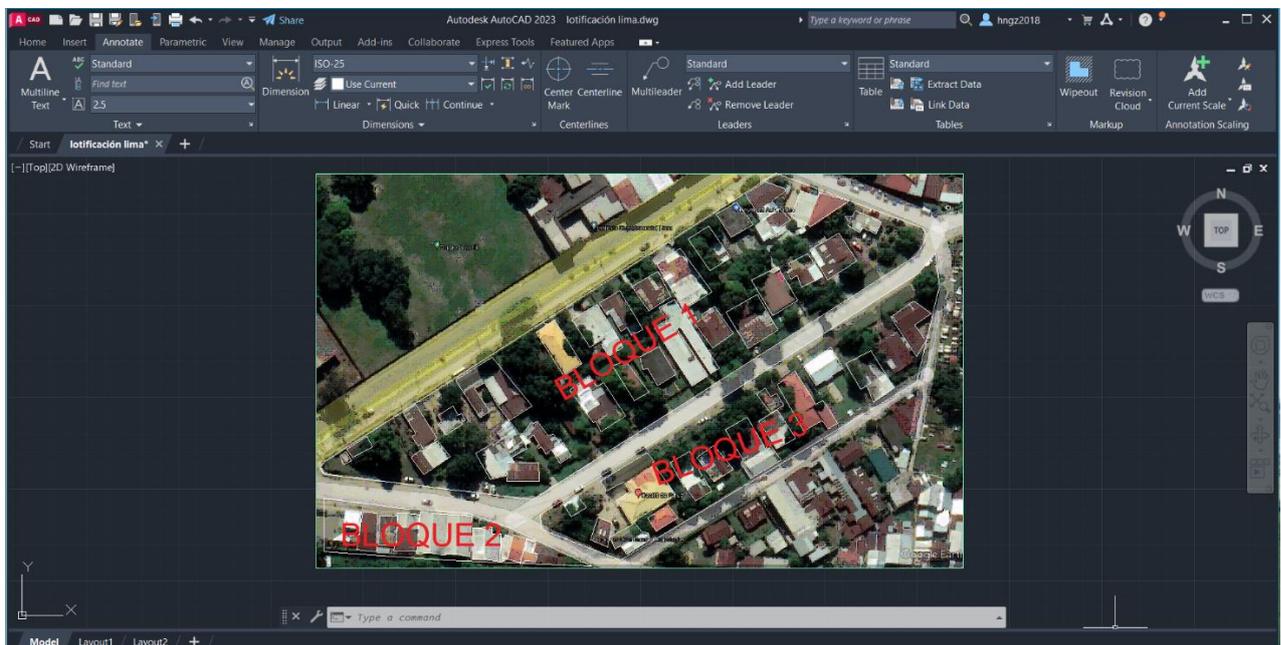


Ilustración 45- Áreas de techo, Lotes y Carretera.

Fuente: Propia.

Tabla 7- Distribución de áreas y lotes

BLOQUES	LOTES	AREA TOTAL m ²	AREA TECHOS m ²	AREA VERDE m ²
1	30	18162.1733	6748.0396	11414.1337
2	5	2503.2453	1505.7564	997.4889
3	12	8749.4555	3379.6714	5369.7841
		29414.8741	11633.4674	17781.4067

Fuente: Propia.

En la Tabla 7 es un resumen de todas las áreas y lotes que se encuentran en el sector Poza Los Alcaldes, La Lima, Cortés para así obtener la sumatoria individual de cada uno de los ítems de área total, área de techos y área verde.

Tabla 8- Distribución de área de carretera

Carretera	AREA TOTAL m ²	AREA DE MEDIANA m ²	AREA VERDE m ²
1	2483.8764	108.7259	2375.1505

Fuente: Propia.

En la Tabla 8- Distribución de área de carretera es un resumen de toda el área de carretera que se encuentran en el sector Poza Los Alcaldes, La Lima, Cortés para así obtener la sumatoria individual de cada uno de los ítems de área total, área de mediana y área verde.

5.3.1.2. Cálculo de Coeficiente C

Se necesita obtener el coeficiente de escorrentía ponderado de acuerdo con los datos de la zona.

Tabla 9- Tabla para cálculo de C ponderado

COBERTURA	COEFICIENTE C	AREA (Ha)	AREA PONDERADA	COEFICIENTE PONDERADO
CALLES/CONCRETO	0.95	0.25	0.077867514	0.073974138
TECHOS	0.95	1.16	0.364699783	0.346464794
CESPED/ S. ARCILLOSA	0.45	1.78	0.557432703	0.250844716
		3.19	1	0.6713

Fuente: Propia.

En la Tabla 9- Tabla para cálculo de C ponderado es un resumen de los ítems necesarios para sacar el cálculo del coeficiente de escorrentía ponderado en donde se dividen en coberturas y

mediante tablas se obtienen los coeficientes C y se realiza la sumatoria de las áreas en hectáreas y ponderadas para así obtener el resultado final.

En donde el coeficiente c se toma de la Ilustración 38- Tabla de coeficiente de esorrentía (c). Se toman los datos dependiendo especificaciones del proyecto.

En la sección de las áreas se aplican los siguientes cálculos para el área en hectáreas (ha) es:

$$\text{Área (ha)} = \frac{\text{Área total (m}^2\text{)}}{1000}$$

Ecuación 3- Fórmula de área (ha)

$$\text{Calles de concreto} = \frac{2483.8764 \text{ m}^2}{1000} = 0.25 \text{ ha}$$

Después de obtener cada uno de los ítems de cobertura se toma la sumatoria de todas las áreas en ha.

Para el área ponderada se aplican los siguientes cálculos:

$$\text{Área Ponderada} = \frac{\text{Área (ha)}}{\Sigma \text{Área (ha)}}$$

Ecuación 4- Fórmula de área ponderada

$$\text{Calles de concreto} = \frac{0.25 \text{ ha}}{3.19 \text{ ha}} = 0.077867514$$

Después de obtener cada uno de los ítems de cobertura se toma la sumatoria de todas las áreas ponderadas.

Finalizando con los cálculos se determina el coeficiente ponderado en donde se realiza el siguiente cálculo:

$$\text{Coeficiente ponderado} = \text{Coeficiente C} * \text{Área Ponderada}$$

Ecuación 5- Fórmula coeficiente ponderado

$$\text{Calles de concreto} = 0.95 * 0.0778675$$

5.3.1.3. Cálculo de Intensidad

En base a lo anterior se necesitará sacar el tiempo de concentración mediante la Ecuación 2- Fórmula de tiempo de concentración de Kirpitch. Considerando los siguientes parámetros:

Elevación mínima = 32.50 msnm

Elevación máxima= 33.50 msnm

Longitud = 352.658 m \approx 0.352658 km

Con la Ecuación 2- Fórmula de tiempo de concentración de Kirpitch. se calcula lo siguiente

$$T_c = \frac{0.06628 * 0.352658 \text{ km}^{0.77}}{\left(\frac{33.50 \text{ msnm} - 32.50 \text{ msnm}}{352.658 \text{ m}}\right)^{0.385}}$$

$$T_c = 0.28416858 \text{ horas}$$

$$T_c = 17.050 \text{ minutos}$$

Sobre la base de las consideraciones anteriores se hace el uso de la Ilustración 46- Curvas IDF de estación meteorológica La Mesa. en donde se tomará el tiempo de concentración antes calculado para así obtener la intensidad de lluvia en un periodo de retorno de 20 años.

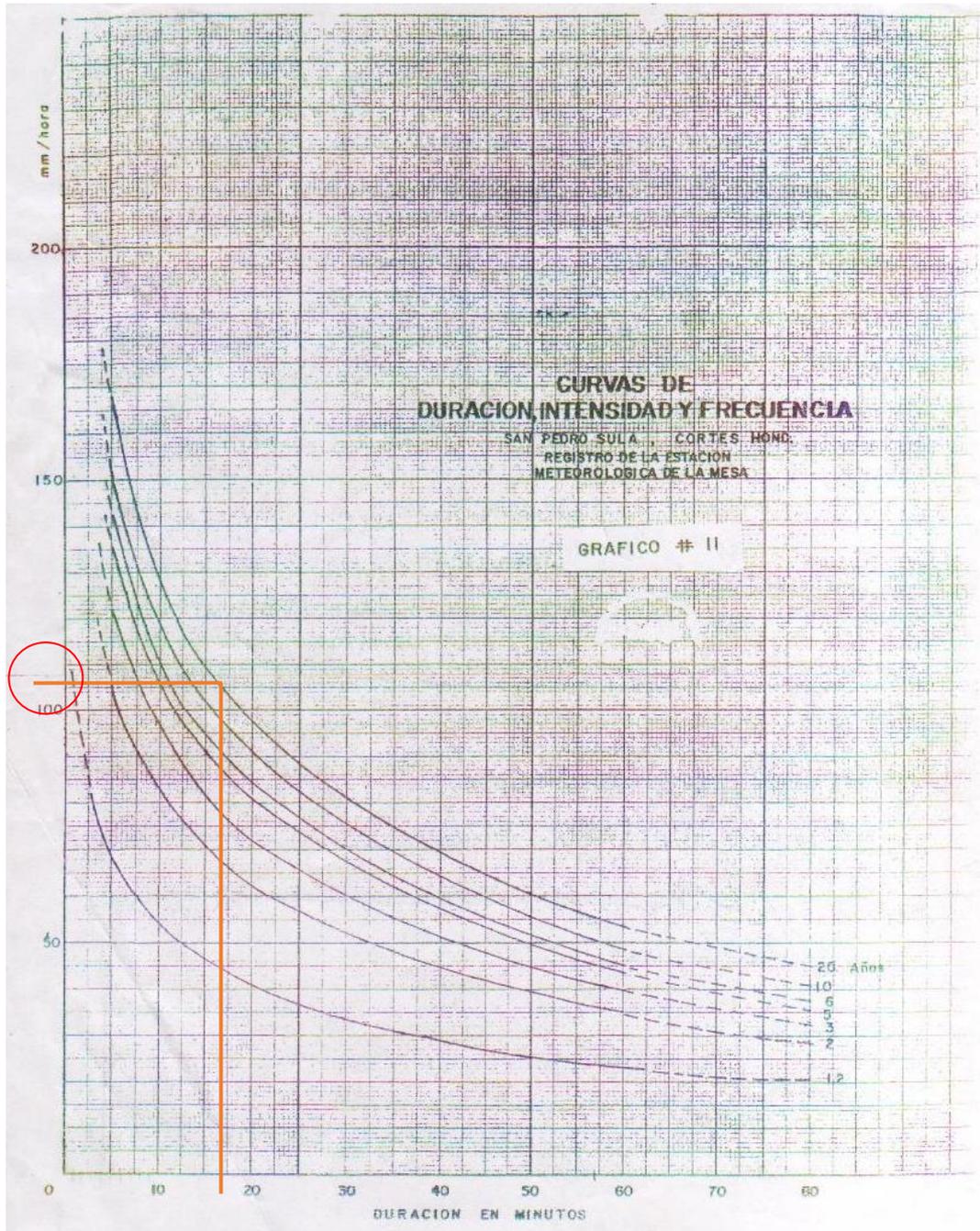


Ilustración 46- Curvas IDF de estación meteorológica La Mesa.

Al momento se trazan las líneas en la gráfica se obtiene un valor de intensidad de lluvia de **105 mm/hr.**

5.3.1.4. Cálculo de caudal

Con la Ecuación 1- Fórmula método racional, se calcula lo siguiente:

$$Q = \frac{0.6713 * 105 \frac{mm}{hr} * 3.19 ha}{360}$$

$$Q = 0.6245 \frac{m^3}{s}$$

5.3.2. PROPUESTA DE CANAL TIPO CUNETA

Se presenta la propuesta de una sección de canal de concreto, como parte de la solución hidráulica del diseño estructural del pavimento. Mediante el Software Hcanales, el cual es una herramienta que permite calcular y determinar las características hidráulicas y geométricas de canales, se pretende comprobar la propuesta de la sección del canal, mediante el volumen de agua que espera contener, el cual contempla el análisis hidráulico de la zona.

Las cunetas son obras complementarias de sistemas de drenaje superficial, que sirven para recoger y conducir las aguas lluvias, en vías urbanas y carreteras. El agua que fluye a lo largo de la superficie de la calzada y alrededores, tanto de la propia carretera como de lo aportado por los taludes superiores adyacentes, debe ser encauzada y evacuada de tal forma que no se produzcan daños a la carretera ni afecte el funcionamiento de la misma.

Para evitar el impacto negativo de la presencia del agua, en la estabilidad, durabilidad y transitabilidad, se consideran las cunetas, obras necesarias para captar y eliminar las aguas que se acumulan en la carretera, las que pueden provenir de las precipitaciones pluviales y/o de los terrenos adyacentes. A este tipo de estructuras se les llama obras de drenaje longitudinal que son obras paralelas al eje de la vía. Las obras longitudinales canalizan las aguas caídas sobre la superficie y taludes de la explanación de forma paralela a la calzada, restituyéndolas a los cauces naturales. Para ellos se emplean elementos como las cunetas, sumideros y bajantes.

Para la realización del diseño se determinó primero la sección transversal de la cuneta y la cuneta elegida es una del tipo rectangular con dimensiones de tirante de 0.5 m y un ancho de solera de 0.85 m en el lado de la vía. Luego se calcula la longitud de canal y las invertidas de entrada y salida del mismo para encontrar la pendiente longitudinal.

Se define la ubicación de propuesta de inicio y final de la cuneta, así mismo la ubicación del canal tipo quiebrapatras que captaría el agua del bulevar y lo llevaría al canal tipo cuneta propuesto.



Ilustración 47-Ubicación de Quebrapatatas.

Fuente: Propia

La Ilustración 47 muestra la propuesta de ubicación del quebrapatatas y el inicio del canal tipo cuneta.

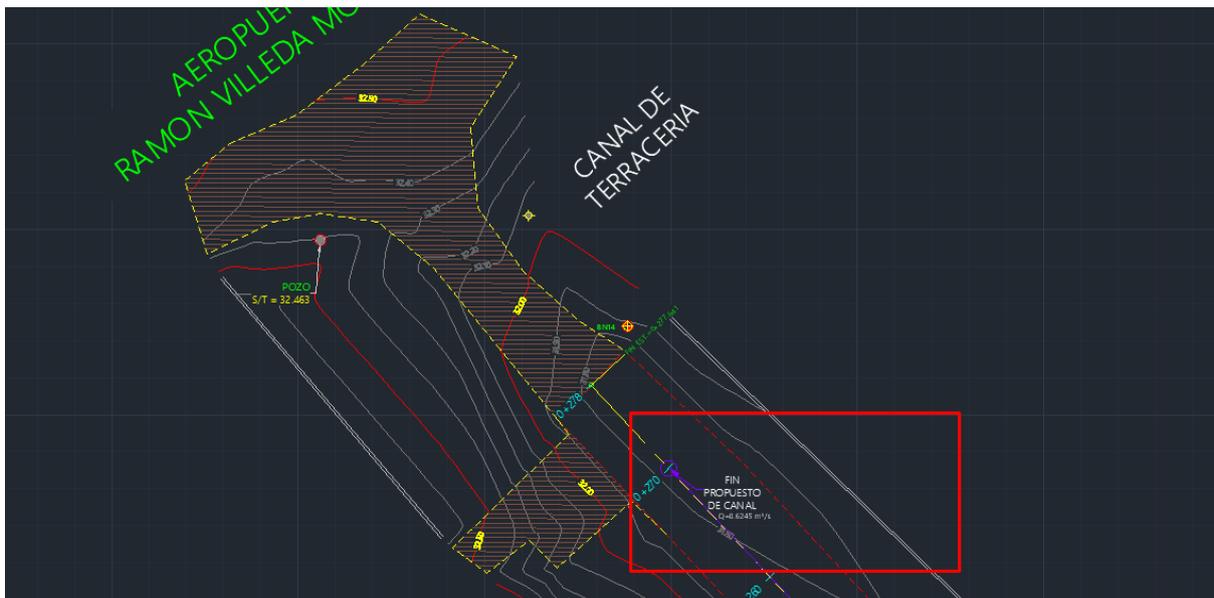


Ilustración 48-Final del Canal

Fuente: Propia

La Ilustración 48 brinda el final del canal tipo cuneta propuesta para este proyecto, cruzará la calle con un canal tipo quebrapatatas de la misma sección propuesta para lograr evacuar el agua al canal de terracería.

En la Ilustración 49 y 50 se plasma la ubicación de los puntos de ubicación en los perfiles de las calles, para poder contemplar el nivel de invertida de la cuneta (0.50m) a partir del nivel de rasante propuesto.

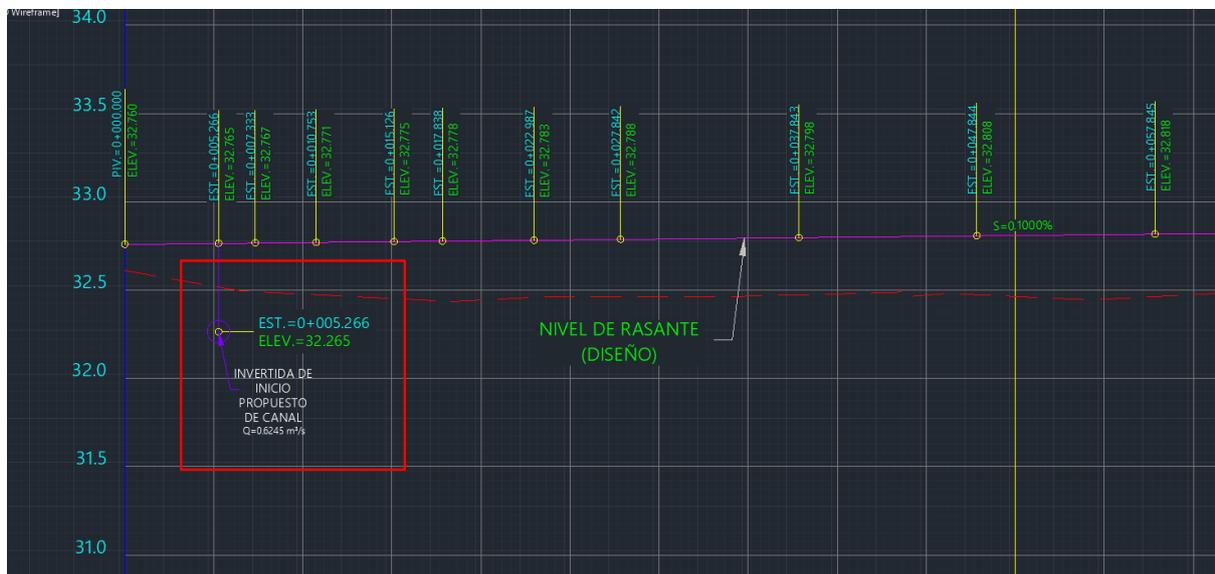


Ilustración 49- Nivel de Invertida de Entrada de Cuneta

Fuente: Propia



Ilustración 50- Nivel de Invertida de Salida de Cuneta

Fuente: Propia

Una vez obtenido los niveles de invertida de entrada (32.26) y salida (31.28) del canal propuesto, se determinó la pendiente del canal propuesto, a través de la diferencia de los

niveles de invertida entre la longitud del canal, el cual tiene una longitud de 317.22 metros, obteniendo una pendiente de 0.0030%.

Teniendo el valor de la pendiente y el cálculo de caudal de diseño ($0.6245 \text{ m}^3/\text{s}$) para un periodo de retorno de 20 años, se procede a la modelación y revisión de la sección del canal en Hcanales. En donde se insertar los datos de los resultados obtenidos y se procede a la revisión del caudal que puede contener la sección propuesta.

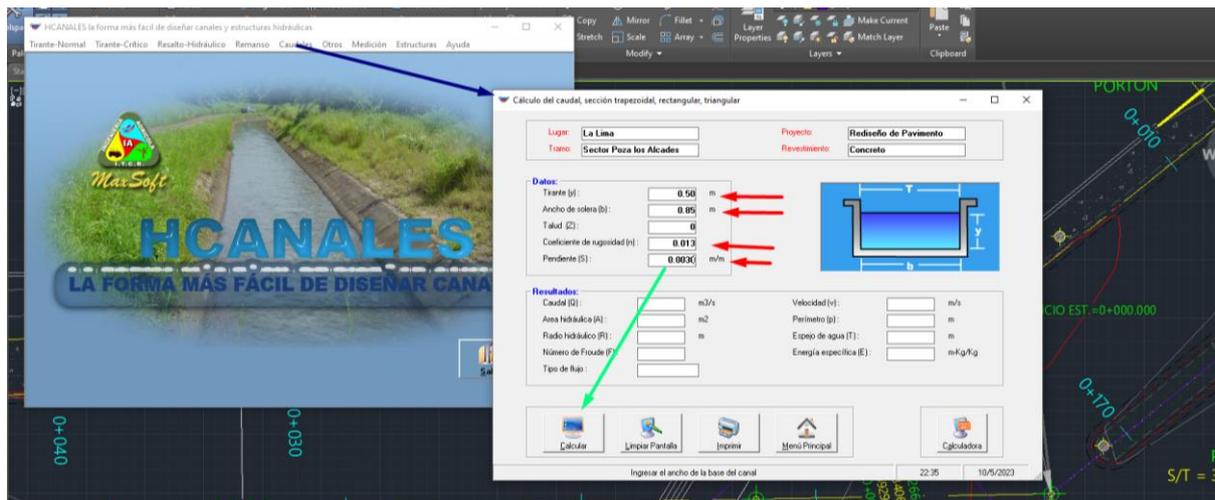


Ilustración 51-Insertar Datos de Cálculo

Fuente: Propia

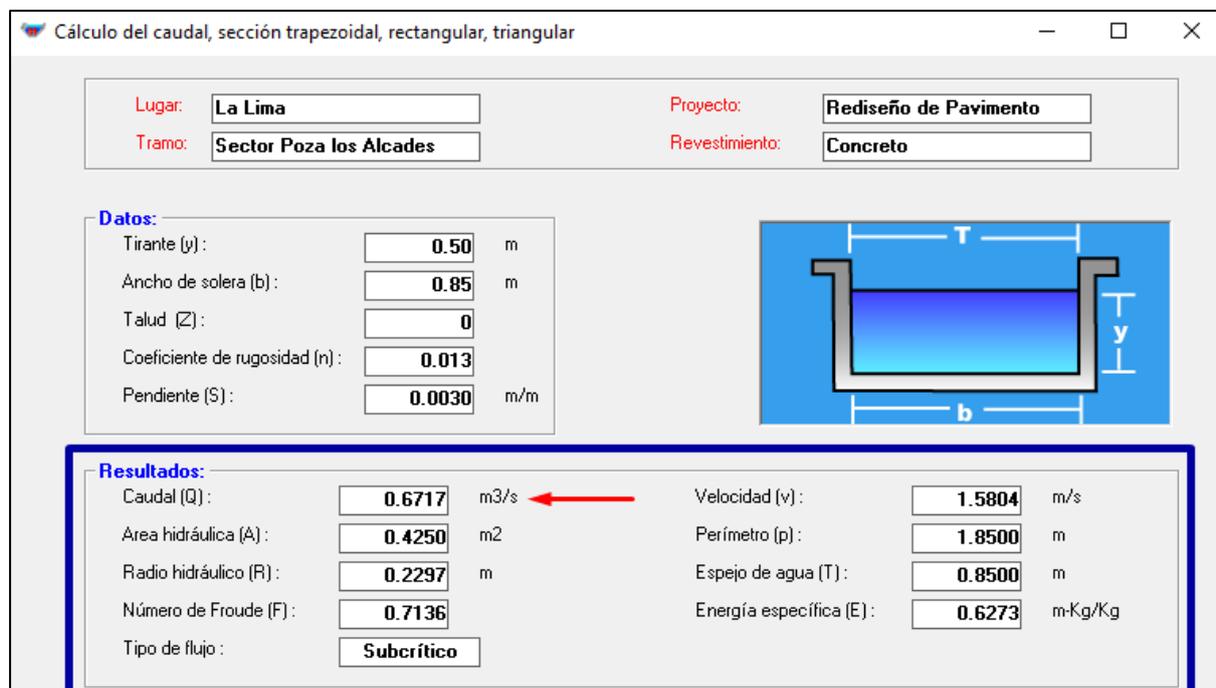


Ilustración 52-Resultado de Cálculos

De la modulación Hidráulica realizada en el software Hcanales podemos observar que el caudal máximo que el canal propuesto puede conducir es igual 0.6717 m³/seg, siendo una propuesta aplicable para el proyecto, ya que el caudal definido en el análisis hidráulico es de 0.6245 m³/s. También es importante resaltar el espejo de agua siendo de 0.85m, lo cual indica que el caudal resultante llega hasta un 93% de su capacidad total, Por criterios de diseño, se considera un tirante libre de 0.20 m, tomándolo de los parámetros de normativa de la División Municipal Ambiental la cual permite agregar entre 0.10 y 0.25 m.

5.4. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

En este apartado se brindarán los resultados de los ensayos de los diferentes suelos que se realizaron. Los suelos analizados son de 20cm a 40cm y de 40cm a 80cm respecto a la exploración a cielo abierto realizada y se le hicieron todos los ensayos a la muestra tomada en el banco de préstamo que se utilizará como capa de subbase.

5.4.1. EXPLORACIÓN DEL SITIO

Se realizó una calicata cuadrada de 1 m y con una profundidad de 80 cm y luego se introdujo el barreno para ir recolectando muestras y conocer los cambios de estratos. En anexos en el apartado fotografías de recolecta de muestras de suelo se presentan las ilustraciones de la calicata realizada. (v. Ilustración 103-106)

La ilustración 53 muestra la ubicación del lugar donde se realizó el pozo a cielo abierto.



Ilustración 53-Ubicación de Calicata.

Fuente: Google Earth.

Las coordenadas del sitio son: 400197.00 m E y 1707128.00 m N con una elevación de 28 msnm.

5.4.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos se hicieron en el laboratorio de Saybe y Asociados. Se realizaron todos los ensayos del laboratorio a la muestra de suelo recolectada en el banco de préstamo "El Zate" en San Manuel, Cortés, con el fin de clasificar el suelo y obtener su C.B.R (California Bearing Ratio). A las dos muestras del sitio donde se hizo la calicata se le hicieron los ensayos de granulometría y límites de atterberg para poder clasificar el suelo y así obtener la estratificación de la zona Poza los Alcaldes en La Lima, Cortés.

5.4.2.1. Granulometría

- Granulometría de la muestra de 20 cm a 40cm:

A continuación, se muestran las tablas 10 y 11 respecto a la granulometría de la muestra.

Tabla 10-Granulometría Agregado Grueso de 20 cm a 40 cm

TAMIZ		RETENIDO ACUMULATIVO	% RETENIDO	% PASADO
plg.	mm			
3 1/2"	87.5			
3"	75.0			
2 1/2"	63.0			
2"	50.0			
1 1/2"	38.1	0.00	0.0	100.0
1"	25.0	0.64	7.9	92.1
3/4"	19.0	0.74	9.2	90.8
1/2"	12.5	0.97	12.0	88.0
3/8"	9.5	1.23	15.3	84.7
No.4	4.8	1.94	24.1	75.9

Fuente: Propia

Tabla 11-Granulometría Agregado Fino de 20 cm a 40 cm

TAMIZ		RETENIDO ACUMULATIVO	% RETENIDO	% PASADO	% PASADO CORREGIDO
Plg.	mm				
No.10	2.0	41.4	12.5	87.5	66.4
No.20	0.9	83.4	25.2	74.8	56.8
No.40	0.4	120.1	36.3	63.7	48.4
No.200	0.1	185.7	56.1	43.9	33.3

Fuente: Propia

Las tablas 10 y 11 muestra un porcentaje de grava de 24.1%, finos 33.3% y arena de 42.6%.

El gráfico 1 corresponde a la curva granulométrica de la muestra de suelo de 20 cm a 40 cm

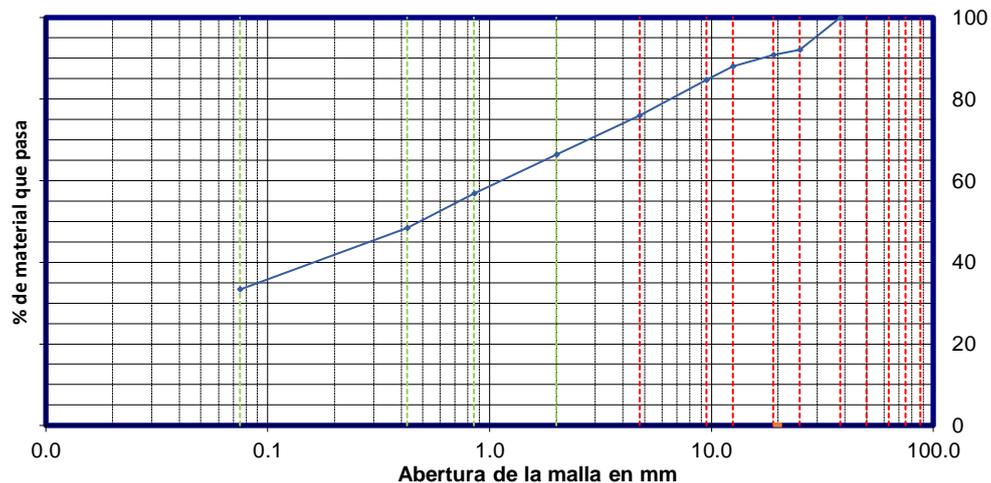


Gráfico 1-Curva granulométrica de 20 cm a 40 cm

Fuente: Propia

En el capítulo 5.3.3 se dará a conocer la clasificación obtenida mediante SUCS y AASHTO

- Granulometría de la muestra de 40 cm a 80cm:

Las siguientes tablas 12 y 13 corresponden a la granulometría realizada a la muestra.

Tabla 12- Granulometría Agregado Grueso de 40 cm a 80 cm

TAMIZ		RETENIDO ACUMULATIVO	% RETENIDO	% PASADO
plg.	mm			
3 1/2"	87.5			
3"	75.0			

2 1/2"	63.0			
2"	50.0			
1 1/2"	38.1			
1"	25.0			
3/4"	19.0			
1/2"	12.5			
3/8"	9.5			
No.4	4.8	0.0	0.0	100.0

Fuente: Propia

Tabla 13- Granulometría Agregado Fino de 40 cm a 80 cm

TAMIZ		RETENIDO ACUMULATIVO	% RETENIDO	% PASADO	% PASADO CORREGIDO
plg.	mm				
No.10	2.0	1.0	0.3	99.7	99.7
No.20	0.9				
No.40	0.4	10.7	2.8	97.2	97.2
No.200	0.1	33.7	8.8	91.2	91.2

Fuente: Propia

Las tablas 12 y 13 muestra un porcentaje de grava de 0%, finos 91.2% y arena de 8.8%.

El gráfico 2 muestra la curva granulométrica de la muestra de suelo de 40 cm a 80 cm que es el suelo natural de la zona.

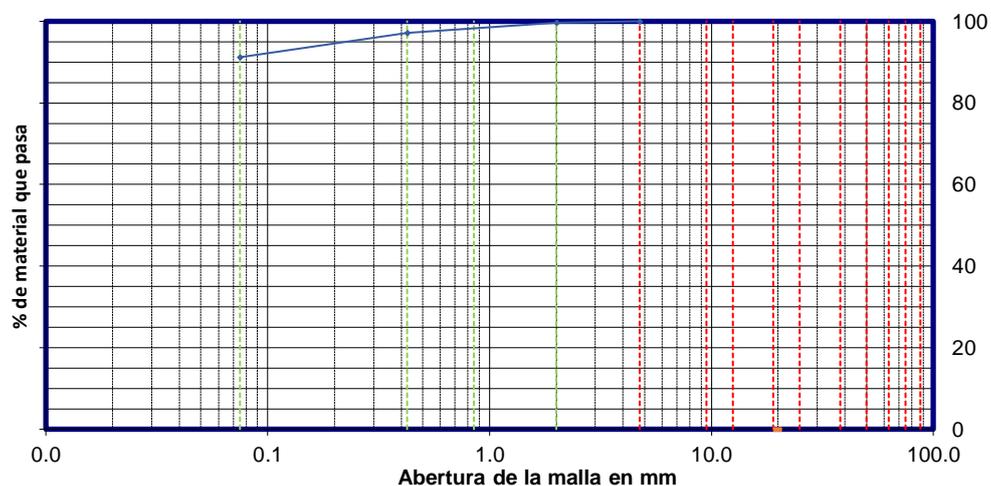


Gráfico 2-Curva Granulométrica de 40 cm a 80 cm

Fuente: Propia

En el capítulo 5.3.3 se dará a conocer la clasificación de esta muestra de suelo obtenida mediante SUCS y AASHTO.

- Granulometría de la muestra del banco de préstamo:

Las tablas 14 y 15 corresponden a la granulometría realizada a la muestra obtenida en el banco de préstamo "El Zate" en San Manuel, Cortés.

Tabla 14-Granulometría Agregado Grueso Banco de Préstamo

TAMIZ		RETENIDO ACUMULATIVO	% RETENIDO	% PASADO
plg.	mm			
3 1/2"	87.5			
3"	75.0			
2 1/2"	63.0			
2"	50.0			
1 1/2"	38.1	0.00	0.0	100.0
1"	25.0	0.14	0.8	99.2
3/4"	19.0	0.81	4.5	95.5
1/2"	12.5	2.36	13.1	86.9
3/8"	9.5	4.07	22.6	77.4
No.4	4.8	8.14	45.3	54.7

Fuente: Propia

Tabla 15-Granulometría Agregado Fino Banco de Préstamo

TAMIZ		RETENIDO ACUMULATIVO	% RETENIDO	% PASADO	% PASADO CORREGIDO
plg.	mm				
No.10	2.0	77.6	25.7	74.3	40.7
No.20	0.9	149.3	49.4	50.6	27.7
No.40	0.4	196.3	64.9	35.1	19.2
No.200	0.1	253.7	83.9	16.1	8.8

Fuente: Propia

Los porcentajes que nos brindan las tablas 14 y 15 corresponden al 45.30% de agregado grueso, 8.8% de agregado fino y 45.90% de arena.

El gráfico 3 muestra la curva granulométrica de la muestra de suelo que se recolectó en el banco de préstamo.

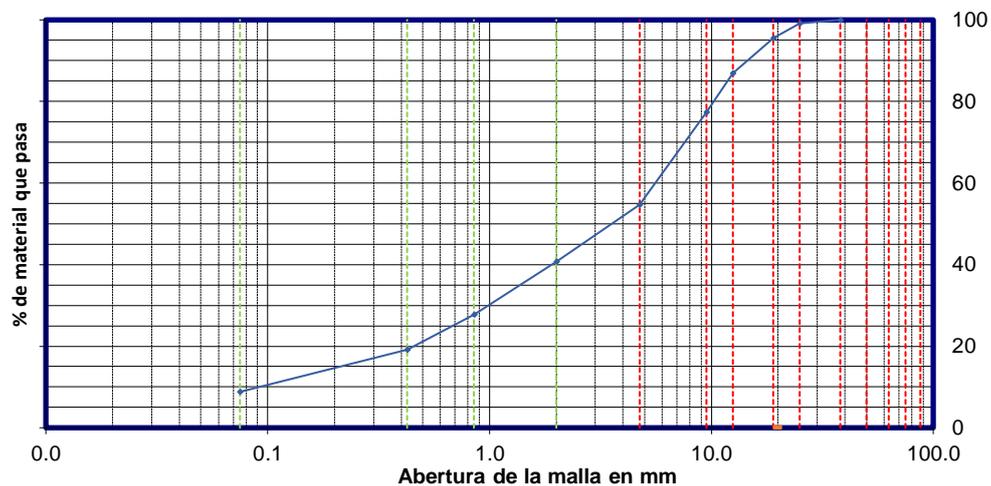


Gráfico 3-Curva Granulométrica Banco de Préstamo

Fuente: Propia

En la sección 5.3.3 se dará a conocer la clasificación de esta muestra de suelo obtenida mediante SUCS y AASHTO.

5.4.2.2. Límites de Atterberg

- Límites de Atterberg de la muestra de 20 cm a 40cm:

En la tabla 16 se mostrarán los datos de las iteraciones recolectadas del ensayo en el laboratorio.

Tabla 16-Límites de Atterberg de 20 cm a 40 cm

Lata No.	Límite Líquido			Límite Plástico	
	63	31	108	87	
Número de golpes	15	26	37		
Peso Suelo Húmedo + Lata	29.32	25.50	28.44	29.05	
Peso Suelo Seco + Lata	25.15	22.24	24.68	25.92	
Peso del Agua	4.17	3.26	3.76	3.13	
Peso de la Lata	10.84	10.64	11.03	11.03	
Peso Suelo Seco	14.31	11.60	13.65	14.89	

% de Humedad	29.1	28.1	27.5	21.0	
--------------	-------------	-------------	-------------	-------------	--

Fuente: Propia

El resultado de límite plástico es de 21 como se brinda en la tabla 16 anteriormente mostrada y con el gráfico 4 se mostrará el límite líquido de la muestra

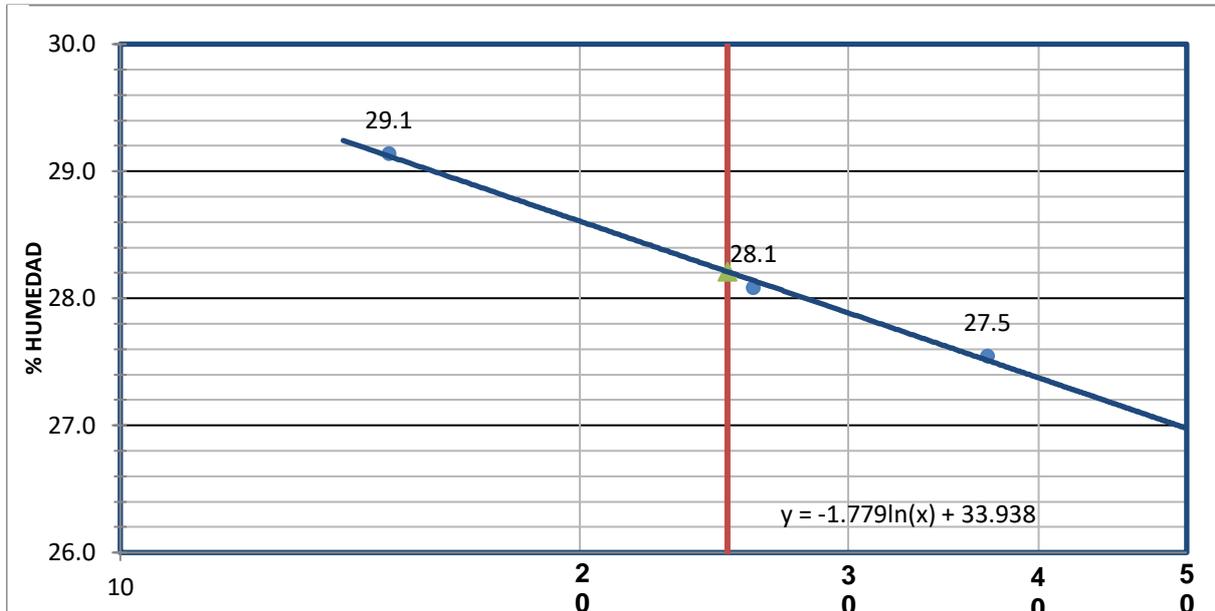


Gráfico 4-Límite Líquido de 20 cm a 40 cm

Fuente: Propia

Como Resultado del gráfico 4 el límite líquido de la muestra es de 28.20 teniendo un resultado general de: límite plástico de 21, límite líquido de 28.2 y un índice de plasticidad de 7.20.

- Límites de Atterberg de la muestra de 40 cm a 80cm:

En la tabla 17 se mostrarán los resultados de las iteraciones realizadas en el laboratorio de la respectiva muestra.

Tabla 17-Límites de Atterberg de 40 cm a 80 cm

	Límite Líquido			Límite Plástico	
	48	124	108	81	
Lata No.	48	124	108	81	
Número de golpes	17	29	42		
Peso Suelo Húmedo + Lata	26.44	23.57	22.35	23.62	
Peso Suelo Seco + Lata	21.67	19.85	19.18	20.81	
Peso del Agua	4.77	3.72	3.17	2.81	

Peso de la Lata	10.74	10.98	11.03	10.68	
Peso Suelo Seco	10.93	8.87	8.15	10.13	
% de Humedad	43.6	41.9	38.9	27.7	

Fuente: Propia

El resultado de límite plástico es de 27.7 como se brinda en la tabla 17 anteriormente mostrada y con el gráfico 5 se mostrará el límite líquido de la muestra.

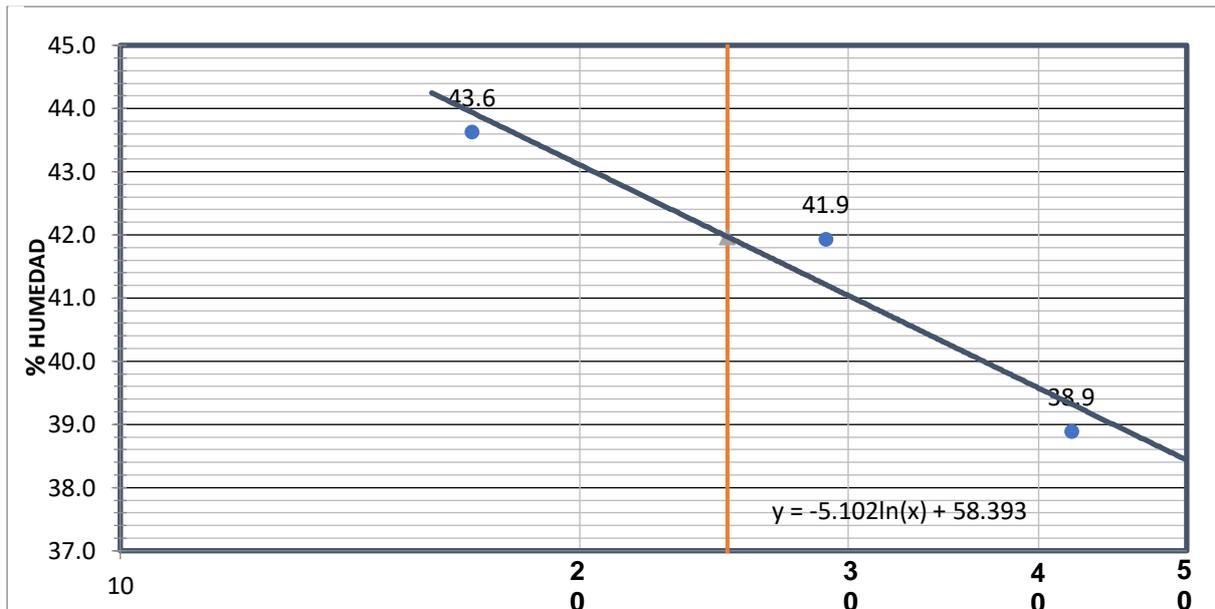


Gráfico 5-Límite Líquido de 40 cm a 80 cm

Fuente: Propia

Como Resultado del gráfico 5 el límite líquido de la muestra es de 42 teniendo un resultado general de: límite plástico de 27.7, límite líquido de 42 y un índice de plasticidad de 14.3.

- Límites de Atterberg de la muestra recolectada en el banco de préstamo "El Zate":

En la tabla 18 se mostrarán los resultados de las iteraciones realizadas en el laboratorio de la respectiva muestra.

Tabla 18-Límites de Atterberg de Banco de Préstamo

Lata No.	Límite Líquido			Límite Plástico	
	136	105	103	15	
Número de golpes	14	26	46		
Peso Suelo Húmedo + Lata	24.89	27.03	23.52	27.18	

Peso Suelo Seco + Lata	22.04	23.84	21.09	24.61	
Peso del Agua	2.85	3.19	2.43	2.57	
Peso de la Lata	10.82	10.66	10.62	11.30	
Peso Suelo Seco	11.22	13.18	10.47	13.31	
% de Humedad	25.4	24.2	23.2	19.3	

Fuente: Propia

El resultado de límite plástico es de 19.3 como se brinda en la tabla 16 anteriormente mostrada y con el gráfico 6 se mostrará el límite líquido de la muestra.

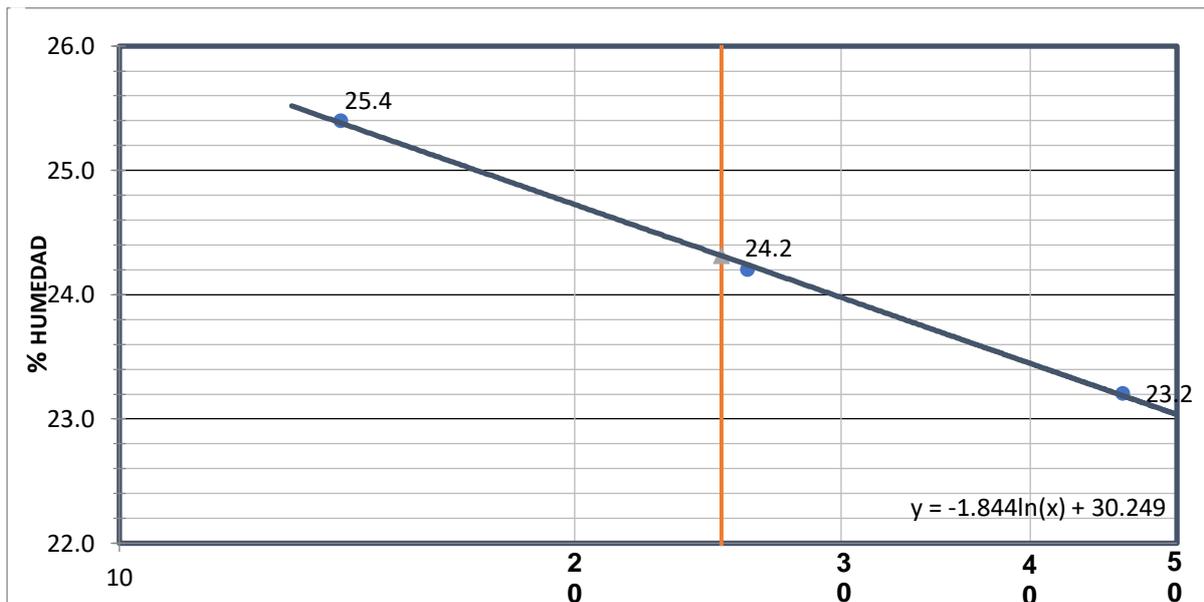


Gráfico 6-Límite Líquido de Banco de Préstamo

Fuente: Propia

En el gráfico 6 se observa del límite líquido de la muestra es de 24.3 teniendo un resultado general de: límite plástico de 19.30, límite líquido de 24.3 y un índice de plasticidad de 5.

5.4.2.3. Proctor Modificado

En esta sección se mostrarán los resultados obtenidos en el laboratorio realizados a la muestra recolectada en el banco de préstamo.

Tabla 19-Determinación de la Densidad Máxima y Humedad Óptima

Humedad de mezcla	3%	6%	9%	12%
Molde No.				
Peso suelo húmedo + molde	15.77	16.29	16.49	16.39
Peso del molde	5.82	5.82	5.82	5.82
Peso del suelo húmedo	9.95	10.47	10.67	10.57

Densidad húmeda	134.9		141.9		144.6		143.3	
Lata No.	L	91	49	40	23	68	82	9
Peso lata + suelo húmedo	65.7	63.3	75.3	73.9	81.3	70.3	76.6	75
Peso lata + suelo seco	63.3	61	71.7	70.5	76.4	66.3	71.4	69.9
Peso de la humedad	2.4	2.3	3.6	3.4	4.9	4	5.2	5.1
Peso de la lata vacía	17.3	18.4	20	18.7	19.6	18.5	19.2	19.6
Peso del suelo seco	46	42.6	51.7	51.8	56.8	47.8	52.2	50.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.2	5.4	7.0	6.6	8.6	8.4	10.0	10.1
CONTENIDO DE HUMEDAD PROM.(%)	5.3		6.8		8.5		10.1	
DENSIDAD SECA (lbs/pie3)	128.1		132.9		133.3		130.2	

Fuente: Saybe y Asociados

Con la Tabla 19 se procede a realizar el gráfico 7 para lograr determinar la densidad máxima.

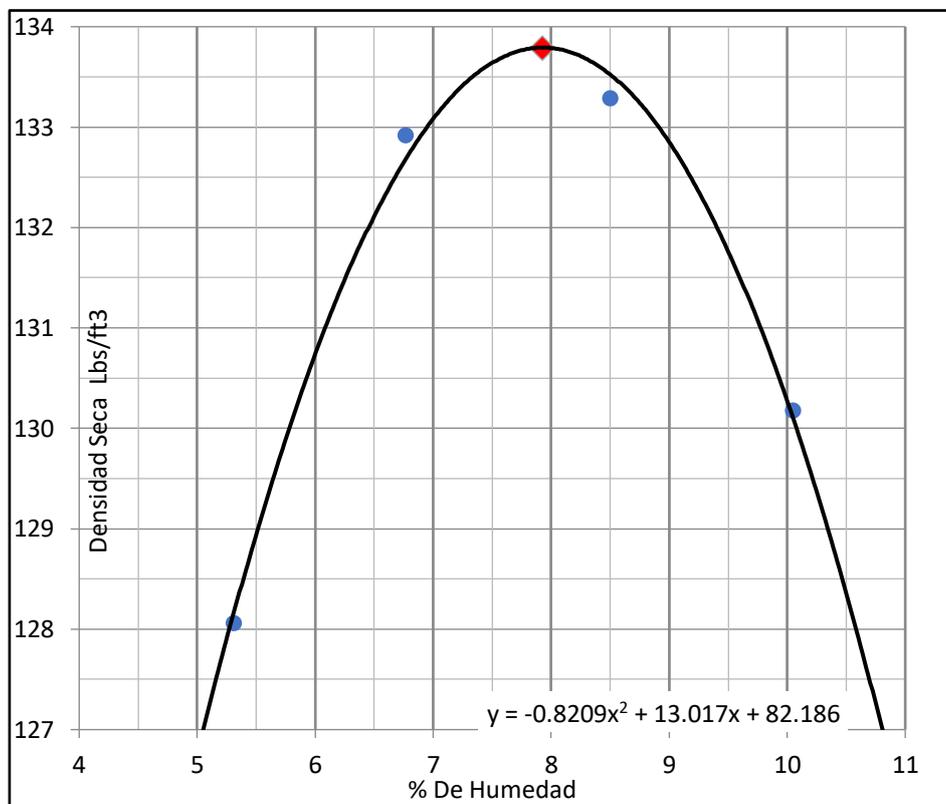


Gráfico 7-Densidad Máxima

Fuente: Saybe y Asociados

Como resultado de la tabla 19 y el gráfico 7 se obtiene que: la densidad máxima es de 133.8 lbs/ft³ equivalentes a 2143.27 kg/m³ y la Humedad Optima es 7.9%.

5.4.2.4. CBR

El ensayo de CBR se le realizó a la muestra que se utilizará como subbase para determinar el módulo de reacción k que tiene este suelo.

La Tabla 20 brindará la información recolectada de las tres iteraciones del ensayo de CBR

Tabla 20-Índice de Soporte de California (CBR)

Penetración en pulgadas	Carga Estandar en Lbs / Pulg	MOLDE No.	D	MOLDE No.	E	MOLDE No.	F
		Carga de Prueba		Carga de Prueba		Carga de Prueba	
		Lectura	Lbs/ plg ²	Lectura	Lbs/ plg ²	Lectura	Lbs/ plg ²
0.025		107	36	119	39.67	227	75.67
0.050		320	107	462	154.00	568	189.33
0.075		653	218	781	260.33	959	319.67
0.100	1,000	866	289	1207	402.33	1456	485.33
0.200	1,500	1953	651	2272	757.33	2911	970.33
0.300	1,900	2698	899	3266	1088.67	4225	1408.33
0.400	2,300	3266	1089	3763	1254.33		
0.500	2,600	3976	1325				
CBR corregido		Lbs/ plg ²	%	Lbs/ plg ²	%	Lbs/ plg ²	%
0.100		360.0	36.0	440.0	44.0	575.0	57.5
0.200		680.0	45.3	815.0	54.3	1070.0	71.3
PROMEDIO		40.7		49.2		64.4	

Fuente: Saybe y Asociados

El CBR al 100% de Compactación es de 63.5 y al 95% de compactación es 45.

5.4.3. ESTRATIFICACIÓN

Con los resultados del laboratorio se clasificó el suelo existente de la estructura de pavimento y también el material recomendado para utilizar en la nueva capa de subbase de pavimento.

- El primer material retirado de la calicata realizada se determinó como capa vegetal
- La muestra de suelo de 20 cm a 40 cm se clasificó por medio de AASHTO:

Con la ilustración 48 se clasificó el suelo como A-2-4-Grava y arena limosa o arcillosa.

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos de la muestra que pasa la malla No. 200)						
	A-1			A-2-4	A-2		
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b	A-3		A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis por cribado (porcentaje que pasa las mallas)							
No. 10	50 máx.						
No. 40	30 máx.	50 máx.	51 mín.				
No. 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.
Características de la fracción que pasa la malla No. 40							
Límite líquido				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.			10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Tipos usuales de materiales componentes significativos							
	Fragmentos de piedra grava y arena		Arena fina	Grava y arena limosa o arcillosa			
Tasa general de los subrasantes				De excelente a bueno			

Ilustración 54-Tabla Para Clasificar por Medio de AASHTO 20 cm a 40 cm

Fuente: American Association of State Highway Officials

- La muestra de suelo de 40 cm a 80 cm que pertenece al selo natural del sitio se clasificó por medio de AASHTO:

Con la ilustración 49 se clasificó el suelo como: A-7-5-Suelo Arcilloso

Clasificación general	Materiales limo-arcilla (más del 35% de la muestra que pasa la malla No. 200)			
	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5* A-7-6†
Análisis por cribado (porcentaje que pasa por las mallas)				
No. 10				
No. 40				
No. 200	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características de la fracción que pasa por la malla No. 40				
Límite líquido	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Tipos usuales de materiales componentes significativos				
	Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Tasa general de los sobranes			De mediano a pobre	
*Para A-7-5, $PI \leq LL - 30$				
†Para A-7-6, $PI > LL - 30$				

Ilustración 55- Tabla Para Clasificar por Medio de AASHTO de 40 cm a 80 cm

Fuente: American Association of State Highway Officials

- La clasificación AASHTO de la muestra recolectada en el banco de préstamo resultó de:

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos de la muestra que pasa la malla No. 200)						
	A-1			A-2			
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis por cribado (porcentaje que pasa las mallas)							
No. 10	50 máx.						
No. 40	30 máx.	50 máx.	51 mín.				
No. 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.
Características de la fracción que pasa la malla No. 40							
Límite líquido				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.		NP	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Tipos usuales de materiales componentes significativos	Fragmentos de piedra grava y arena		Arena fina	Grava y arena limosa o arcillosa			
Tasa general de los subrasantes	De excelente a bueno						

Ilustración 56- Tabla Para Clasificar por Medio de AASHTO de Banco de Préstamo

Fuente: American Association of State Highway Officials

Mediante la ilustración 50 se clasificó el suelo como: A-1-a-Fragmento de piedra, grava y arena.

5.5. DISEÑO GEOMÉTRICO DEL PAVIMENTO

En esta sección se estará brindando el paso a paso del diseño geométrico realizado en el programa Civil3D en desde la inserción de los puntos, la creación de grupos para categorizar los diferentes puntos tomados en la estación total, generación de breaklines y perfiles, creación del corredor hasta la creación del diseño geométrico del sector de Poza Los Alcaldes descritos a continuación.

5.5.1. PASO A PASO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO

A continuación, se presenta el paso a paso del diseño geométrico donde se estarán describiendo mediante imágenes y texto los pasos a realizar para la ejecución de los planos del proyecto. Para el diseño geométrico se ha procurado dar cumplimiento a los lineamientos del MANUAL DE CARRETERAS DE HONDURAS (SOPTRAVI) y Manual Centroamericano SIECA.

Paso 1: Insertar los puntos del levantamiento, en barra de tareas Insert y en el tag Points from File; se ingresaron por día de levantamiento mediante el formato PNEZD (comma delimited).

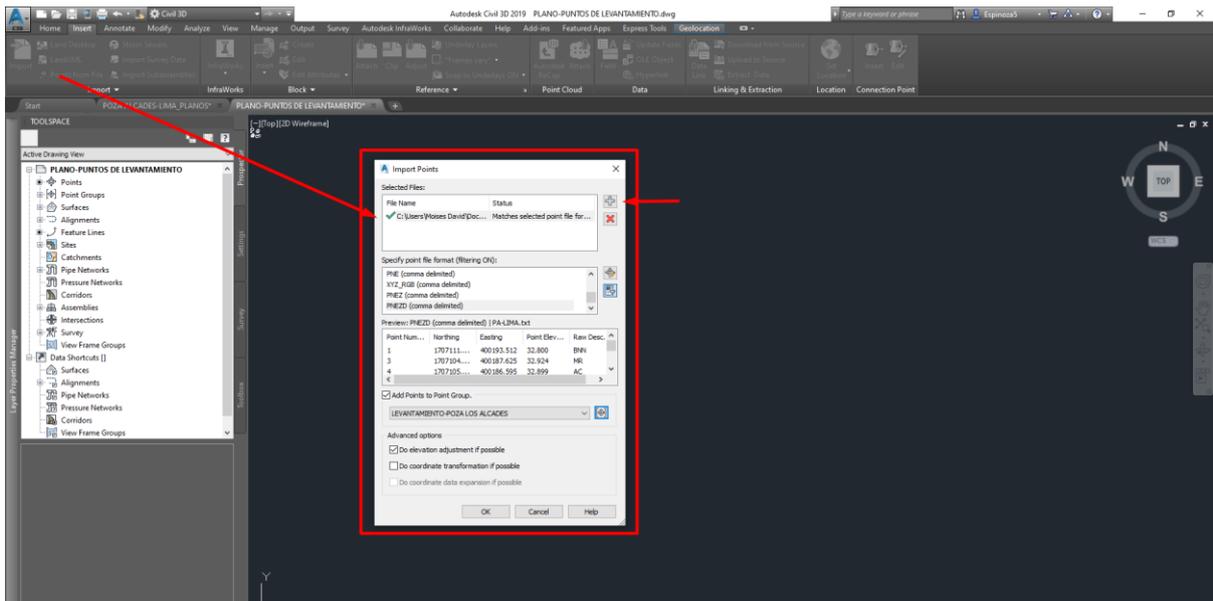


Ilustración 57- Importar Puntos

Fuente: Propia

Paso 2: Se agrupan los puntos de levantamiento, por categorización de elementos.

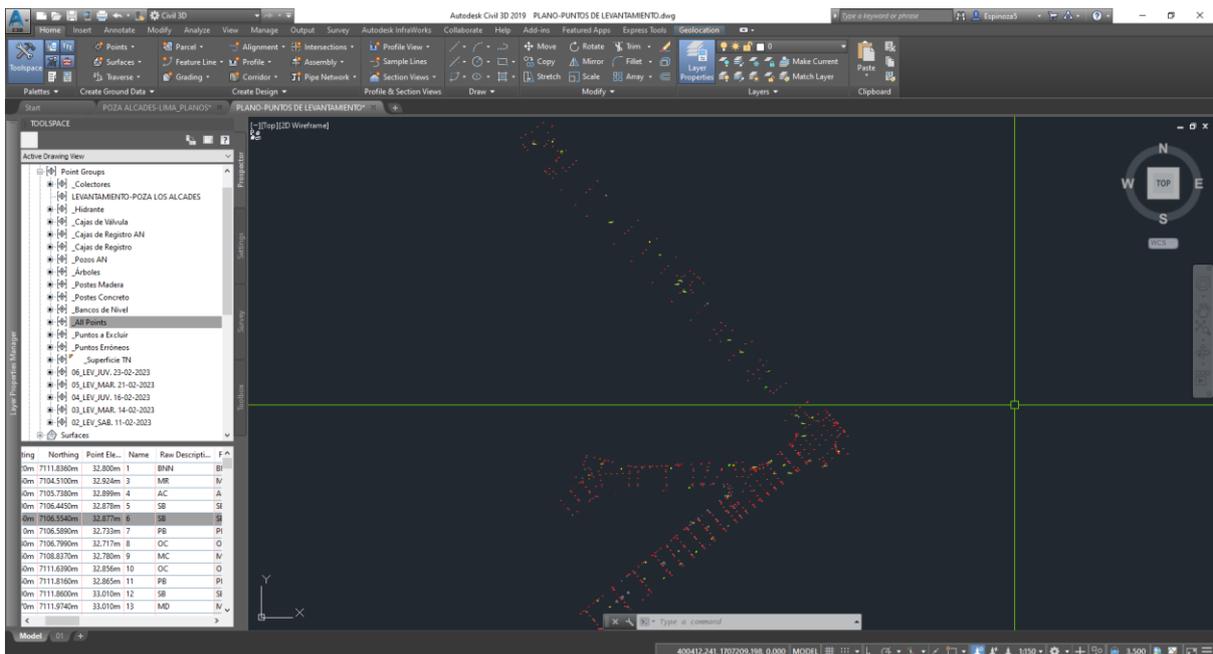


Ilustración 58-Grupo de Puntos.

Fuente: Propia

Paso 3: Crear la superficie, en barra de tareas Home, en el tag Surfaces y en la categoría Create Surface; y en información se define el nombre de la superficie como "Levantamiento TN".

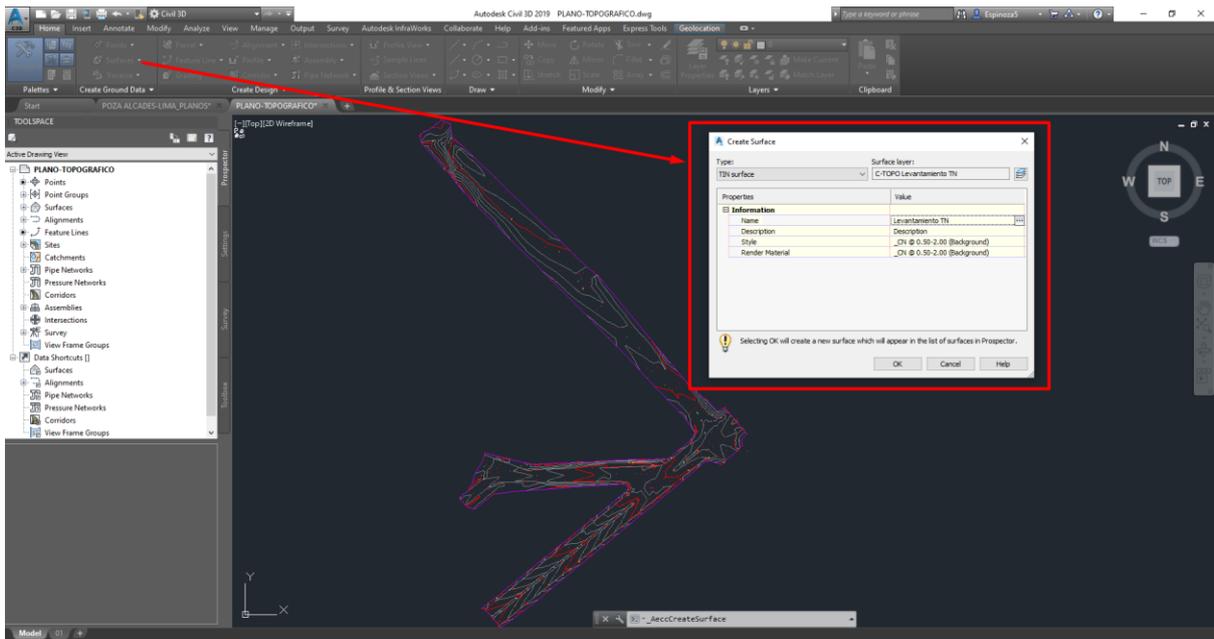


Ilustración 59-Crear Superficie

Fuente: Propia

Paso 4: En la sección Definition, se agrega el grupo _Superficie TN, el cual conforma todos los puntos que serán utilizados para formar la superficie del levantamiento. Este grupo se realiza durante la categorización de elementos (Paso 2).

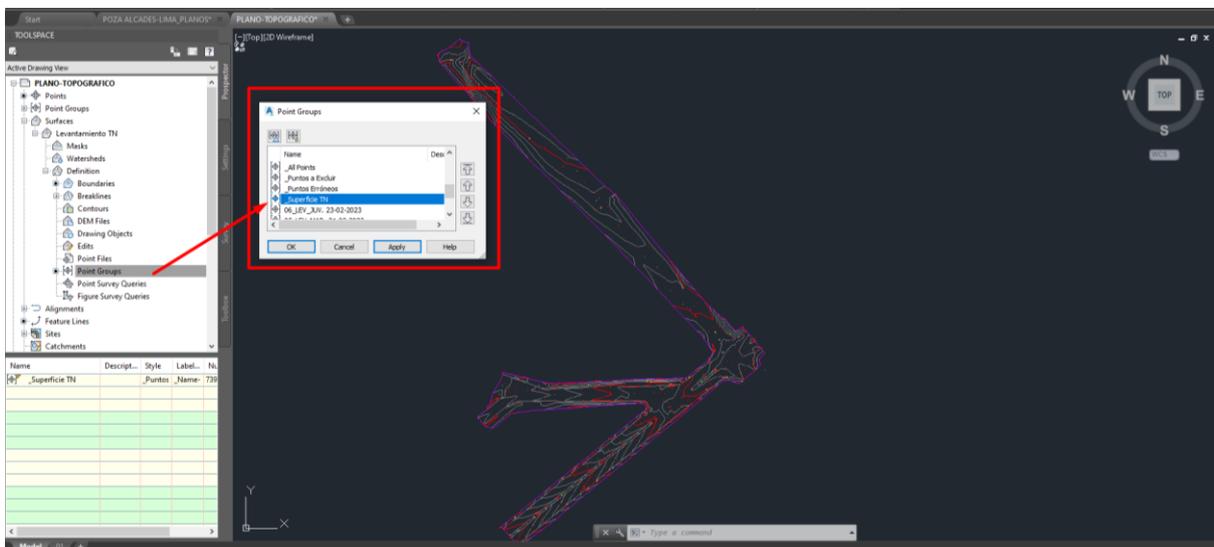


Ilustración 60-Grupos de Punto de Superficie

Fuente: Propia

Paso 5: Se agregan los grupos de Breaklines, que son generados con Feature Lines las cuales permiten definir las elevaciones entre los puntos relacionados, las cuales generan las curvas de

nivel de una manera más representativa y de esta forma se logra obtener la superficie del terreno en su condición actual.

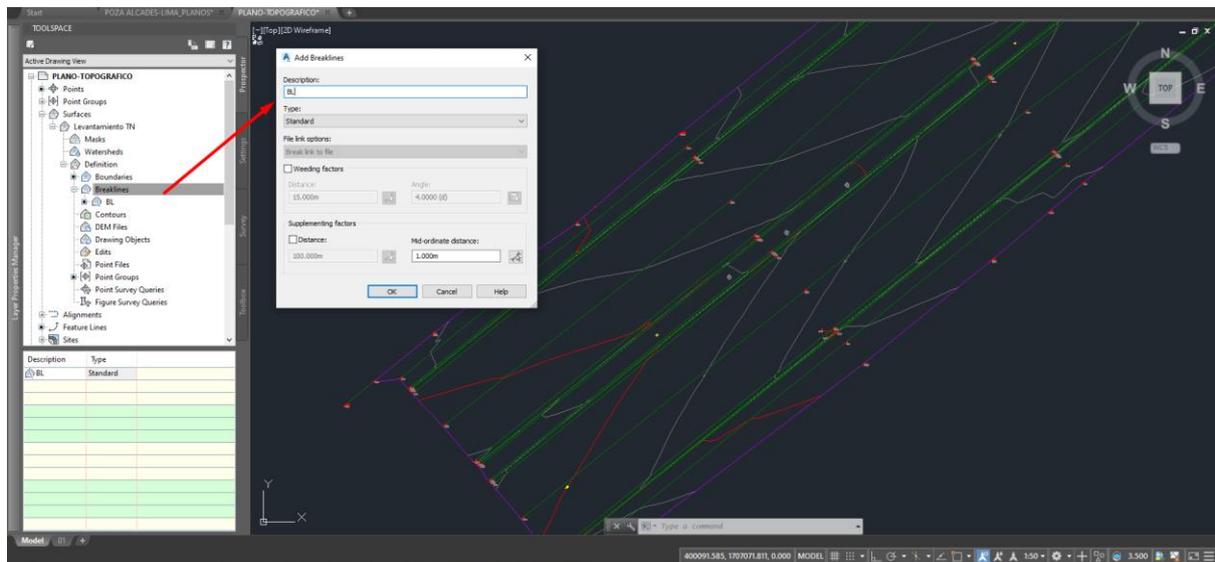


Ilustración 61-Breaklines

Fuente: Propia

Paso 6: Una vez generada la superficie del levantamiento, se dibuja la geometría existente, por medio de los puntos obtenidos, dejando definidos los ejes por donde irán los alineamientos.

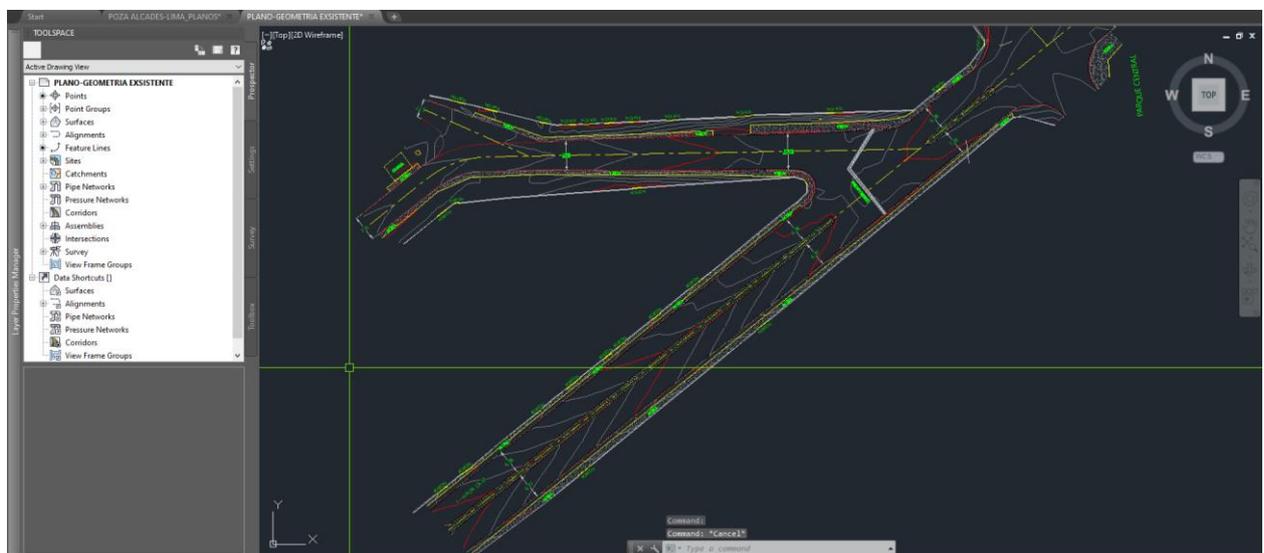


Ilustración 62-Geometría Existente

Fuente: Propia

Paso 7: Se genera los alineamientos de las calles con sus estacionamientos, en barra de tareas Home, en el tag Alignment y en la categoría Create Alignment from Objects seleccionando la

polyline por donde se definió que irían los alineamientos.

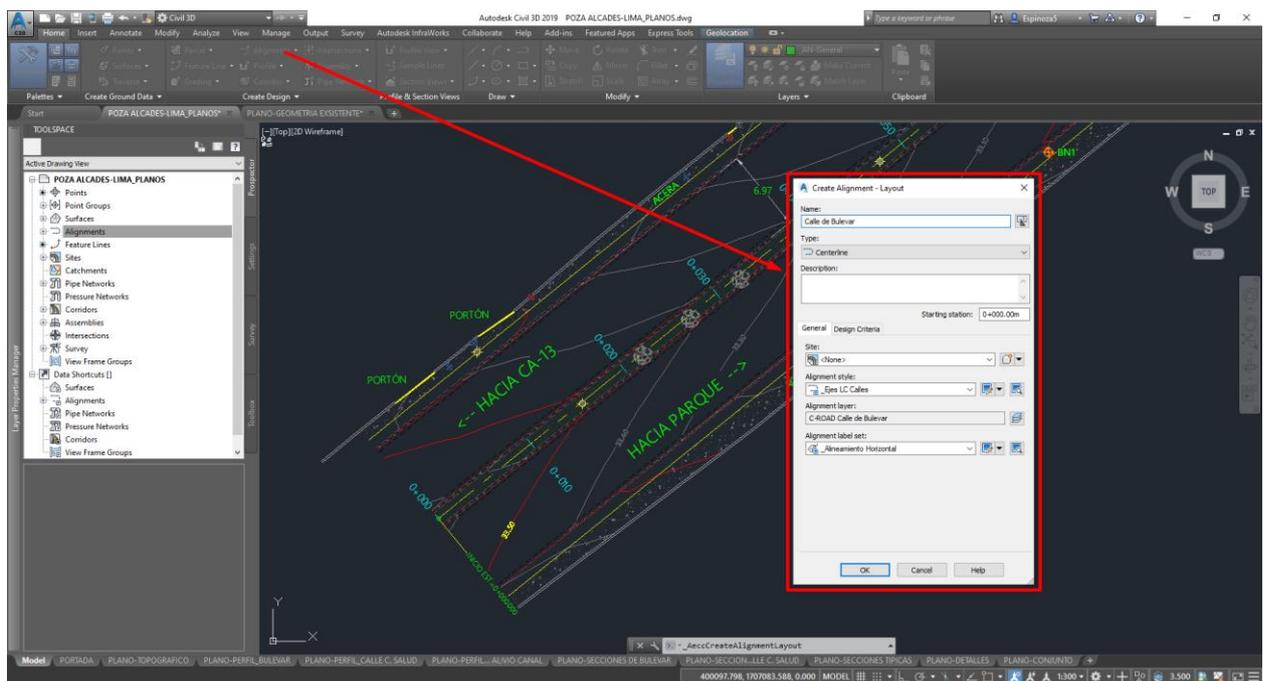


Ilustración 63-Alineamientos de Calles

Fuente: Propia

Paso 8: Se genera los perfiles de los alineamientos creados, en barra de tareas Home, en el tag Profile y en la categoría Create Surface Profile.

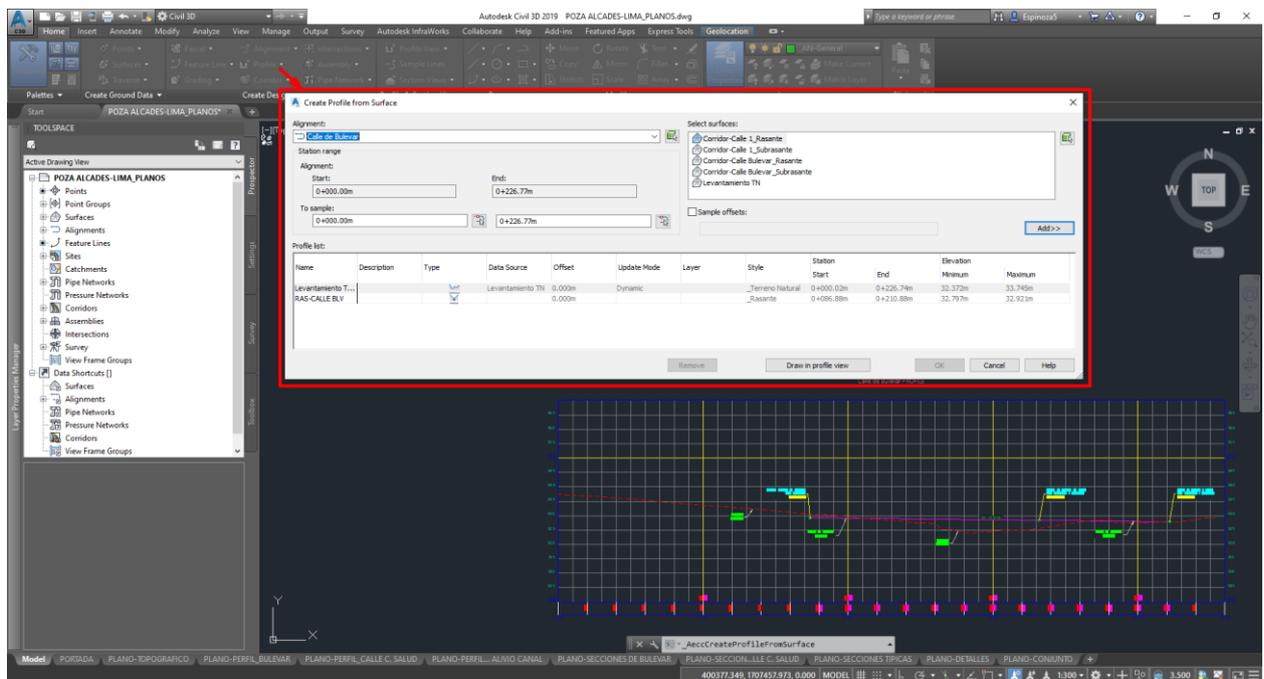


Ilustración 64-Perfiles de Calles

Fuente: Propia

Paso 9: Se crea las rasantes, en barra de tareas Home, en el tag Profile y en la categoría Profile Creation Tools, seleccionando el perfil donde se definirá la rasante.

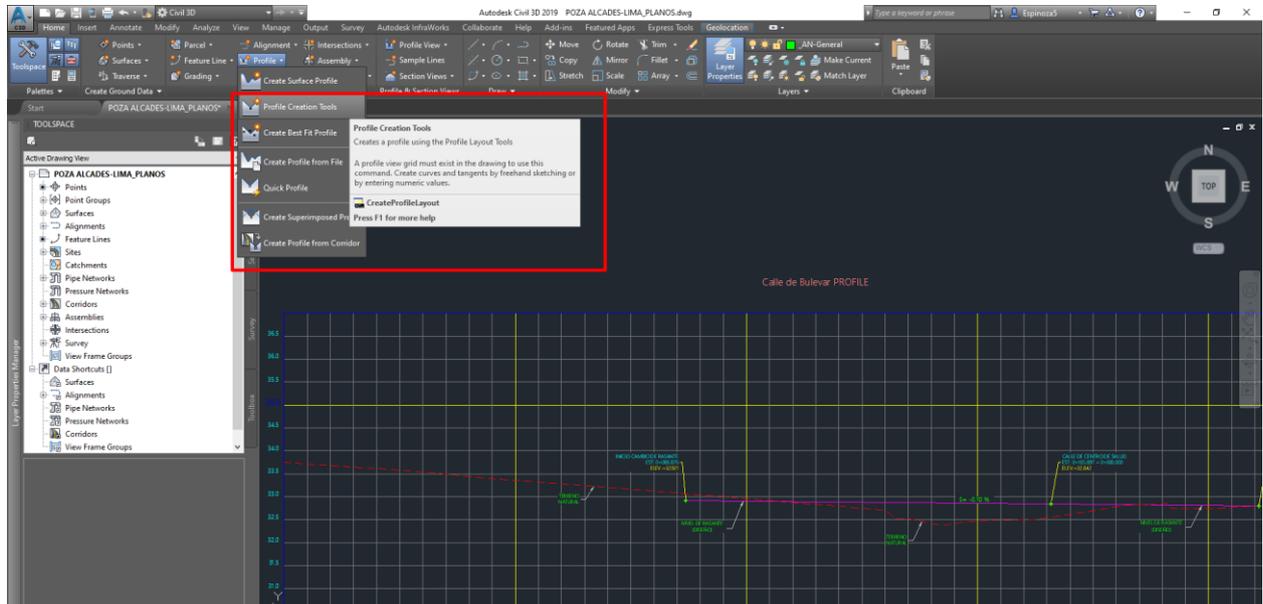


Ilustración 65-Crear Rasantes

Fuente: Propia

Paso 10: Se selecciona el perfil y luego se nombra la rasante de diseño.

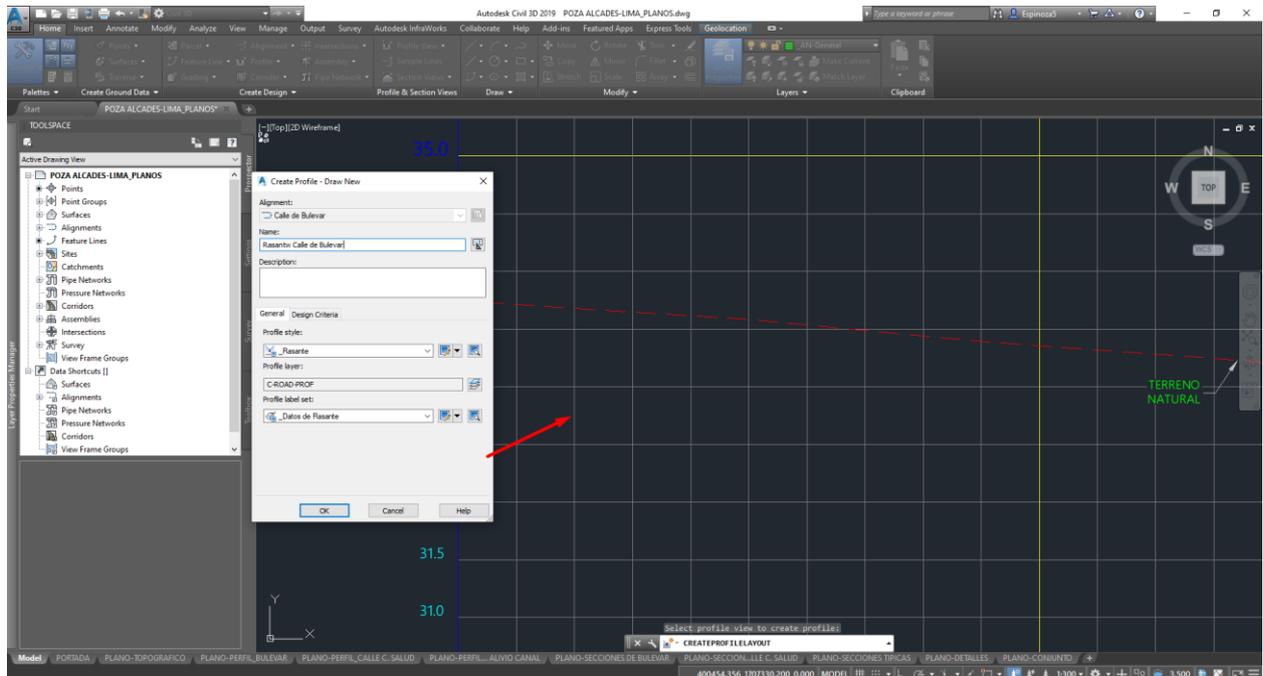


Ilustración 66- Nombre de Rasante

Fuente: Propia

Paso 11: Se define el trazo de la rasante de diseño mediante el Draw Tangents without Curves y se dibuja la rasante.

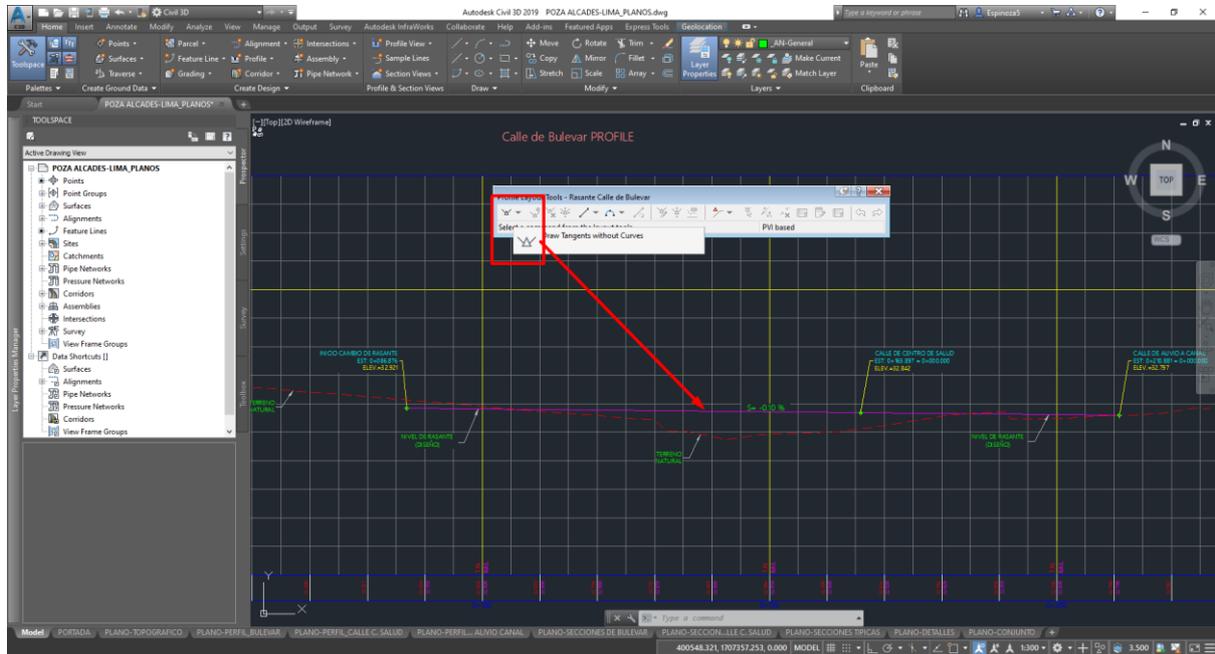


Ilustración 67-Definición de Rasante

Fuente: Propia

Paso 11: Mediante dibujo se definen las secciones típicas de las calles, la cual adopta las mismas dimensiones de la sección existente.

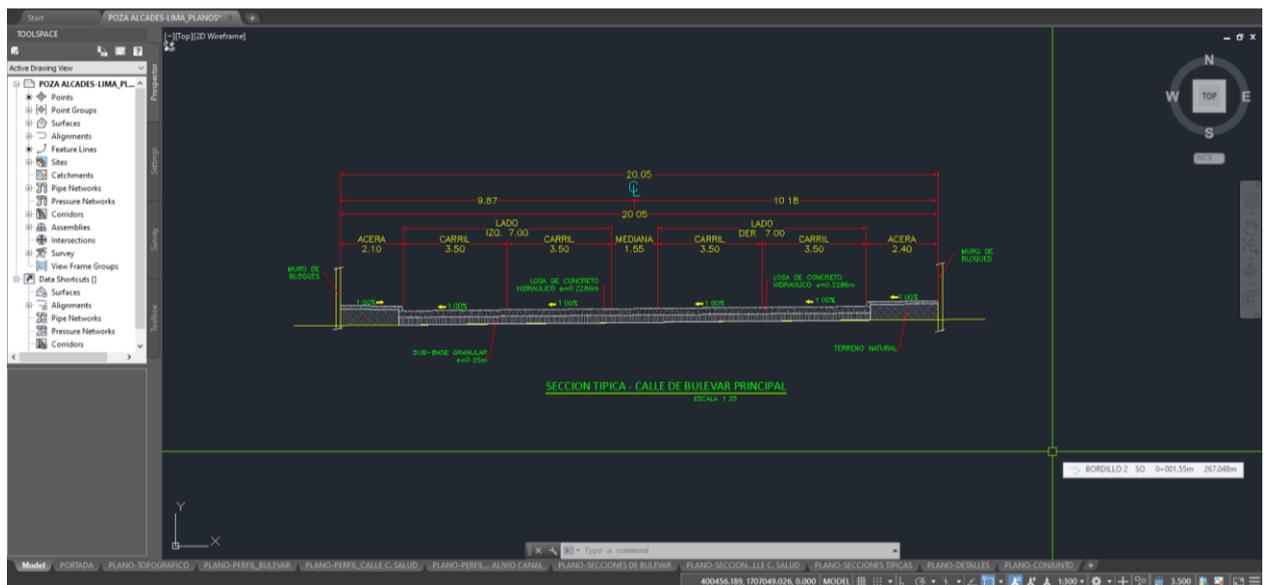


Ilustración 68-Sección Típica

Fuente: Propia

Paso 13: Se crea un assembly con las dimensiones definidas en la sección típica, en barra de tareas Home, en el tag Assembly y en la categoría Create Assembly

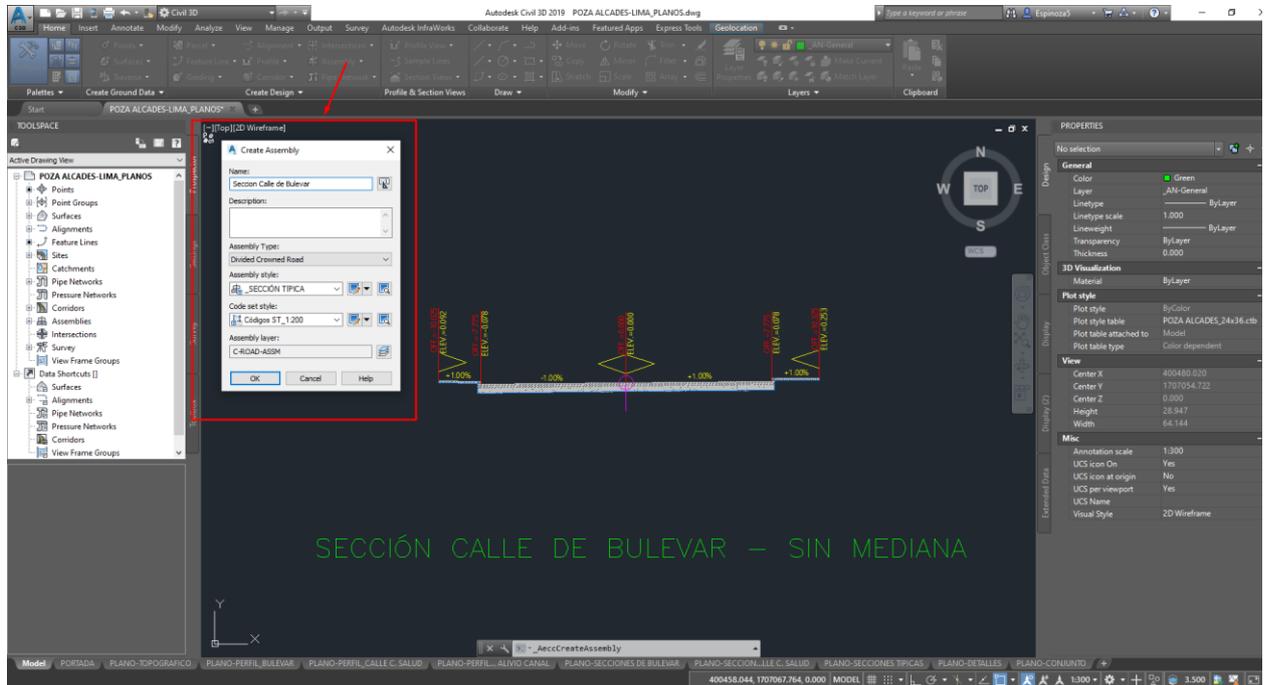


Ilustración 69- Assembly de Secciones Típicas

Fuente: Propia

Paso 14: Se crea corredor, en barra de tareas Home, en el tag Corridor y en la categoría Corridor; se necesitan 3 aspectos, alineamiento, rasante y assembly.

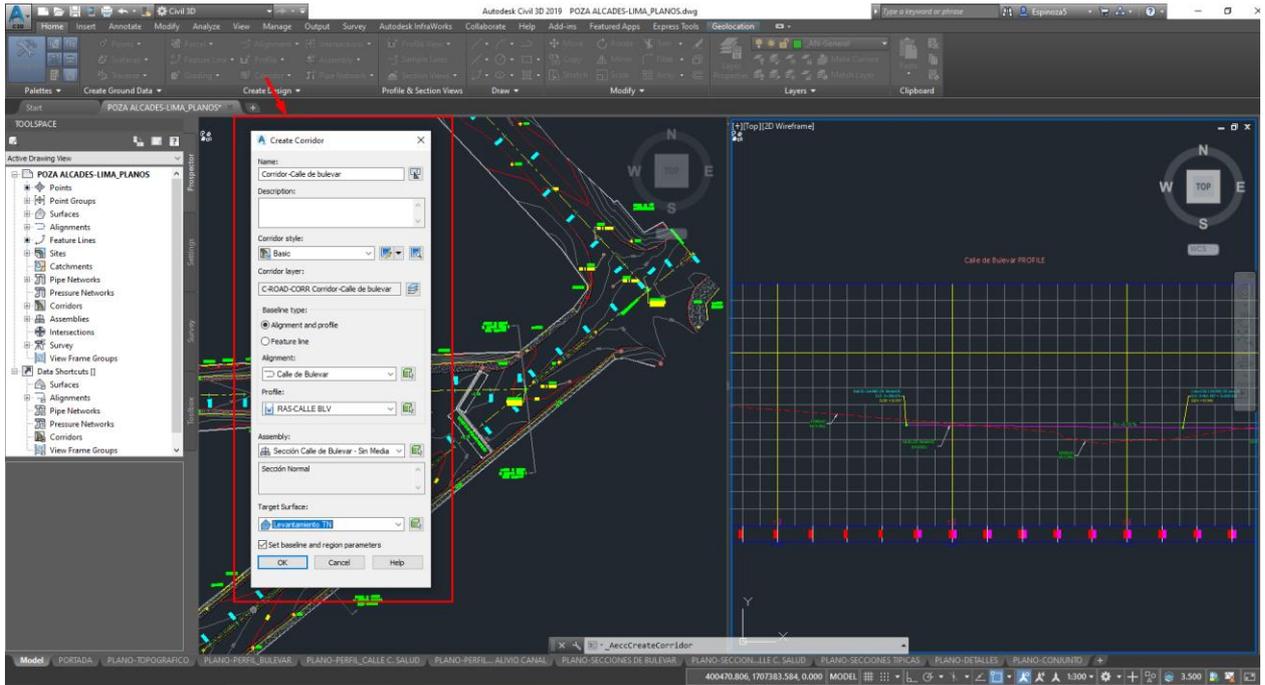


Ilustración 70-Crear Corridor

Fuente: Propia

Paso 15: En el tag Parameters de barra de tareas, se definen los parámetros a considerar del corridor, al momento de generarlos.

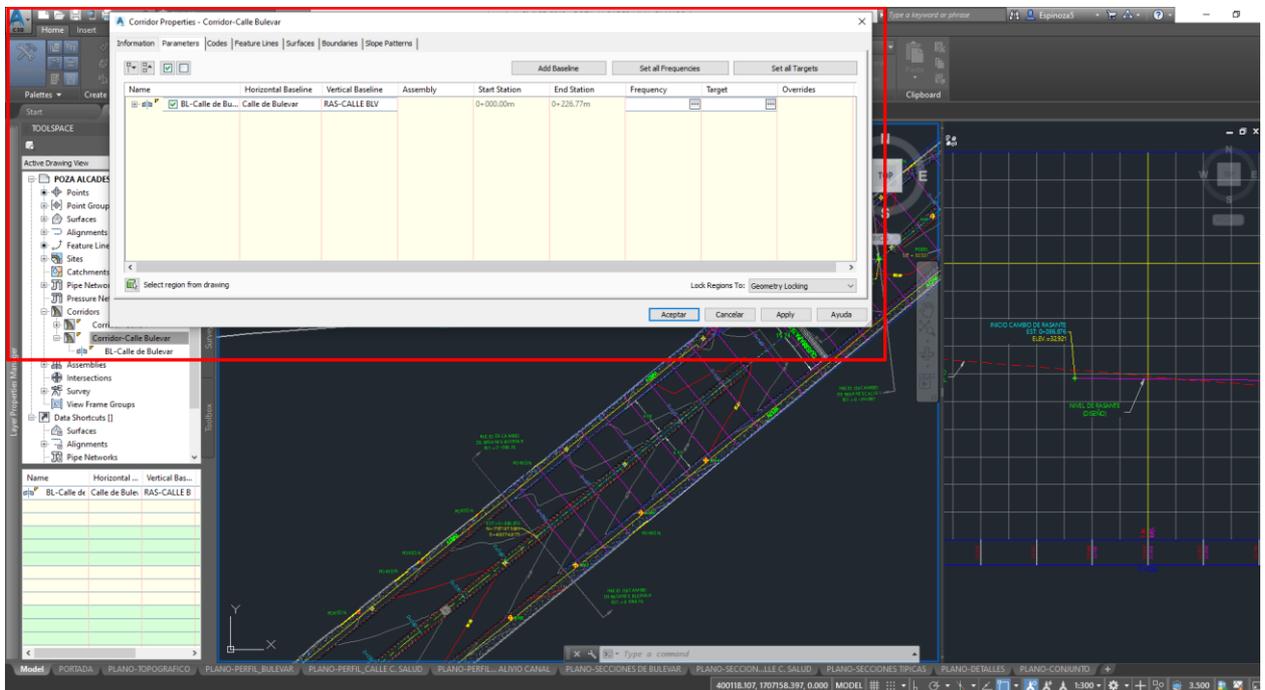


Ilustración 71-Parámetros de Corridor

Paso 16: se define la frecuencia de la información generada a través del corredor, para este proyecto a cada 5 metros.

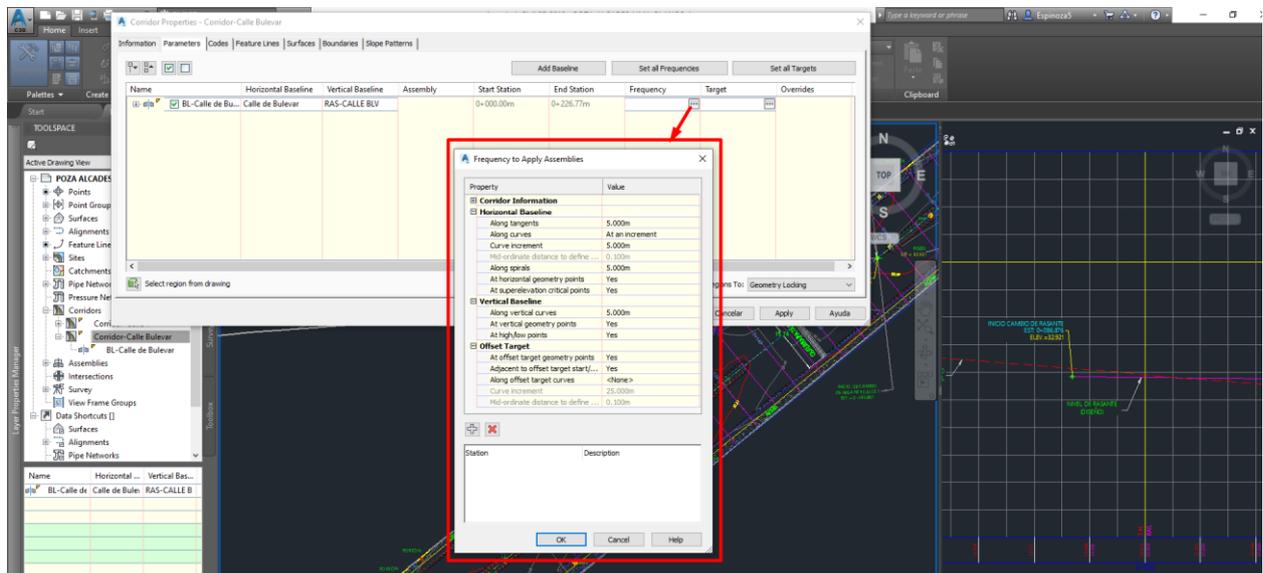


Ilustración 72-Frecuencia de Información

Fuente: Propia

Paso 17: En el tag Superficies de barra de tareas, se genera la superficie de rasante para tener el nivel del capa de rodadura del pavimento y subrasante para los analisis de corte y relleno.

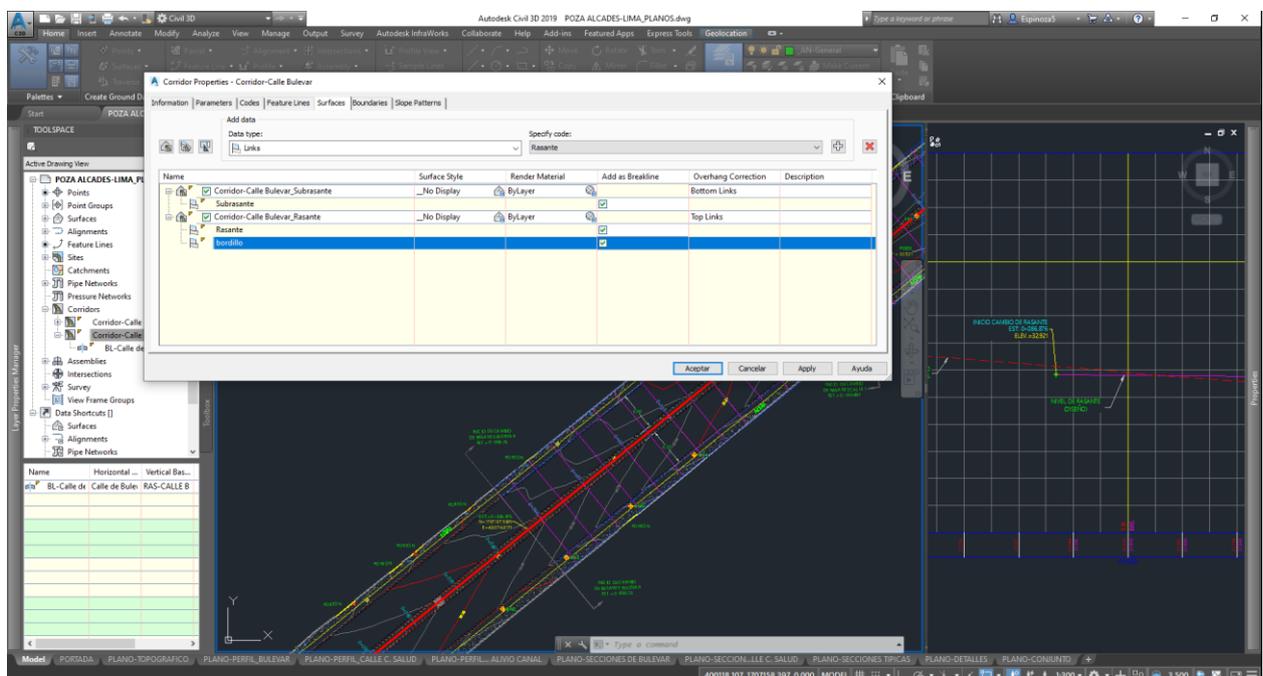


Ilustración 73-Superficie de Rasante y Subrasante

Fuente: Propia

Paso 18: Mediante los boundary, se generan los contornos de la superficie de rasante y subrasante, que darán para definir los límites de corte y relleno.

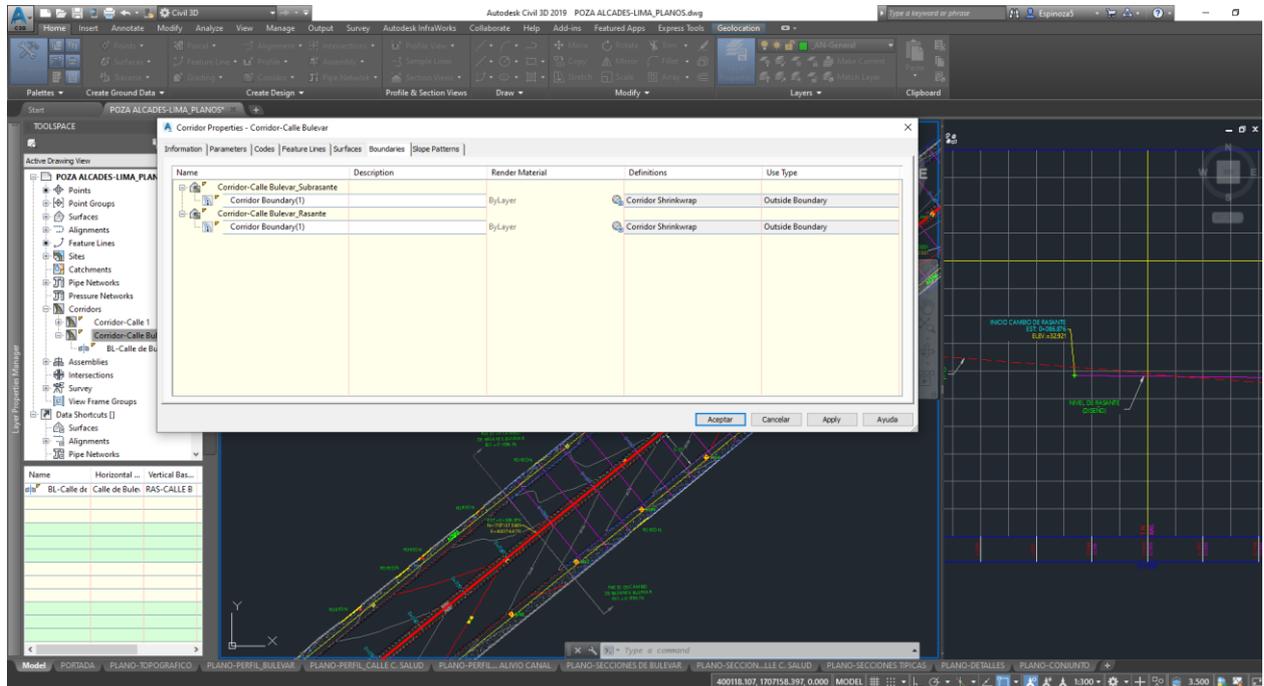


Ilustración 74-Boundary

Fuente: Propia

Paso 19: Se realizan las Sample Lines, seleccionando el alineamiento por donde se generará la información de las secciones y las mismas están generadas a cada 5 metros, con la misma frecuencia del corredor. El ancho de las Sample Lines se extiende a la dimensión transversal del proyecto-levantamiento.

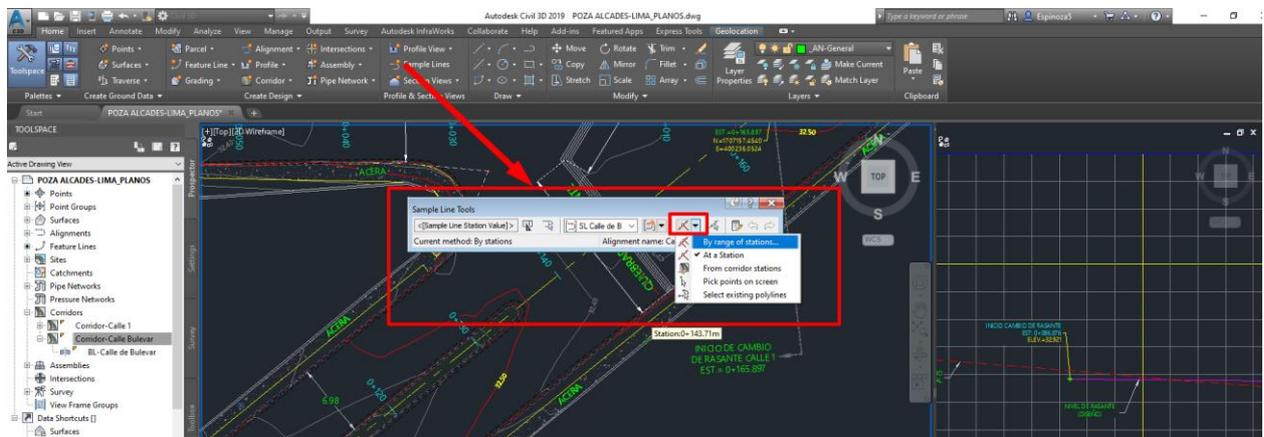


Ilustración 75-Sample Lines

Fuente: Propia

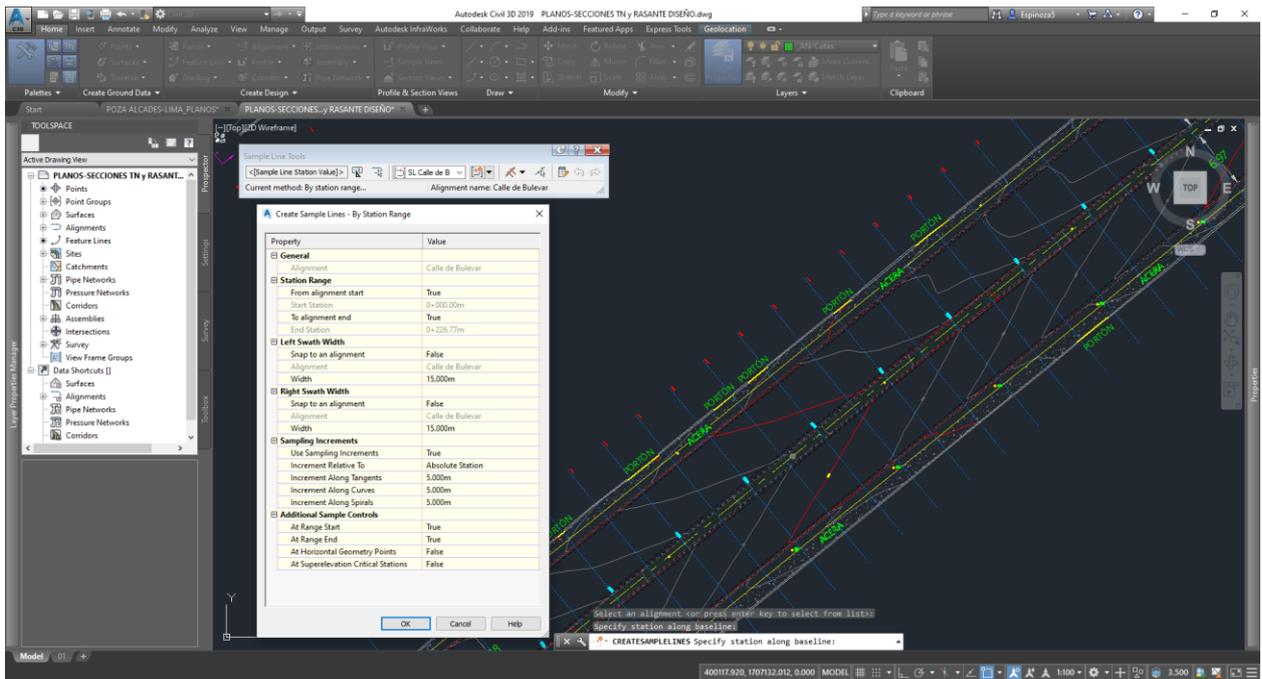


Ilustración 76-Parámetros de Simple Line

Fuente: Propia

Paso 20: Se generan las vistas de las secciones con toda la información desarrollada, en barra de tareas Home, en el tag Section Views y en la categoría Create Multiple Views, en donde se representa: TN de Levantamiento, Corridor y Superficie de subrasante.

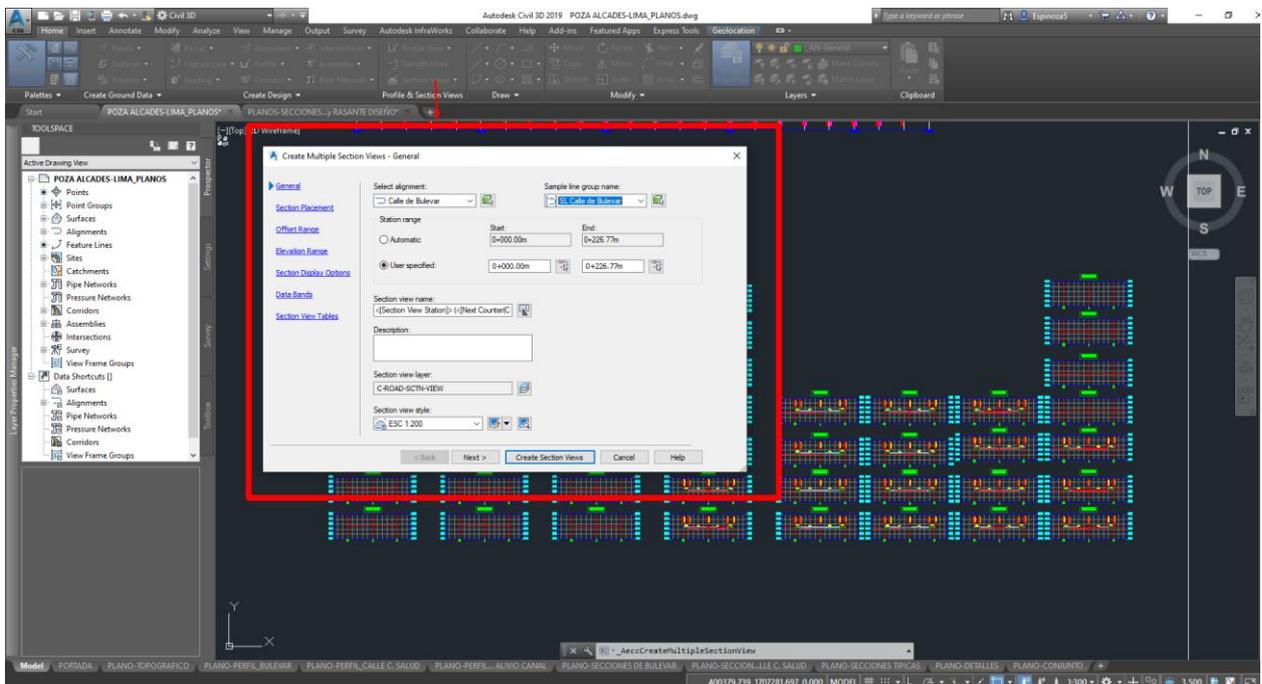


Ilustración 77-Section Views

Fuente: Propia

Paso 21: Se genera el cálculo de los volúmenes de corte y relleno, en barra de tareas Analyze, en el tag Compute Materials y se selecciona el alineamiento analizado.

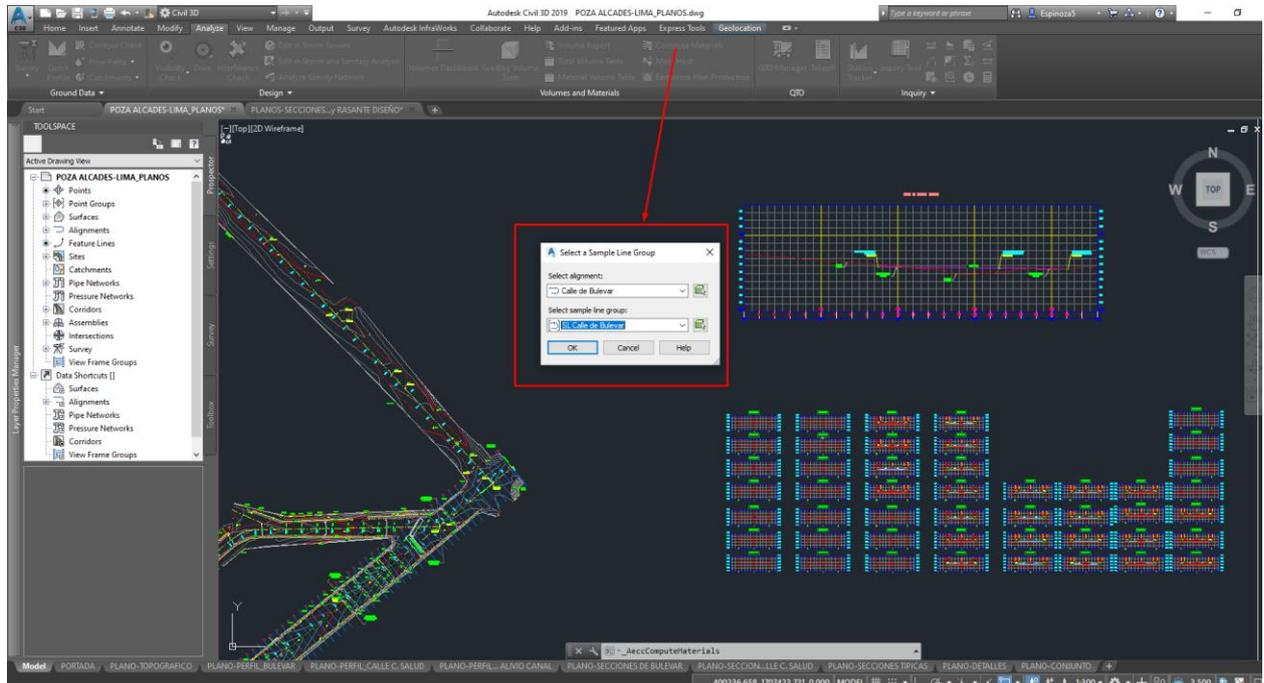


Ilustración 78- Compute Materials

Fuente: Propia

Paso 22: Se definen los parámetros para el análisis de los volúmenes de corte y relleno.

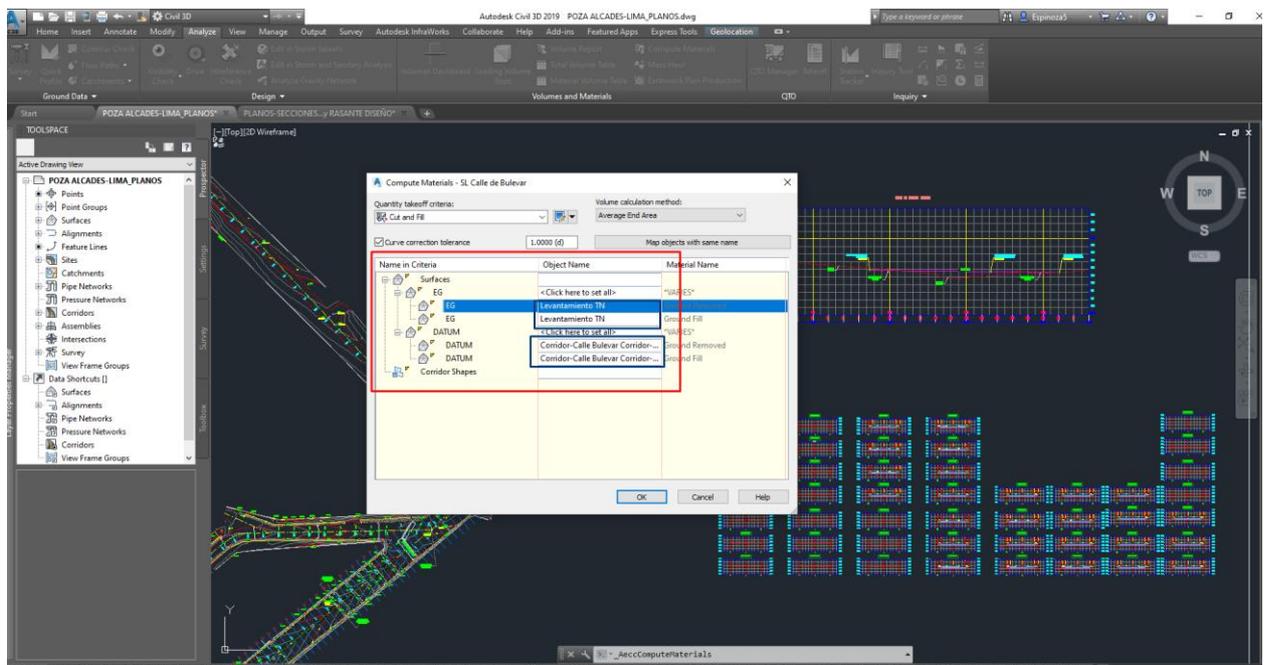


Ilustración 79- Compute Materials

Fuente: Propia

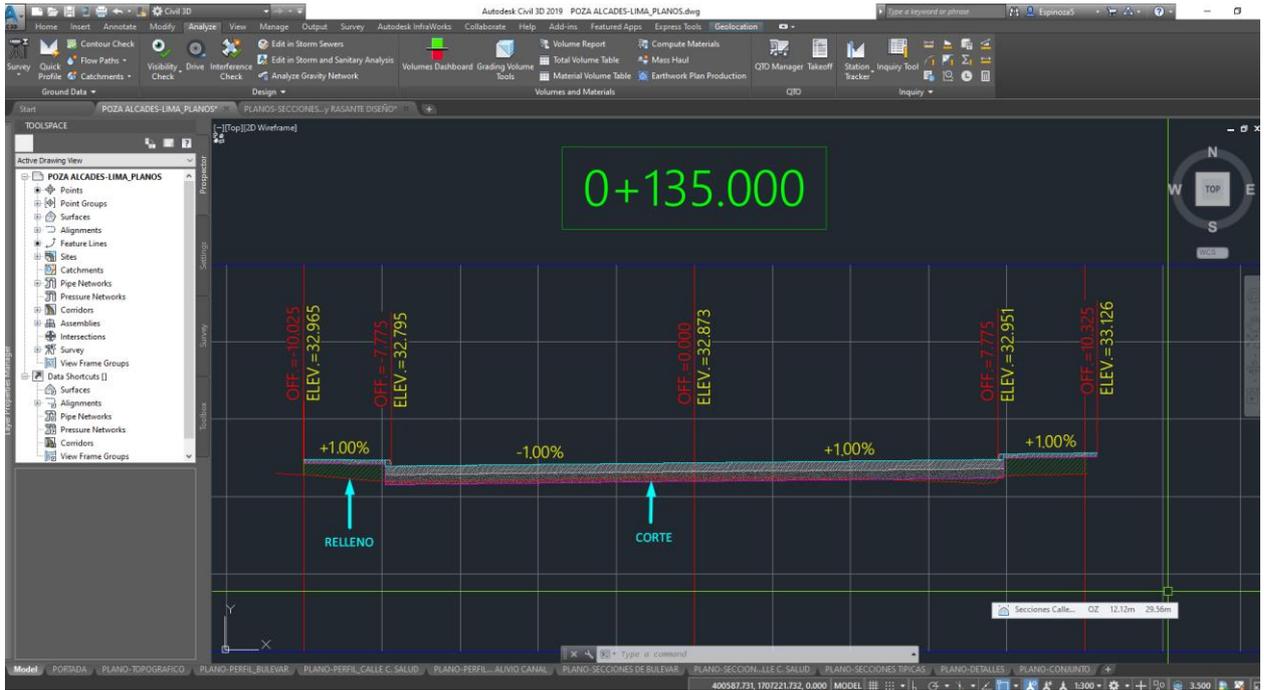


Ilustración 80-Representación de Corte y Relleno en Secciones

Fuente: Propia

Paso 23: Se generan las tablas de corte y relleno con la información de las mismas, en barra de tareas Analyze, en el tag Total Volume Table.

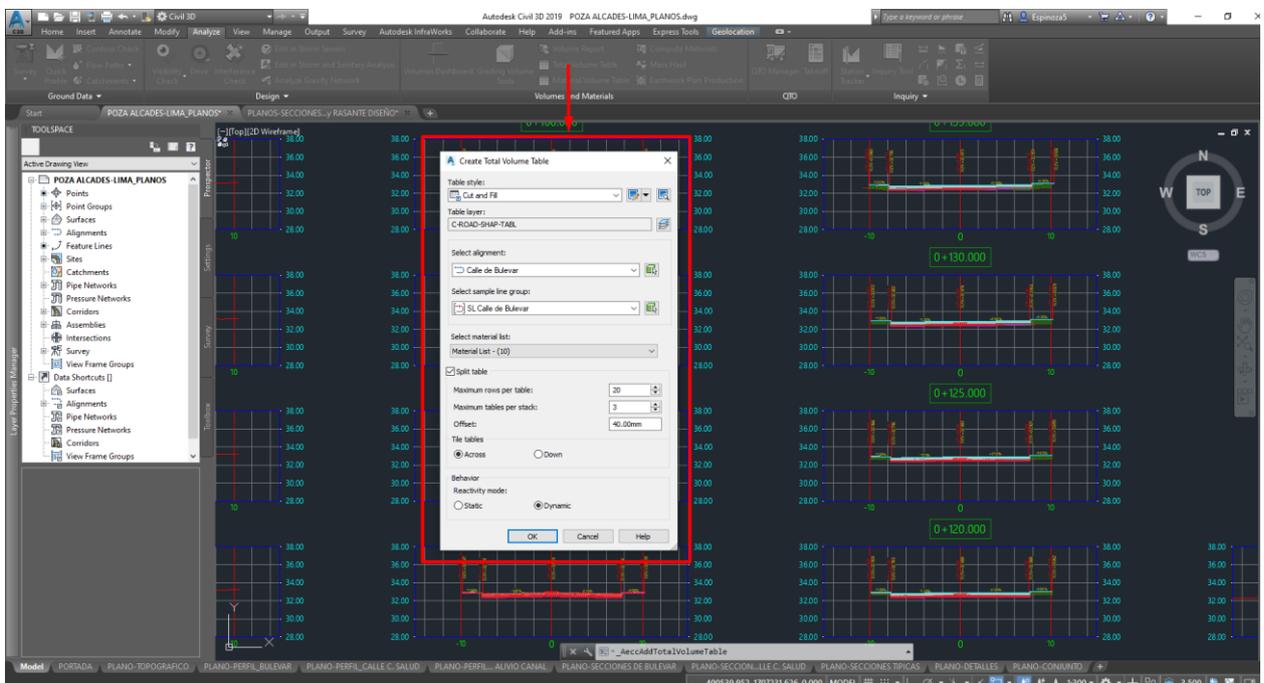


Ilustración 81-Tabla de Corte y Relleno

Fuente: Propia

5.5.2. CONCLUSIONES

Peralte:

El bulevar existente tiene un alineamiento en tangente con un peralte de -2%. En el diseño propuesto para criterios de drenaje, a partir de la estación 0+086.76 se desarrolló una transición de peralte a +1% del lado derecho y de -1% de lado izquierdo, drenando el agua lluvia hacia un solo sentido en dirección al quiebrapatas y la cuneta diseñada como se muestran en los detalles hidráulicos en la sección de los planos.

Alineamiento Vertical - Rasante:

El MANUAL DE CARRETERAS DE HONDURAS en el capítulo I-39, señala que la pendiente mínima debe limitarse a 0.50%, y en casos extremos al 0.30%, y en algunos casos muy particulares, 0%, siempre y cuando transversalmente exista pendiente adecuada que permita el drenaje, lo cual aplica en nuestro proyecto, en donde la calle del bulevar tiene una pendiente mínima de -0.10%, complementada con la pendiente transversal que es de 1% que permite el adecuado drenaje superficial de la vía con la ayuda del quiebrapatas y cuneta. Mientras que la calle del centro de salud la pendiente más mínima es de -0.02%, de debido que también presenta cambio de nivel de rasante ya que conecta con el nivel de la calle del bulevar para poder empalmar estos niveles.

Secciones Transversales:

Se definió una sección transversal urbana, con bordillo de 0.15m y aceras de ancho variables que se adapta a las condiciones de las construcciones aledañas existentes, que en complemento con los niveles de rasante propuestos y pendiente

El ancho de la sección propuesta consta de 70 de calzada en ambos sentidos, con 2 carriles de 3.50 metros y una mediana de 1.55 metros formada por boyas plásticas como se indica en el plano de conjunto en la sección 5.8. Planos., para la calle del bulevar. La calle que conduce al centro de salud tiene un ancho de sección variable entre 10.0 a 7.00 metros, que se ajusta al ancho de sección de la calle con la que conecta, así mismo en el plano de detalles hidráulicos se presentan las diferentes secciones de la cuneta diseñada.

Todo lo anterior mencionado garantiza el drenaje superficial con ayuda de un quiebrapatas y cuneta del agua lluvia a través de la calzada, por lo cual, al momento de la ejecución del

proyecto se debe tener especial cuidado en la precisión del marcaje y construcción de los niveles diseñados presentados en los planos.

5.6. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

En este apartado del capítulo cinco se hará el diseño estructural del pavimento utilizando la Norma PCA mencionada en el capítulo 3 de este documento.

5.6.1. TRÁFICO DE DISEÑO

El conteo de tráfico se realizó en dos días de las semanas, lunes 27 de febrero y sábado 25 de febrero del año 2023 para lograr una variación homogénea de vehículos.

La tabla 21 muestra la cantidad diaria de cada tipo de vehículo que transita por la zona y el tráfico promedio anual.

Tabla 21-Conteo Vehicular

Vehículo	Tráfico Diario	Tráfico Anual	%
Turismo	4,947	1,805,655	60.0%
Pick-Ups	1,428	521,220	17.3%
Buses	1,241	452,965	15.1%
C-2	570	207,868	6.9%
C-3	51	18,615	0.6%
Articulados	9	3,103	0.1%
Total	8,245	3,009,426	100.0%

Fuente: Propia.

El tráfico promedio diario resultó de 8,245 vehículos y el tráfico promedio anual es de 3,009,426 vehículos.

El TPD debe proyectarse en el período de diseño, según la tasa de crecimiento asumida, y distribuirse entre los carriles, en este caso se utilizó la tasa de crecimiento que brinda el Banco Central Hondureño en el año 2023 de 4% para encontrar el tráfico de diseño. Para ello, el método se brinda una tabla con los factores de proyección que corresponden a diferentes tasas de crecimiento anual, tabla que está mostrada como ilustración 33 en la teoría de sustento. Por efecto ilustrativo se mostrará a continuación.

Tasa anual de crecimiento de tráfico	Factor de Proyección, 20 años	Factor de Proyección, 40 años
1	1.1	1.2
1 ½	1.2	1.3
2	1.2	1.5
2 ½	1.3	1.6
3	1.3	1.8
3 ½	1.4	2.0
4	1.5	2.2
4 ½	1.6	2.4
5	1.6	2.7
5 ½	1.7	2.9
6	1.8	3.2

Ilustración 33- Tasas Anuales de Crecimiento de Tráfico y factores de Proyección.

Fuente: Norma PCA

Se utiliza un factor de seguridad de carga para carreteras y vías urbanas en las que el tránsito esperado es de un volumen moderado de vehículos pesados $F_{sc} = 1.1$.

Con la tasa anual de crecimiento de 4% para un periodo de diseño de 20 años el factor de proyección de 1.5.

En la ilustración 82 se determina el factor de distribución por dirección de acuerdo al número de carriles.

Número de carriles en ambas direcciones	LD ¹⁰
2	50
4	45
6 o más	40

Ilustración 82-Factor de Distribución por Dirección

Fuente: Manual Centroamericano Para Diseño de Pavimentos

El número de carriles en ambas direcciones es de dos por lo tanto el factor es de 50% o 0.5.

La ilustración 83 brinda otro factor a utilizar que es el factor de distribución por carril.

Número de carriles en una sola dirección	LC ¹¹
1	1.00
2	0.80 – 1.00
3	0.60 – 0.80
4	0.50 – 0.75

Ilustración 83-Factor de Distribución por Carril

Fuente: Manual Centroamericano Para Diseño de Pavimentos

El número de carriles en una sola dirección es de dos en el presente proyecto por lo que el factor es de 0.8-1.0.

Se procede a calcular el tráfico de diseño con la ecuación 6.

TPDA=Tráfico Promedio Diario Anual

$$\text{Tráfico de Diseño} = TPDA * 1.5 * 20 * LD * LC$$

Ecuación 6-Cálculo de tráfico de Diseño

Utilizando la ecuación 6:

$$\text{Tráfico de Diseño} = 3,009,426 * 1.5 * 20 * 05 * 0.8 = 36,113,112$$

5.6.2. REPETICIONES DE CARGA

Para calcular las repeticiones de carga solo se utilizarán los vehículos de seis ruedas en adelante ya que la norma menciona que los vehículos de 4 ruedas son despreciables para el cálculo.

En la siguiente ilustración 84 se mostrarán las cargas por eje que tiene cada vehículo.

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

Ilustración 84-Límite de Peso por Eje

Fuente: Manual Centroamericano Para Diseño de Pavimentos

Se modifican las unidades de toneladas a kips donde 1 Tonelada fuerza=2.2 KIPS

En la tabla 22 se hacen las respectivas repeticiones utilizando el tráfico de diseño obtenido en la sección 5.5.2 para el diseño de la estructura de pavimento rígido.

Tabla 22-Repeticiones de Carga

Tráfico de Diseño		Cargas por Eje			Repeticiones por Carga			
% Por Vehículo	Cantidad	EJE 1	EJE 2	EJE3	10-12'	20-22'	34-36'	36-38'
Turismo 60%	21,667,860							
Pick-Ups 17.3%	6,254,640							
Buses 17.1%	5,435,580							
C-2 6.9%	2,494,416	11	22		2,494,416	2,494,416		
C-3 0.6%	223,380	11		36.3	223,380			223,380
T3-S2 0.1%	37,236	11	35.2	35.2	37,236		74,472	
Total	36,113,112				2,755,032	2,494,416	74,472	223,380

Fuente: Propia

Las repeticiones de carga son:

- 11 kips: 2,755,032
- 22 kips; 2,494,416
- 35.2 kips: 74,472
- 36.3 kips: 223,380

5.6.3. MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE, K

Para estimar el módulo de reacción de la subrasante o k, se utilizó el resultado del ensayo de laboratorio presentado en la sección 5.3.3, donde el material del sitio por medio de clasificación de AASHTO es A-7-5. El método PCA permite utilizar los resultados de clasificación o CBR con el k de los suelos de forma rápida y efectiva, utilizando la ilustración 32 que se encuentra en teoría de sustento, pero por efectos ilustrativos se presenta a continuación.

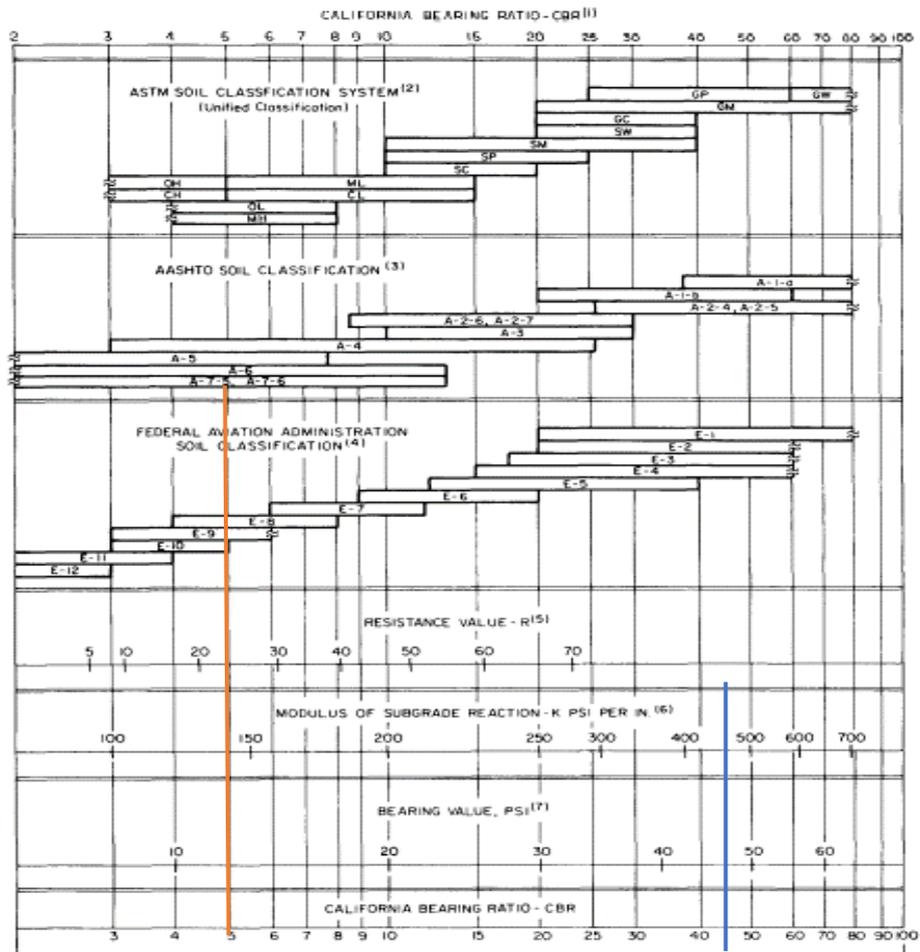


Ilustración 32- Relaciones aproximadas entre las clasificaciones de suelos y los valores de soporte.

Fuente: Norma PCA

Utilizando la ilustración 32 y la clasificación de la muestra dio un CBR de 5 obteniendo el módulo de reacción k de 145 lbs/pulg³ o 4.013 kg/cm³.

Siguiendo con el procedimiento se utiliza la ilustración 31 mostrada en la teoría de sustento, esta tabla se utiliza para encontrar el valor k que deberá tener la subbase de acuerdo con el valor de k de la subrasante.

Valor k de la Subrasante pci	Valor k de la Subbase, pci			
	4 pulg.	6 pulg.	9 pulg.	12 pulg.
50	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430

Ilustración 31- Efecto de la Subbase no tratada sobre los valores k

Puente: Norma PCA

El valor k de la subrasante es de 145 Lbs/pulg³ o 4.013 kg/cm³ y se utilizará un espesor de subbase de 10 pulgadas o 25 cm.

- Interpolando para el valor de 145 Lbs/pulg³ y con el espesor de 10 pulgadas se obtiene el valor k que deberá tener la subbase, el resultado de la interpolación es de 222.5 Lbs/pulg³ o 6.16 kg/cm³

En la sección 5.3.3 está la clasificación del material propuesto para utilizar como subbase, con un valor de CBR de 45 por lo tanto el valor k es 450 Lbs/pulg³ o 12.456 kg/cm³, estando por encima del valor que se necesita por lo tanto el material es óptimo para utilizarse.

5.6.4. OTROS PARÁMETROS DEL MÉTODO PCA

Para utilizar el programa se requiere especificar otros parámetros de diseño que menciona la norma.

- En este proyecto se utilizará un pavimento de concreto que no cuenta con hombros y para mayor rigidez se utilizarán dovelas.

5.6.5. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO MEDIANTE EL PROGRAMA BS-PCA

Obteniendo los resultados de los incisos anteriores se procede a realizar el cálculo del espesor de la carpeta de concreto hidráulico utilizando el programa BS-PCA de la Universidad del Cauca, Colombia.

A continuación, se adjunta los valores requeridos para utilizar el programa:

- Módulo de reacción k: 222.5 Lbs/pulg³, para ser conservadores con el espesor de losa se utilizará el valor de k combinado encontrado con la ilustración 31.
- MR: 600 psi.
- Espesor de losa de prueba: 9 in.
- Sin berma y con dovelas.
- Repeticiones de carga: 11 kips: 2,755,032, 22 kips: 2,494,416, 35.2 kips: 74,472, 36.3 kips: 223,380
- Factor de seguridad: 1.1

- Factor de mayoración de repeticiones: 1

Se realizará a continuación un paso a paso de cómo utilizar el programa.

La ilustración 85 muestra la página de inicio del programa BS-PCA

Ilustración 85-Página de Inicio del Programa

Paso 1: Se llena la casilla de resistencia con el k obtenido, las unidades deben de ser PCI.

Ilustración 86-Llenado de Casilla Resistencia K

Paso 2: Se llena la casilla con el espesor de losa de prueba, este espesor puede ser cualquiera.

BS-PCA - DISEÑO PAVIMENTOS RIGIDOS PCA

Opciones Sensibilidad Terminar

Resistencia K del Apoyo: 222.5 PCI (lb/pulg3)

Espesor de la Losa: 9 pulgadas

Módulo de Rotura Losa: 600 PSI (lb/pulg2)

Con Bermas

Con Pasadores

TRANSITO

KIPS

Factor de Seguridad Carga: 1.1

Factor de Mayoración de Repeticiones: 1

Ejes Sencillos Ejes Tandem Ejes Tridem

Total Consumo Esfuerzo (%):

Total Consumo Erosión (%):

Cargar Guardar Calcular Imprimir Salir

Ilustración 87-Casilla de espesor de losa

Paso 3: Se coloca el módulo de ruptura del concreto para la losa.

BS-PCA - DISEÑO PAVIMENTOS RIGIDOS PCA

Opciones Sensibilidad Terminar

Resistencia K del Apoyo: 222.5 PCI (lb/pulg3)

Espesor de la Losa: 9 pulgadas

Módulo de Rotura Losa: 600 PSI (lb/pulg2)

Con Bermas

Con Pasadores

TRANSITO

KIPS

Factor de Seguridad Carga: 1.1

Factor de Mayoración de Repeticiones: 1

Ejes Sencillos Ejes Tandem Ejes Tridem

Total Consumo Esfuerzo (%):

Total Consumo Erosión (%):

Cargar Guardar Calcular Imprimir Salir

Ilustración 88-Casilla de Módulo de Rotura

Paso 4: Se selecciona si el diseño de pavimento contará o no con bermas y pasadores, en este diseño es sin bermas y con pasadores.

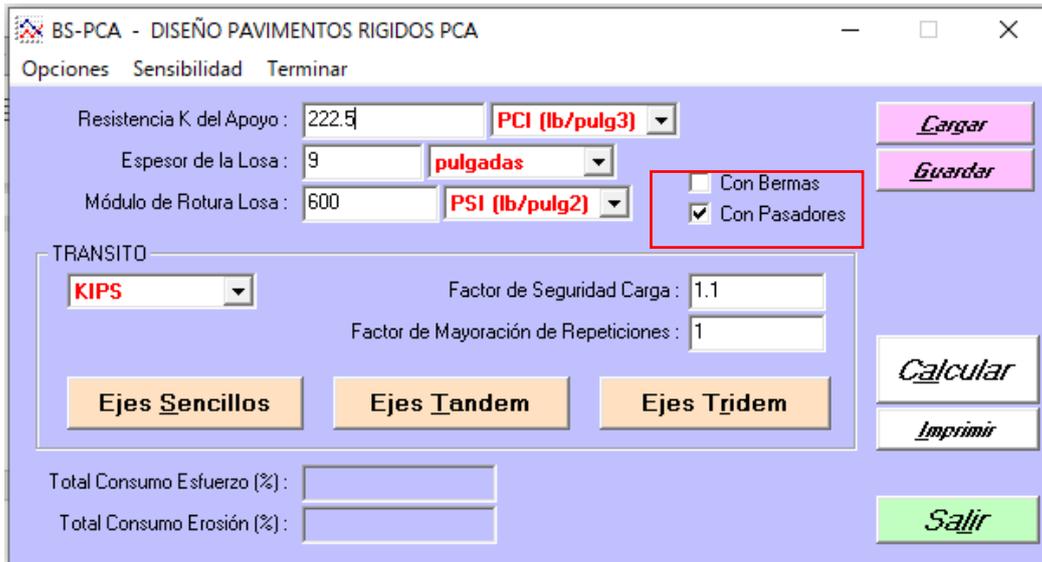


Ilustración 89-Selección de Berma o Pasadores

Paso 5: Se ingresan las repeticiones de carga en ejes sencillos y ejes tándem.

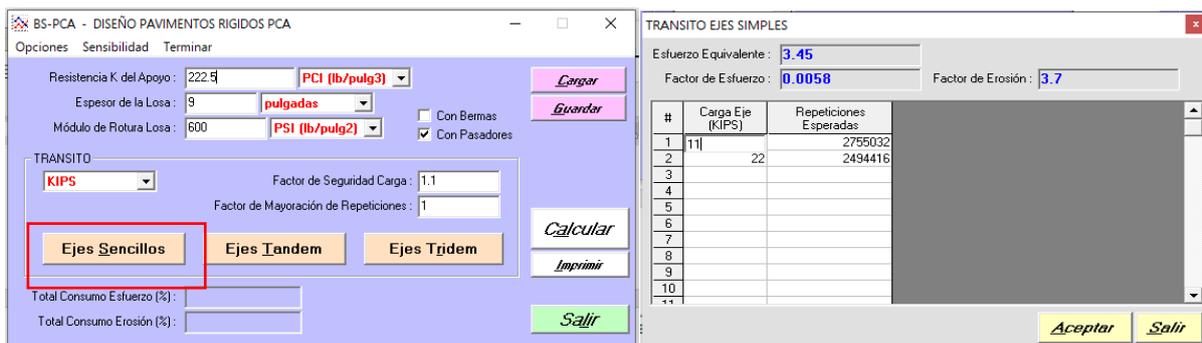


Ilustración 90-Repeticiones de Carga Ejes Sencillos

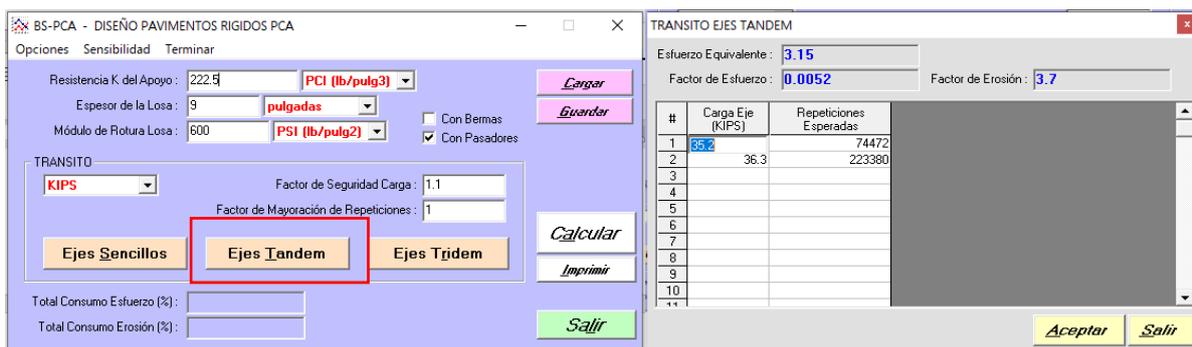


Ilustración 91-Repeticiones de Carga Eje Tándem

Paso 6: Se selecciona el botón que dice Calcular.

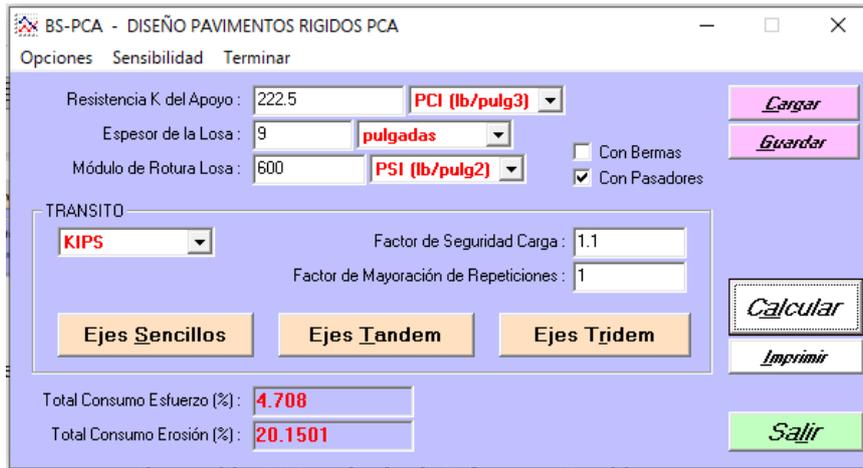


Ilustración 92-Resultado de Esfuerzo y Erosión

Se puede observar en la ilustración 92 que el porcentaje de esfuerzo y erosión es menor a 100% por lo tanto el espesor de losa cumple.

La siguiente ilustración 87 se hará una iteración con un espesor de losa menor.



Ilustración 93-Iteración con espesor de 8.5 pulgadas

En la ilustración 93 se observa que con un espesor menor de 8.5 pulg no cumple el esfuerzo.

En anexos se mostrará el resultado que brinda el programa para impresión del resultado.

5.6.6. CÁLCULO DE CONSUMO DE FATIGA Y EROSIÓN.

En esta sección se hará el cálculo de consumo de fatiga y erosión mediante las tablas y gráficos que brinda la Norma PCA.

Factor de Esfuerzo Eje Simple/Tándem

Tabla 6a,

Esfuerzo Equivalente - sin Berma de Concreto
(Eje Simple/Eje Tandem)

Espesor de losa (pulg.)	k de la subrasante - subbase, pci						
	50	100	150	200	300	500	700
4	825/679	726/585	671/542	634/516	584/486	523/457	484/443
4.5	699/586	616/500	571/460	540/435	498/406	448/378	417/363
5	602/516	531/436	493/399	467/376	432/349	390/321	363/307
5.5	526/461	464/387	431/353	409/331	379/305	343/278	320/264
6	465/416	411/348	382/316	362/296	336/271	304/246	285/232
6.5	417/380	367/317	341/286	324/267	300/244	273/220	256/207
7	375/349	331/290	307/262	292/244	271/222	246/199	231/186
7.5	340/323	300/268	279/241	265/224	246/203	224/181	210/169
8	311/300	274/249	255/223	242/208	225/188	205/167	192/155
8.5	285/281	252/232	234/208	222/193	206/174	188/154	177/143
9	264/264	232/218	216/195	205/181	190/163	174/144	163/133
9.5	245/248	215/205	200/183	190/170	176/153	161/134	151/124
10	228/235	200/193	186/173	177/160	164/144	150/126	141/117
10.5	213/222	187/183	174/164	165/151	153/136	140/119	132/110
11	200/211	175/174	163/155	154/143	144/129	131/113	123/104
11.5	188/201	165/165	153/148	145/136	135/122	123/107	116/98
12	177/192	155/158	144/141	137/130	127/116	116/102	109/93
12.5	168/183	147/151	136/135	129/124	120/111	109/97	103/89
13	159/176	139/144	129/129	122/119	113/106	103/93	97/85
13.5	152/168	132/138	122/123	116/114	107/102	98/89	92/81
14	144/162	125/133	116/118	110/109	102/98	93/85	88/78

Tabla 6b.

Ilustración 94-Esfuerzo Equivalente sin Berma de Concreto

La ilustración 94 se utiliza para encontrar el esfuerzo equivalente dependiendo del espesor de prueba y el factor k de la subrasante-subbase calculado, dicho valor k es de 222.5 lb/in³ por lo tanto se debe realizar la interpolación entre los valores de 200 y 300, obteniendo un resultado de 201.625 para ejes simple y 176.95 para eje tándem.

Con este valor y el MR 600 que es el concreto a utilizar en el proyecto se obtiene el factor de esfuerzo:

Eje simple: $\frac{201.625}{600} = 0.336$

Eje simple: $\frac{176.95}{600} = 0.294$

Factor de Erosión Eje Simple/Tándem

Tabla 7a.

Factor de Erosión - Juntas con Dowels,
sin Berma de Concreto
(Eje Simple/Eje Tandem)

Espesor de losa (pulg.)	k de la subrasante - subbase, pci					
	50	100	200	300	500	700
4	3.74/3.83	3.73/3.79	3.72/3.75	3.71/3.73	3.70/3.70	3.68/3.67
4.5	3.59/3.70	3.57/3.65	3.56/3.61	3.55/3.58	3.54/3.55	3.52/3.53
5	3.45/3.58	3.43/3.52	3.42/3.48	3.41/3.45	3.40/3.42	3.38/3.40
5.5	3.33/3.47	3.31/3.41	3.29/3.36	3.28/3.33	3.27/3.30	3.26/3.28
6	3.22/3.38	3.19/3.31	3.18/3.26	3.17/3.23	3.15/3.20	3.14/3.17
6.5	3.11/3.29	3.09/3.22	3.07/3.16	3.06/3.13	3.05/3.10	3.03/3.07
7	3.02/3.21	2.99/3.14	2.97/3.08	2.96/3.05	2.95/3.01	2.94/2.98
7.5	2.93/3.14	2.91/3.06	2.88/3.00	2.87/2.97	2.86/2.93	2.84/2.90
8	2.85/3.07	2.82/2.99	2.80/2.93	2.79/2.89	2.77/2.85	2.76/2.82
8.5	2.77/3.01	2.74/2.93	2.72/2.86	2.71/2.82	2.69/2.78	2.68/2.75
9	2.70/2.96	2.67/2.87	2.65/2.80	2.63/2.76	2.62/2.71	2.61/2.68
9.5	2.63/2.90	2.60/2.81	2.58/2.74	2.56/2.70	2.55/2.65	2.54/2.62
10	2.56/2.85	2.54/2.76	2.51/2.68	2.50/2.64	2.48/2.59	2.47/2.56
10.5	2.50/2.81	2.47/2.71	2.45/2.63	2.44/2.59	2.42/2.54	2.41/2.51
11	2.44/2.76	2.42/2.67	2.39/2.58	2.38/2.54	2.36/2.49	2.35/2.45
11.5	2.38/2.72	2.36/2.62	2.33/2.54	2.32/2.49	2.30/2.44	2.29/2.40
12	2.33/2.68	2.30/2.58	2.28/2.49	2.26/2.44	2.25/2.39	2.23/2.36
12.5	2.28/2.64	2.25/2.54	2.23/2.45	2.21/2.40	2.19/2.35	2.18/2.31
13	2.23/2.61	2.20/2.50	2.18/2.41	2.16/2.36	2.14/2.30	2.13/2.27
13.5	2.18/2.57	2.15/2.47	2.13/2.37	2.11/2.32	2.09/2.26	2.08/2.23
14	2.13/2.54	2.11/2.43	2.08/2.34	2.07/2.29	2.05/2.23	2.03/2.19

Ilustración 95-Factor de Erosión sin Berma de Concreto

La ilustración 95 se utiliza para encontrar el esfuerzo equivalente dependiendo del espesor de prueba y el factor k de la subrasante-subbase calculado, dicho valor k es de 222.5 lb/in³ por lo tanto se debe realizar la interpolación entre los valores de 200 y 300, obteniendo un resultado de 2.646 para ejes simple y 2.79 para eje tándem.

Repeticiones Permisibles Para Consumo de Fatiga

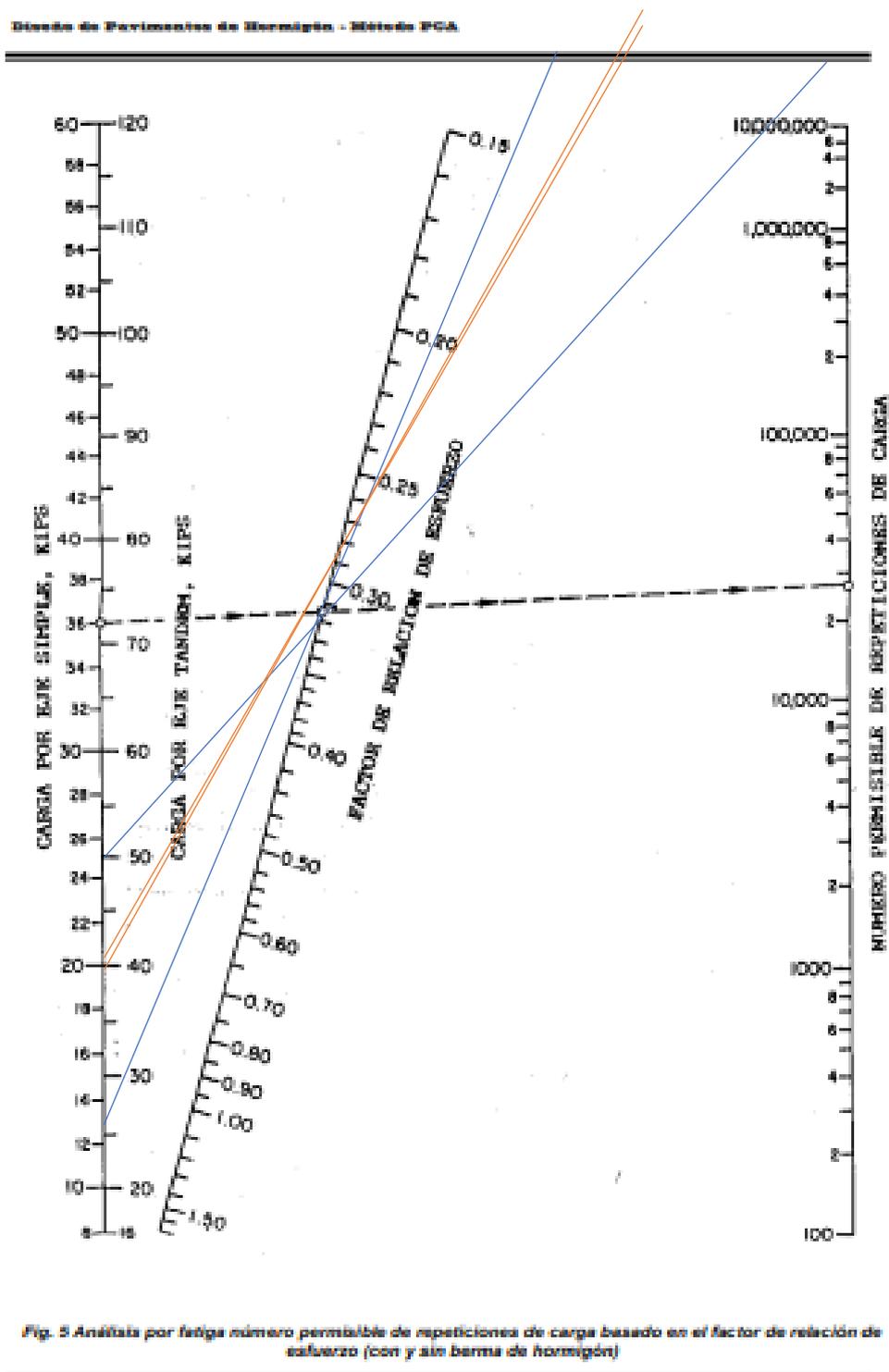


Ilustración 96-Repeticiones Permisibles por Análisis por Fatiga

Para las cargas ya multiplicadas por el factor de seguridad de carga:

12.1 Kips: Ilimitado → 0% consumo por fatiga

24.2 Kips: La línea no logra tocar la parte derecha de la tabla ya que se encuentra limitada a 10,00,000 pero el programa hizo una prolongación a 52,000,000→4.71% consumo por fatiga

38.72 Kips: Ilimitado→0% consumo por fatiga

39.93 Kips: Ilimitado→0% consumo por fatiga

Repeticiones Permisibles Para Consumo de Fatiga

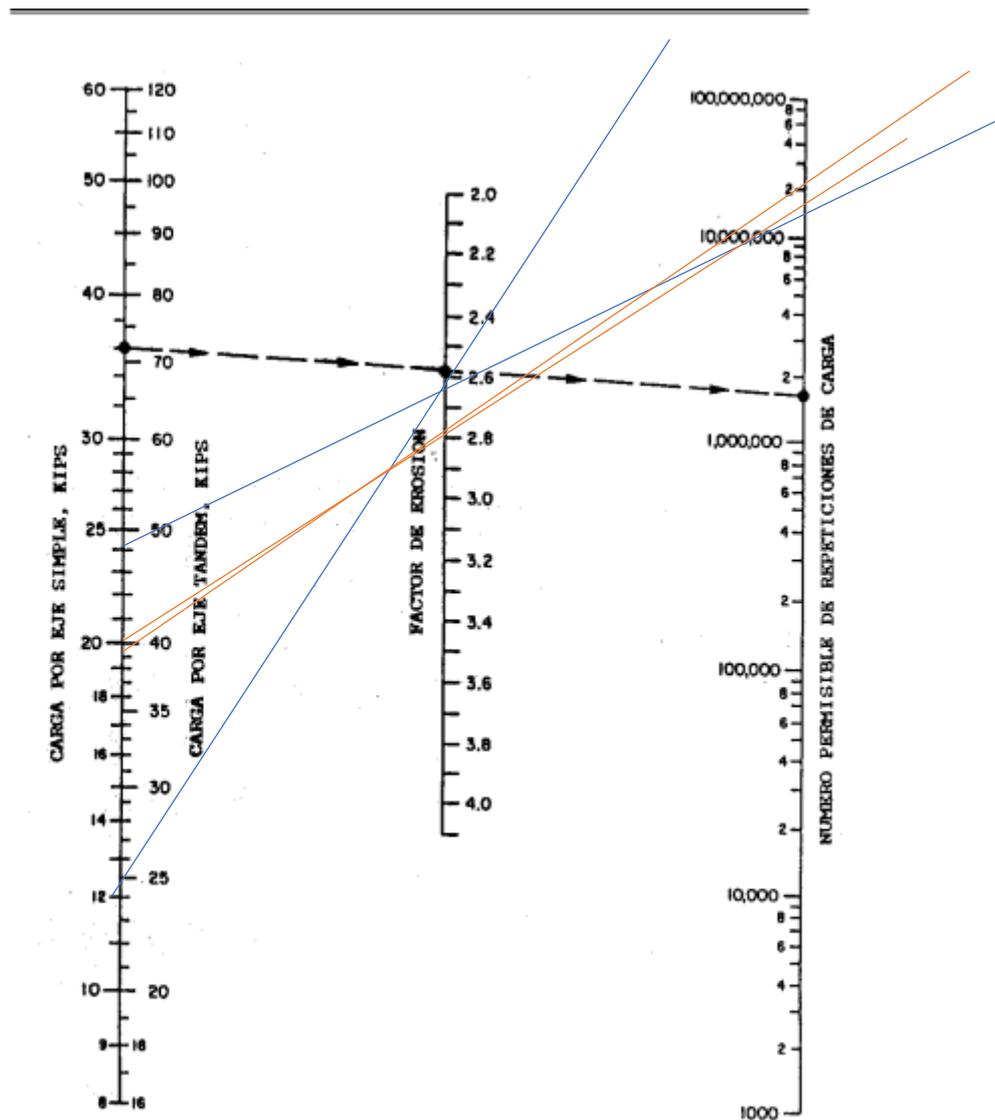


Fig. 8a. Análisis por erosión - número permisible de repeticiones de carga basado en el factor de erosión (sin bermas de hormigón)

Ilustración 97-Repeticiones Permisibles por Análisis de Erosión

Para las cargas ya multiplicadas por el factor de seguridad de carga:

12.1 Kips: Ilimitado→0% consumo por erosión

24.2 Kips: 13,514,605 →18.46% consumo por erosión

38.72 Kips: 21,363,253 →0.35% consumo por erosión

39.93 Kips: 16,617,122→1.34% consumo por erosión

En la parte de anexos en la ilustración 98 se encuentran los resultados brindados por el programa.

5.6.7. CONCLUSIONES

Obteniendo los resultados de los cálculos se concluye que los espesores son:

- Subbase: 10 pulgadas o 25 cm
- Carpeta de rodadura para sección de bulevar: 9 pulgadas o 23 cm
- Se utilizará un espesor de 9 pulgadas para la calle que dirige al centro de salud ya que el espesor del pavimento de concreto hidráulico actual es de 8.5 pulgadas.
- Consumo por fatiga es de 4.71 %.
- Consumo por erosión es de 20.15%.

5.7. DETALLES DE JUNTAS

A continuación, se presentan los detalles de las juntas que se utilizarán en este proyecto. La relación entre el largo y el ancho de las pastillas NO deberá ser mayor de 1.25 por lo tanto las pastillas serán cuadradas de 3.5 m² con una relación de 1.

5.7.1. JUNTA LONGITUDINAL ASERRADA

Se utilizarán varillas ½ pulgada de diámetro grado 60 con un espaciamiento a cada 83 cm con un largo de 1 m cada varilla, las varillas deberán ir colocadas a la mitad de la losa (v. Planta Detalles Constructivos).

5.7.2. JUNTA DE DILATACIÓN

Para la junta de dilatación o expansión se utilizará silicón auto envolvente o mortero con asfalto modificado con un grosor de 1.3 cm (v. Planta Detalles Constructivos).

5.7.3. JUNTA TRANSVERSAL

Se utilizarán varillas de 1 pulgada grado 60 con un espaciamiento a cada 30 cm con un largo de 40 cm cada varilla, las varillas deberán estar ubicadas al centro de la losa (v. Planta Detalles Constructivos).

5.8. PLANOS

En esta sección se presentan los planos de diseño del proyecto, los cuales garantizan la correcta construcción del nuevo pavimento en el sector poza los alcaldes, en donde se estarán reflejando los siguientes planos:

- Plano Topográfico y Plano de Conjunto.
- Planos de Planta y Perfil.
- Secciones Transversales.
- Plano de Secciones Típicas.
- Plano de Detalles Constructivos.
- Plano de Detalles hidráulicos.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:
**REDISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO EN
POZA LOS ALCALDES, LA LIMA, CORTES, 2023**

INDICE

NUM. HOJA	CONTENIDO
C-001	PLANO TOPOGRAFICO
C-002	PLANO DE CONJUNTO
C-003	PLANO PLANTA Y PERFIL - CALLE DE BULEVAR
C-004	PLANO PLANTA Y PERFIL - CALLE CENTRO DE SALUD
C-005	PLANO PLANTA Y PERFIL - CALLE DE ALIVIO A CANAL
C-006	PLANO PLANTA Y PERFIL - EJE DE CANAL EN CALLE DE BULEVAR
C-007	PLANO PLANTA Y PERFIL - EJE DE CANAL EN CALLE DE ALIVIO
C-008	SECCIONES - CALLE DE BULEVAR
C-009	SECCIONES - CALLE DE CENTRO DE SALUD
C-010	PLANO DE SECCIONES TÍPICAS
C-011	PLANO DETALLES CONSTRUCTIVOS
C-012	PLANO DETALLES HIDRAULICOS



SECTOR POZA LOS ALCALDES, LA LIMA, CORTES, HONDURAS
BULEVAR PRNCIPIAL HACIA PARQUE CENTRAL, ACCESO POR CA-13

LONGITUD DE PROYECTO: 352.658 METROS LINEALES

GEOLOCALIZACION: ESTE= 0400197.00 m

NORTE= 1707128.00 m



CATREDRÁTICO:
ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:
REDISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO EN POZA LOS ALCALDES, LA LIMA, CORTES, 2023

CONTENIDO:
PORTADA
INDICE

CORRECCIONES:

ALUMNOS:
- HELEN NICOLE GALEANO ZELAYA
CUENTA #21811050
- MOISES DAVID ESPINOZA ZUNIGA
CUENTA #21511117
- MELVIN JOSUE MENDOZA SANCHEZ
CUENTA #21811305

OBSERVACIONES:

ESCALA: LUGAR Y FECHA:

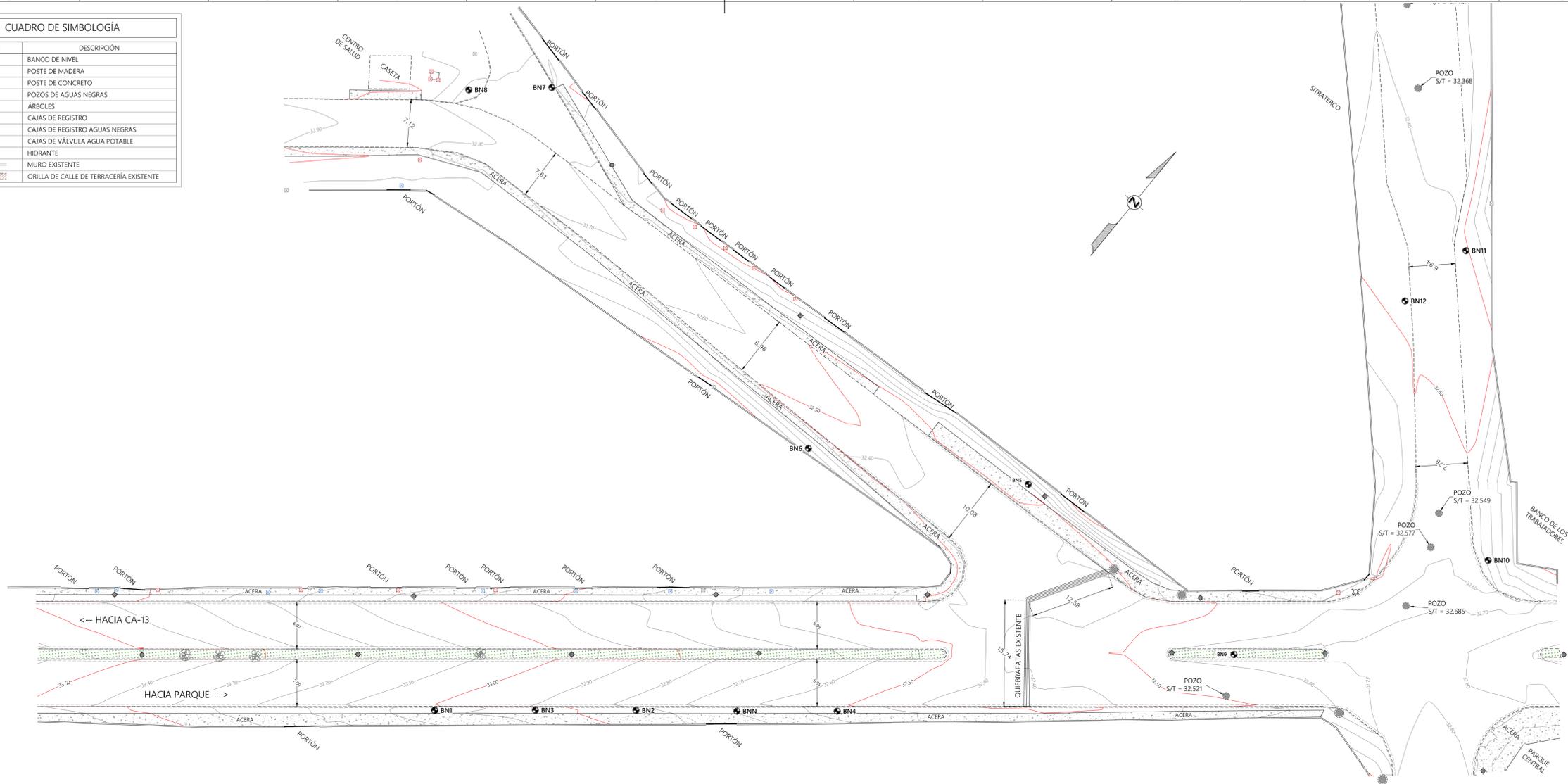
N/A S.P.S AGOSTO 2023

REVISIÓN: LÁMINA:

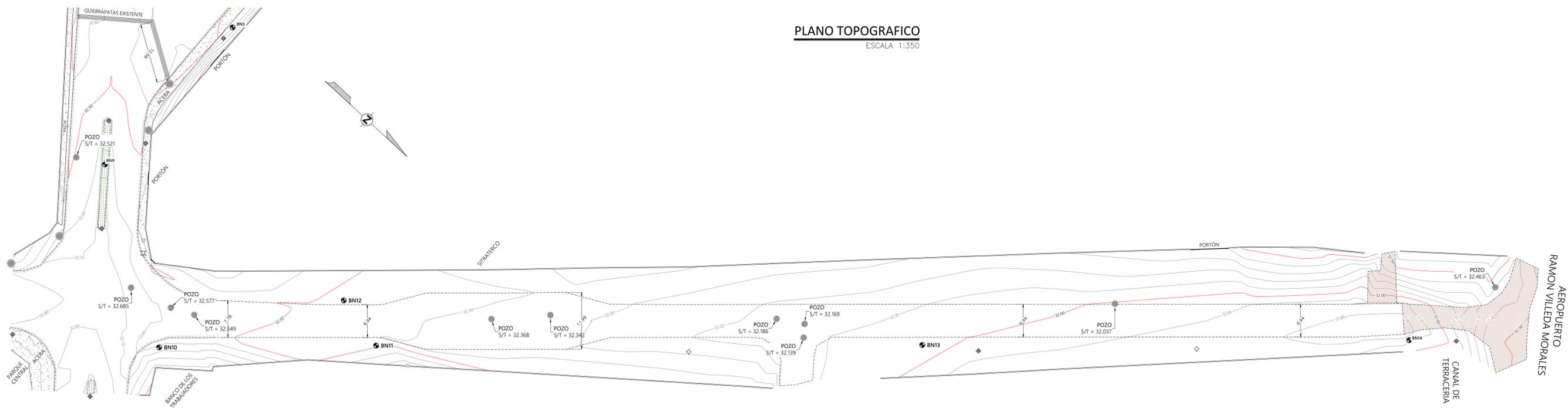
02 PLANO 00/000 C-000

BANCOS DE NIVEL			
BANCO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
BNN	400193.5120	170711.8360	32.800
BN1	400158.5480	1707083.4830	33.195
BN1	400158.5540	1707083.4690	33.195
BN3	400170.1650	1707092.9780	33.099
BN2	400181.7830	1707102.4280	32.959
BN4	400205.0940	1707121.2860	32.652
BN5	400205.9120	1707165.3540	32.567
BN6	400177.1510	1707148.7660	32.810
BN7	400113.6910	1707166.0760	32.779
BN8	400104.3220	1707157.9910	32.984
BN9	400245.6060	1707165.1750	32.775
BN10	400266.1210	1707199.9080	32.749
BN11	400234.5370	1707233.4200	32.603
BN12	400232.2130	1707221.8970	32.603
BN13	400155.6330	1707318.3600	32.104
BN14	400084.5970	1707393.4610	32.008

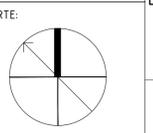
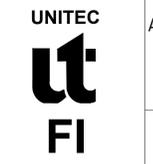
CUADRO DE SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	BANCO DE NIVEL
□	POSTE DE MADERA
●	POSTE DE CONCRETO
●	POZOS DE AGUAS NEGRAS
●	ÁRBOLES
□	CAJAS DE REGISTRO
□	CAJAS DE REGISTRO AGUAS NEGRAS
□	CAJAS DE VALVULA AGUA POTABLE
□	HIDRANTE
—	MURO EXISTENTE
—	ORILLA DE CALLE DE TERRACERÍA EXISTENTE



PLANO TOPOGRAFICO
ESCALA 1:350



PLANOS NO PARA CONSTRUCCION



CATREDRÁTICO:
ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:
REDISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO EN POZA LOS ALCALDES, LA LIMA, CORTES, 2023

CONTENIDO:
PLANO TOPOGRAFICO

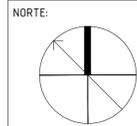
CORRECCIONES:

- ALUMNOS:
- HELEN NICOLE GALEANO ZELAYA CUENTA #21811050
 - MOISES DAVID ESPINOZA ZUNIGA CUENTA #21511117
 - MELVIN JOSUE MENDOZA SANCHEZ CUENTA #21811305

OBSERVACIONES:

ESCALA: 1:350
LUGAR Y FECHA: S.P.S AGOSTO 2023

REVISIÓN: LÁMINA: 02
PLANO: 01/012
C-001



CATREDRÁTICO:
ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:
REDISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO EN POZA LOS ALCALDES, LA LIMA, CORTES, 2023

CONTENIDO:
PLANO DE CONJUNTO

CORRECCIONES:

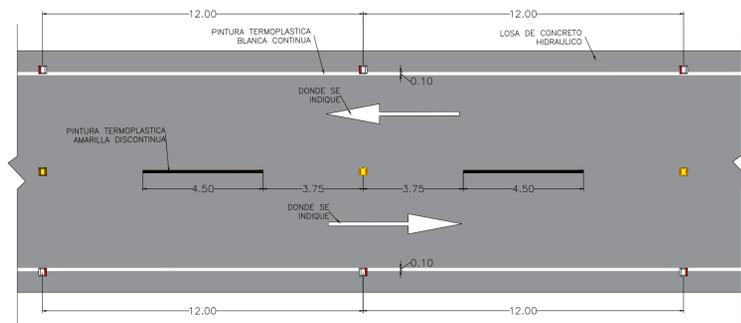
ALUMNOS:
- HELEN NICOLE GALEANO ZELAYA CUENTA #21811050
- MOISES DAVID ESPINOZA ZUNIGA CUENTA #21511117
- MELVIN JOSUE MENDOZA SANCHEZ CUENTA #21811305

OBSERVACIONES:

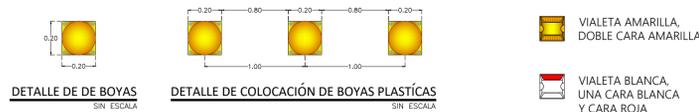
ESCALA: 1:350
LUGAR Y FECHA: S.P.S AGOSTO 2023

REVISIÓN: LÁMINA:

02 PLANO 02/012 C-002

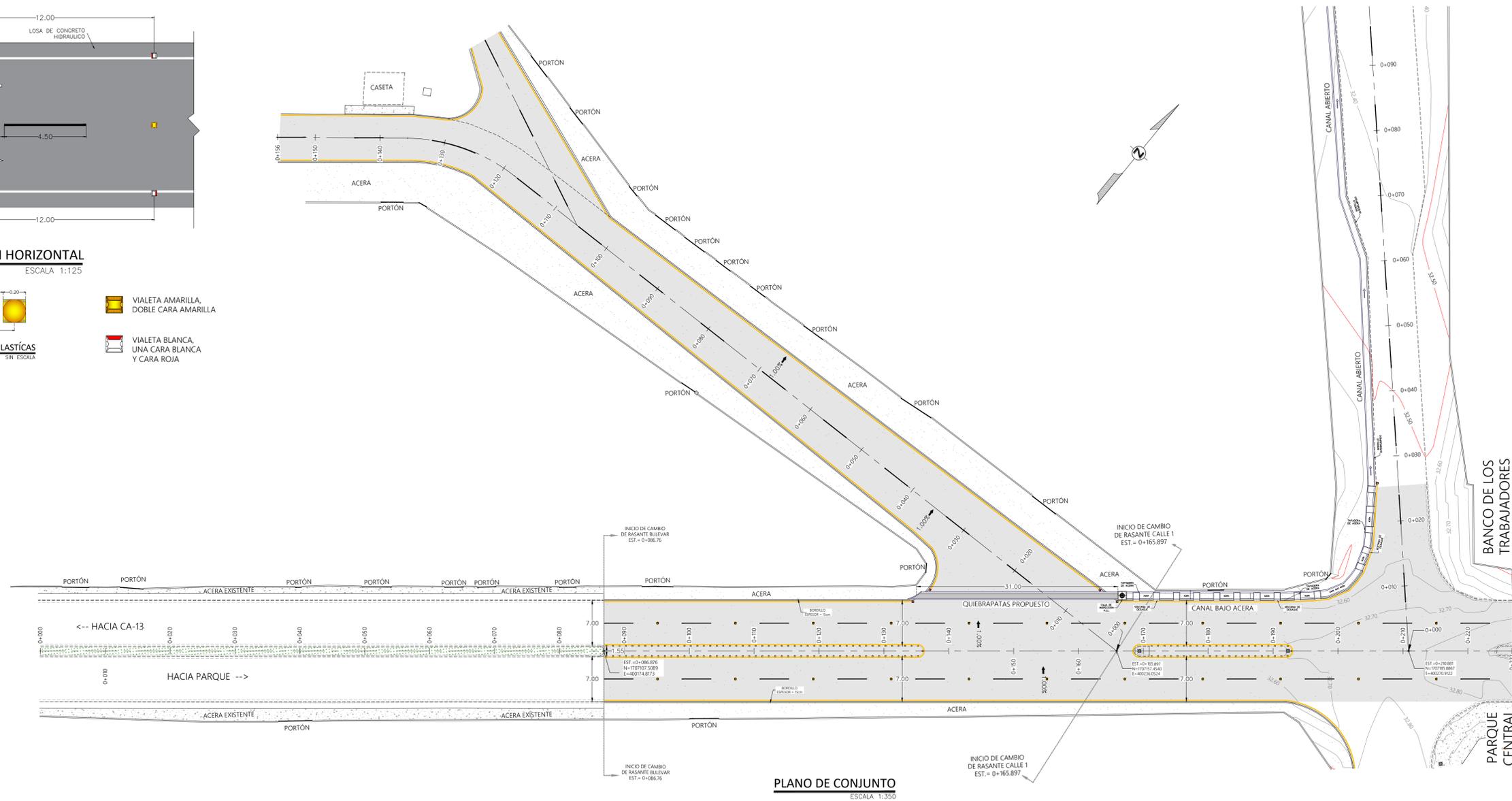


DETALLE DE SEÑALIZACION HORIZONTAL
ESCALA 1:125

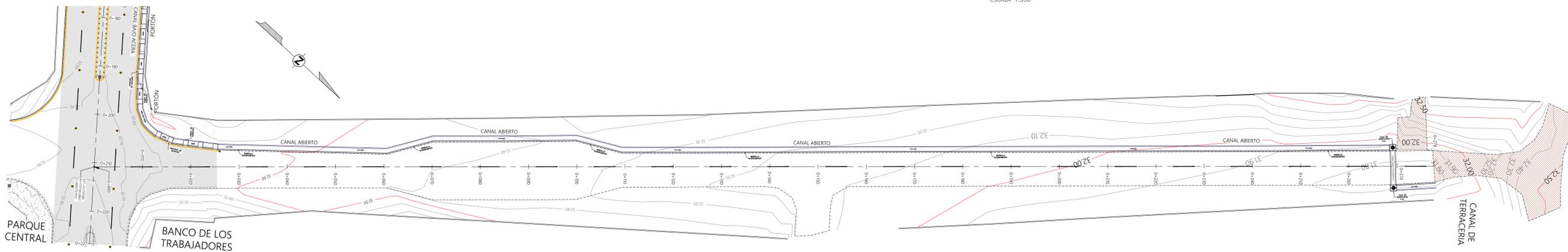


GENERALIDADES CONSTRUCTIVAS

- MÓDULO DE RUPTURA: 600 PSI
- F'C (ACERAS Y BORDILLOS) = 3000 PSI
- GRADO ESTRUCTURAL DE ACERO= GRADO 60
- ACERO JUNTAS LONGITUDINALES= $\varnothing 1/2"$
- ACERO JUNTAS TRANSVERSALES= $\varnothing 1"$
- ACERO DE BORDILLO= $\varnothing 3/8"$
- SUBBASE GRANULAR E=0.25 M, K=450 Lib/plg³
- SEQUEMBRANA LIBRE DE 1.5 M...

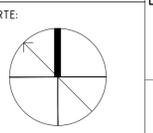
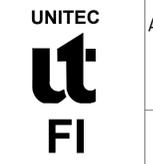


PLANO DE CONJUNTO
ESCALA 1:350



PLANOS NO PARA CONSTRUCCION

CUADRO DE SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	BANCO DE NIVEL
	POSTE DE MADERA
	POSTE DE CONCRETO
	POZOS DE AGUAS NEGRAS
	ÁRBOLES
	CAJAS DE REGISTRO
	CAJAS DE REGISTRO AGUAS NEGRAS
	CAJAS DE VÁLVULA AGUA POTABLE
	HIDRANTE
	MURO EXISTENTE
	ORILLA DE CALLE DE TERRACERÍA EXISTENTE



CATREDRÁTICO:
ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:
REDISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO EN POZA LOS ALCALDES, LA LIMA, CORTES, 2023

CONTENIDO:
PLANO DE PLANTA Y PERFIL CALLE DE BULEVAR

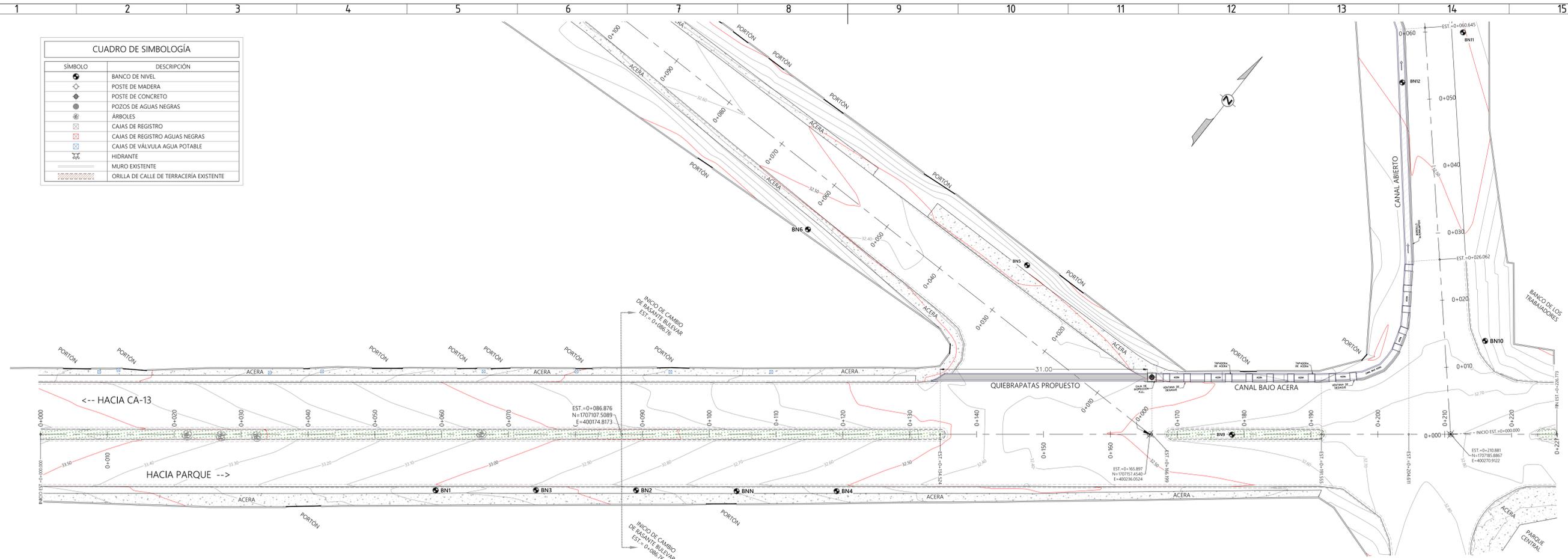
CORRECCIONES:

ALUMNOS:
- HELEN NICOLE GALEANO ZELAYA CUENTA #2181050
- MOISES DAVID ESPINOZA ZUNIGA CUENTA #2151117
- MELVIN JOSUE MENDOZA SANCHEZ CUENTA #21811305

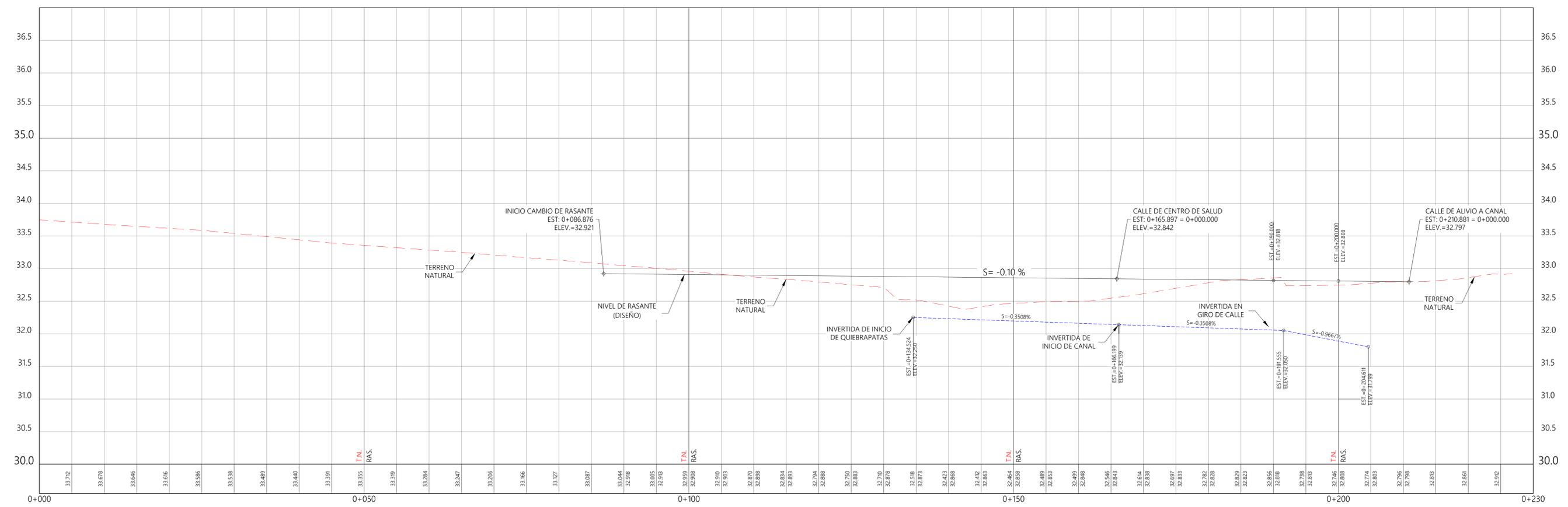
OBSERVACIONES:

ESCALA: 1:300
LUGAR Y FECHA: S.P.S. AGOSTO 2023

REVISIÓN: LÁMINA: 02 PLANO 03/012 C-003



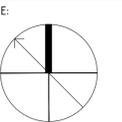
PLANO DE PLANTA-CALLE DE BULEVAR
ESCALA 1:300



PLANO DE PERFIL-CALLE DE BULEVAR
ESCALA 1:300

PLANOS NO PARA CONSTRUCCION

CUADRO DE SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	BANCO DE NIVEL
	POSTE DE MADERA
	POSTE DE CONCRETO
	POZOS DE AGUAS NEGRAS
	ÁRBOLES
	CAJAS DE REGISTRO
	CAJAS DE REGISTRO AGUAS NEGRAS
	CAJAS DE VÁLVULA AGUA POTABLE
	HIDRANTE
	MURO EXISTENTE
	ORILLA DE CALLE DE TERRACERÍA EXISTENTE



CATREDRÁTICO:
ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:
REDISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO EN POZA LOS ALCALDES, LA LIMA, CORTES, 2023

CONTENIDO:
PLANO DE PLANTA Y PERFIL CALLE CENTRO DE SALUD

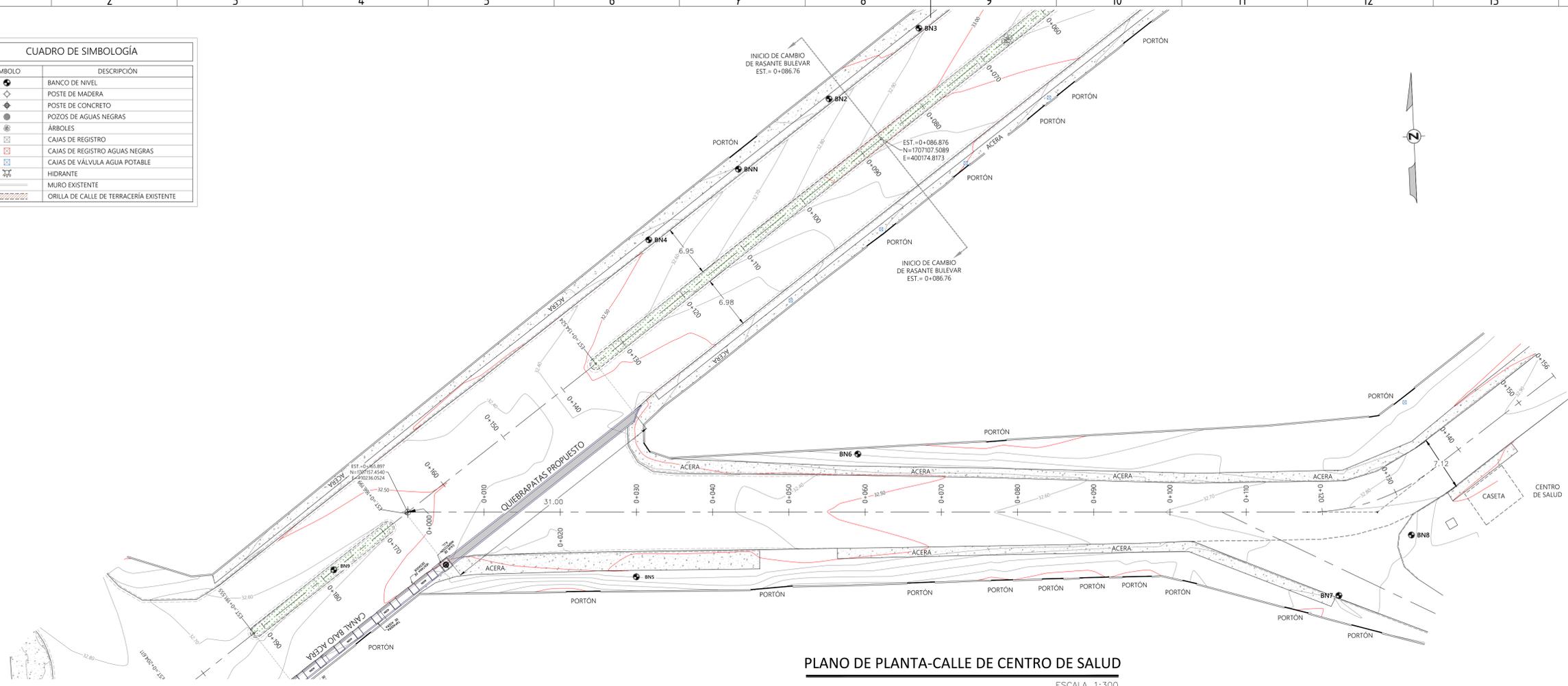
CORRECCIONES:

ALUMNOS:
- HELEN NICOLE GALEANO ZELAYA CUENTA #21811050
- MOISES DAVID ESPINOZA ZUNIGA CUENTA #21511117
- MELVIN JOSUE MENDOZA SANCHEZ CUENTA #21811305

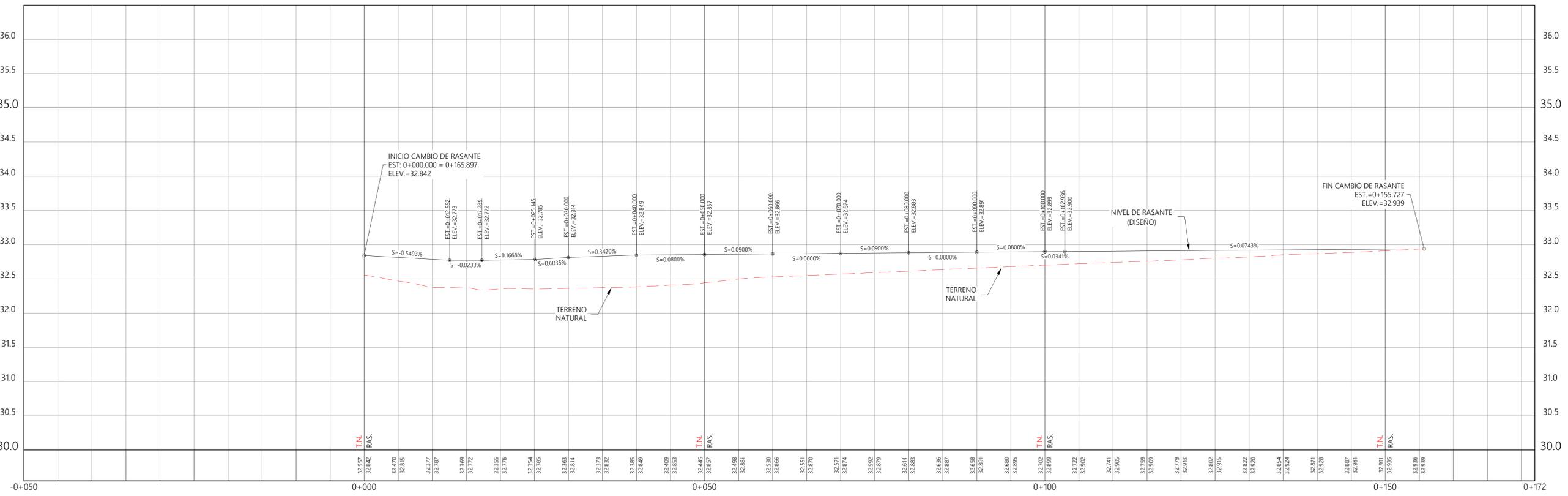
OBSERVACIONES:

ESCALA: 1:300 LUGAR Y FECHA: S.P.S AGOSTO 2023

REVISIÓN: LÁMINA: 02 PLANO: 04/012 C-004

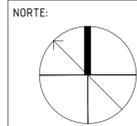


PLANO DE PLANTA-CALLE DE CENTRO DE SALUD
ESCALA 1:300



PLANO DE PERFIL-CALLE DE CENTRO DE SALUD
ESCALA 1:300

PLANOS NO PARA CONSTRUCCION



CATREDRÁTICO:
ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:
REDISEÑO ESTRUCTURAL DE
PAVIMENTO EN POZA LOS
ALCALDES, LA LIMA, CORTES, 2023

CONTENIDO:
PLANO DE PLANTA Y PERFIL
CALLE DE ALIVIO A CANAL
DE TERRACERIA

CORRECCIONES:

ALUMNOS:
- HELEN NICOLE GALEANO ZELAYA
CUENTA #21811050
- MOISES DAVID ESPINOZA ZUNIGA
CUENTA #21511117
- MELVIN JOSUE MENDOZA SANCHEZ
CUENTA #21811305

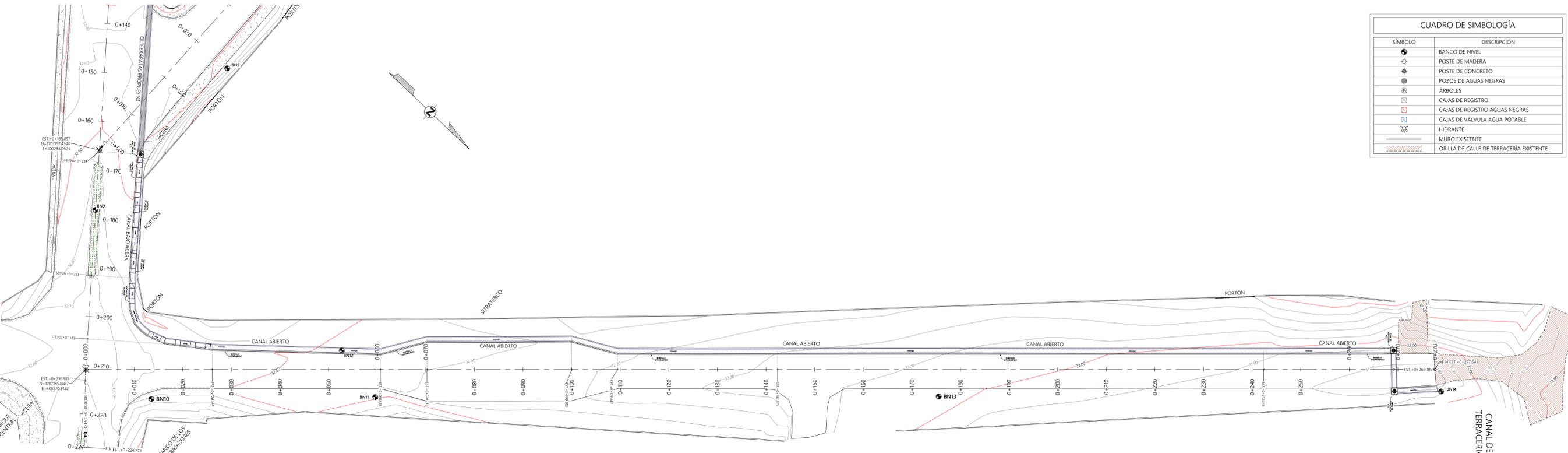
OBSERVACIONES:

ESCALA: 1:400
LUGAR Y
FECHA:
S.P.S
AGOSTO 2023

REVISIÓN: LÁMINA:

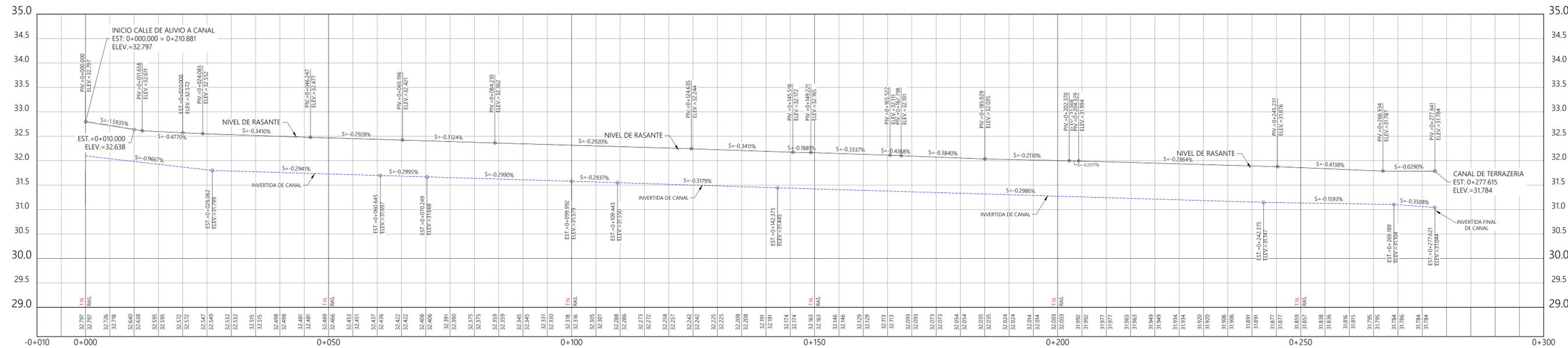
02 PLANO
05/012 C-005

CUADRO DE SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	BANCO DE NIVEL
	POSTE DE MADERA
	POSTE DE CONCRETO
	POZOS DE AGUAS NEGRAS
	ÁRBOLES
	CAJAS DE REGISTRO
	CAJAS DE REGISTRO AGUAS NEGRAS
	CAJAS DE VÁLVULA AGUA POTABLE
	HIDRANTE
	MURO EXISTENTE
	ORILLA DE CALLE DE TERRACERIA EXISTENTE



PLANO DE PLANTA-CALLE DE ALIVIO A CANAL DE TERRACERIA

ESCALA 1:400



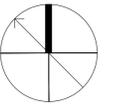
PLANO DE PLANTA-CALLE DE ALIVIO A CANAL DE TERRACERIA

ESCALA 1:400

PLANOS NO PARA CONSTRUCCION

CUADRO DE SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	BANCO DE NIVEL
	POSTE DE MADERA
	POSTE DE CONCRETO
	POZOS DE AGUAS NEGRAS
	ÁRBOLES
	CAJAS DE REGISTRO
	CAJAS DE REGISTRO AGUAS NEGRAS
	CAJAS DE VALVULA AGUA POTABLE
	HIDRANTE
	MURO EXISTENTE
	ORILLA DE CALLE DE TERRACERÍA EXISTENTE

NORTE:



CATREDRÁTICO:
ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:
REIDISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO EN POZA LOS ALCALDES, LA LIMA, CORTES, 2023

CONTENIDO:
PLANO DE PLANTA Y PERFIL POR EJE DE CANAL EN CALLE DE BULEVAR EST: 0+00 a 0+070

CORRECCIONES:

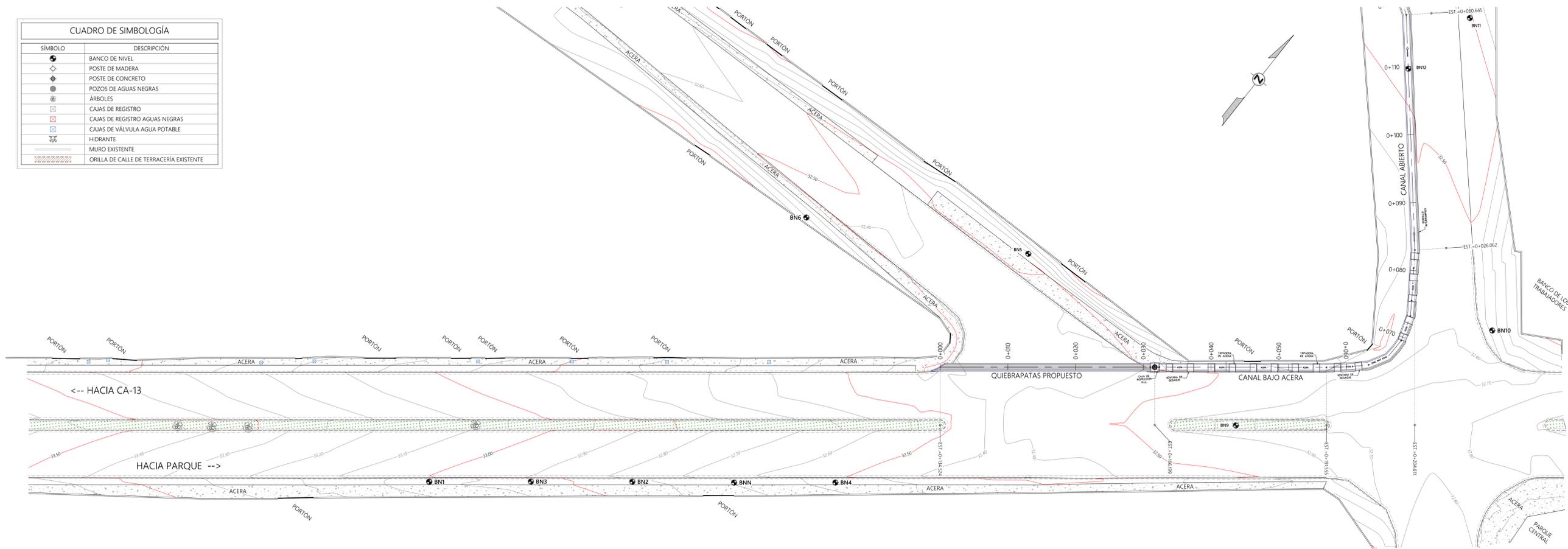
ALUMNOS:

- HELEN NICOLE GALEANO ZELAYA CUENTA #2181050
- MOISES DAVID ESPINOZA ZUNIGA CUENTA #2151117
- MELVIN JOSUE MENDOZA SANCHEZ CUENTA #21811305

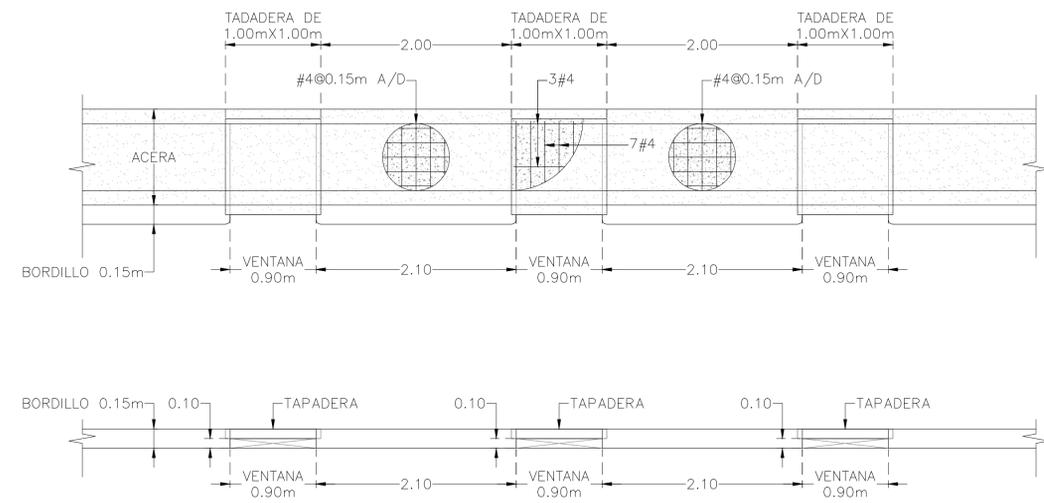
OBSERVACIONES:

ESCALA: 1:300 LUGAR Y FECHA: S.P.S AGOSTO 2023

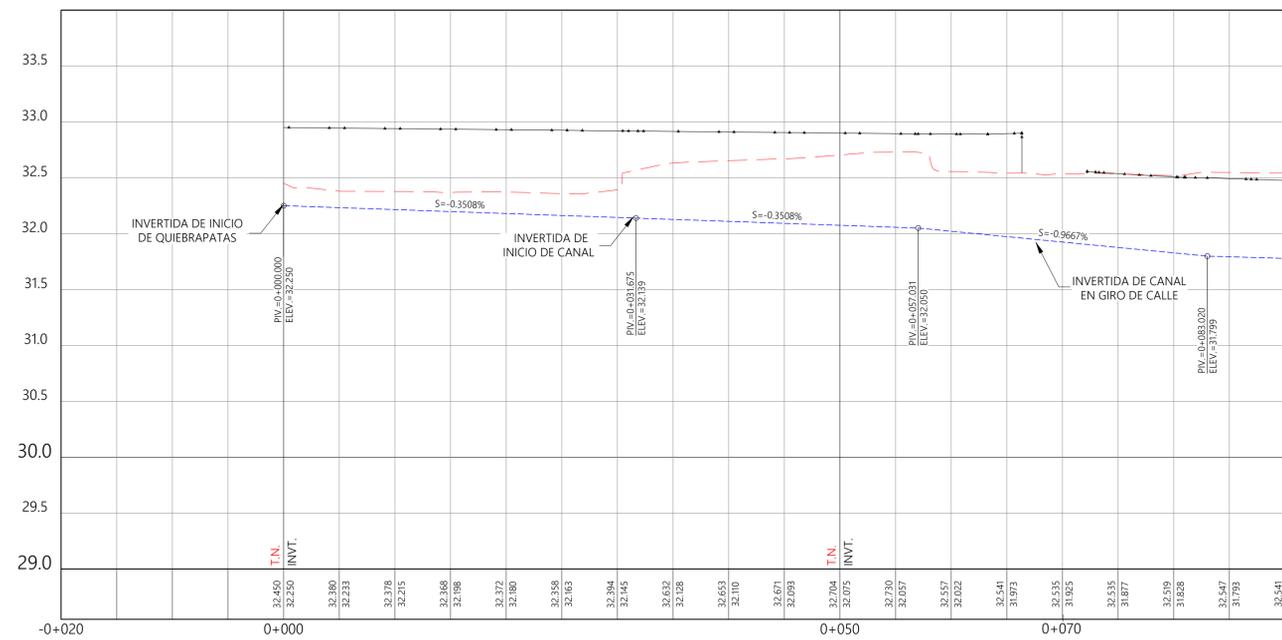
REVISIÓN: LÁMINA: 02 PLANO 06/02 C-006



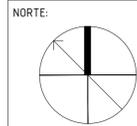
PLANO DE PLANTA-EJE DE CANAL EN CALLE DE BULEVAR
EST: 0+00 a 0+070 ESCALA 1:300



DETALLE CANAL BAJO ACERA



PLANO DE PERFIL-EJE DE CANAL EN CALLE DE BULEVAR
EST: 0+00 a 0+070 ESCALA 1:300



CATREDRÁTICO:
ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:
REDESIGNO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO EN POZA LOS ALCALDES, LA LIMA, CORTES, 2023

CONTENIDO:
PLANO DE PLANTA Y PERFIL POR EJE DE CANAL EN CALLE DE ALIVIO A CANAL DE TERRACERIA EST: 0+070 a 0+344

CORRECCIONES:

ALUMNOS:
- HELEN NICOLE GALEANO ZELAYA CUENTA #21811050
- MOISES DAVID ESPINOZA ZUNIGA CUENTA #21511117
- MELVIN JOSUE MENDOZA SANCHEZ CUENTA #218113305

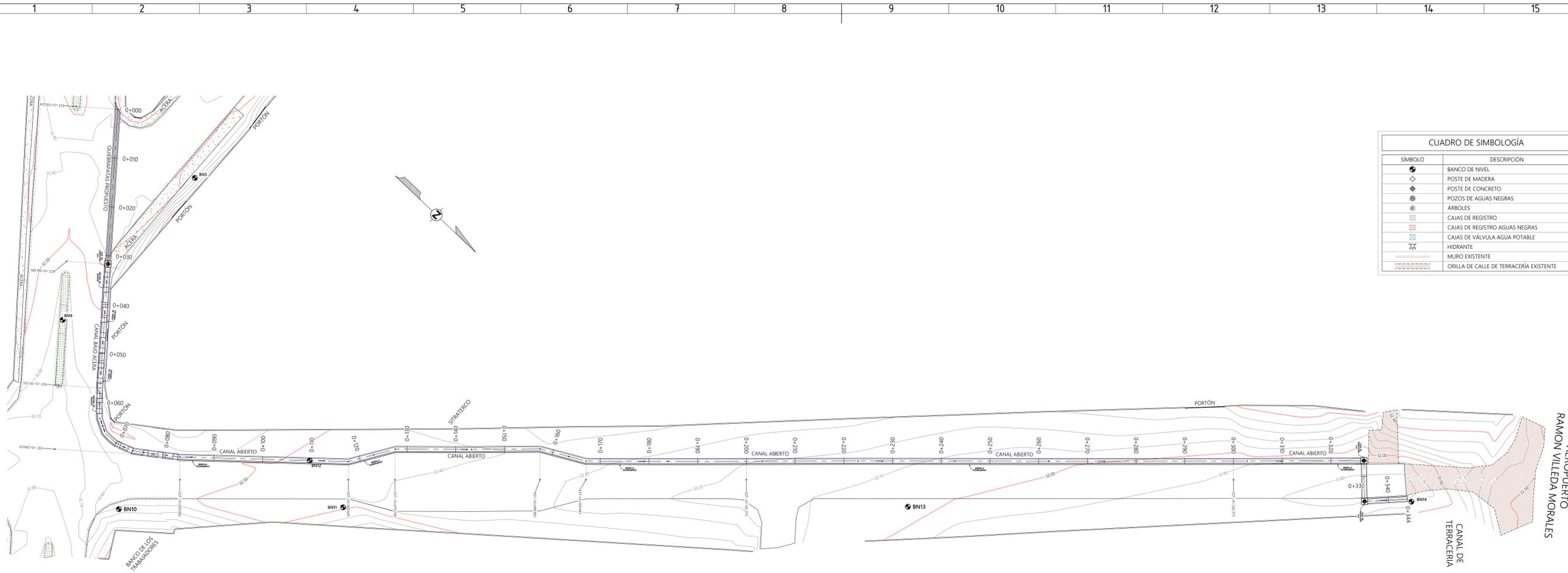
OBSERVACIONES:

ESCALA: 1:400 LUGAR Y FECHA: S.P.S AGOSTO 2023

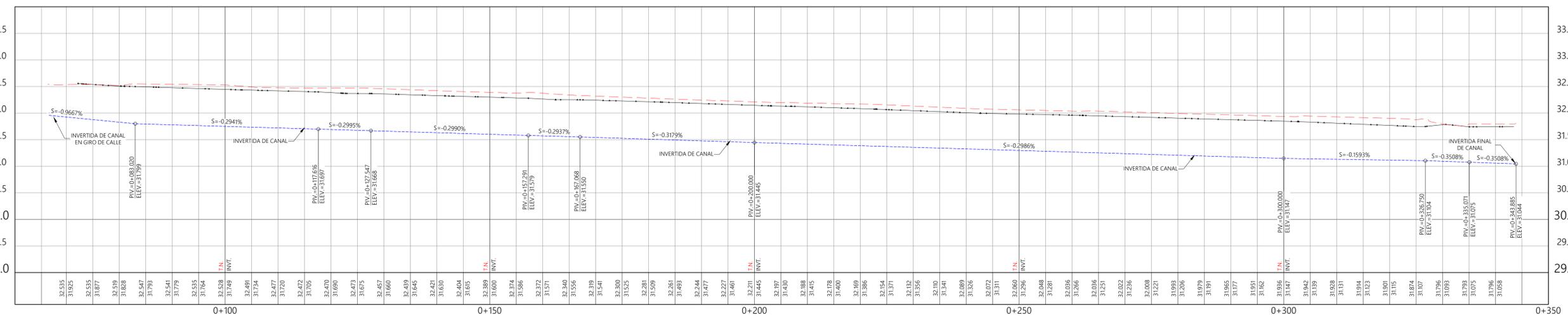
REVISIÓN: LÁMINA:

02 PLANO 07/02 C-007

CUADRO DE SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	BANCO DE NIVEL
○	POSTE DE MADERA
◐	POSTE DE CONCRETO
●	POZOS DE AGUAS NEGRAS
●	ÁRBOLES
□	CAJAS DE REGISTRO
□	CAJAS DE REGISTRO AGUAS NEGRAS
□	CAJAS DE VÁLVULA AGUA POTABLE
⊕	HIDRANTE
---	MURO EXISTENTE
---	ORILLA DE CALLE DE TERRACERIA EXISTENTE



PLANO DE PLANTA-EJE DE CANAL EN CALLE DE ALIVIO A CANAL DE TERRACERIA
EST: 0+070 a 0+344 ESCALA 1:400



PLANO DE PERFIL-EJE DE CANAL EN CALLE DE ALIVIO A CANAL DE TERRACERIA
EST: 0+070 a 0+344 ESCALA 1:400

PLANOS NO PARA CONSTRUCCION



CATREDRÁTICO:
ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:
REDISEÑO ESTRUCTURAL DE
PAVIMENTO EN POZA LOS
ALCALDES, LA LIMA, CORTES, 2023

CONTENIDO:
SECCIONES-CALLE DE BULEVAR

CORRECCIONES:

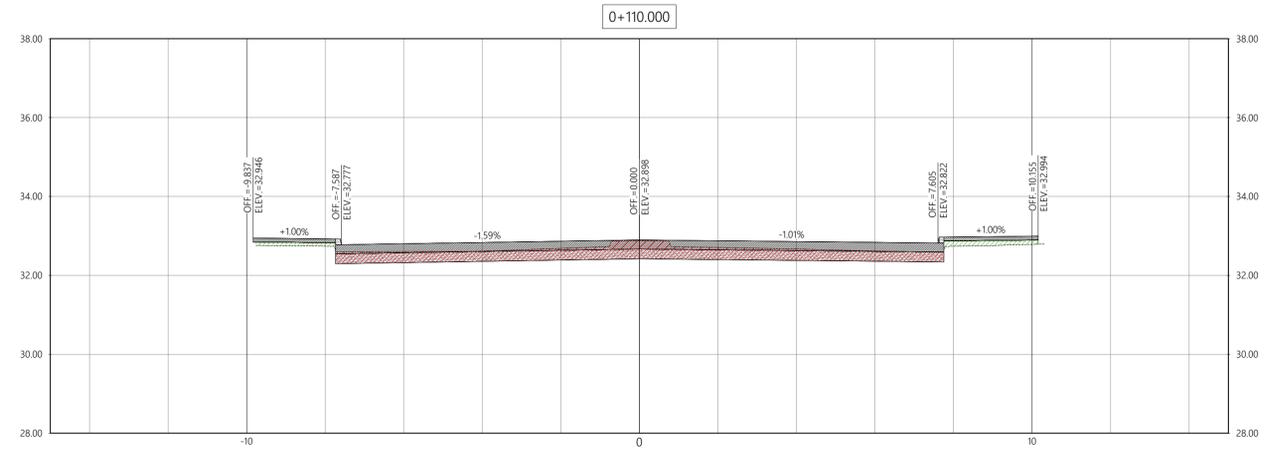
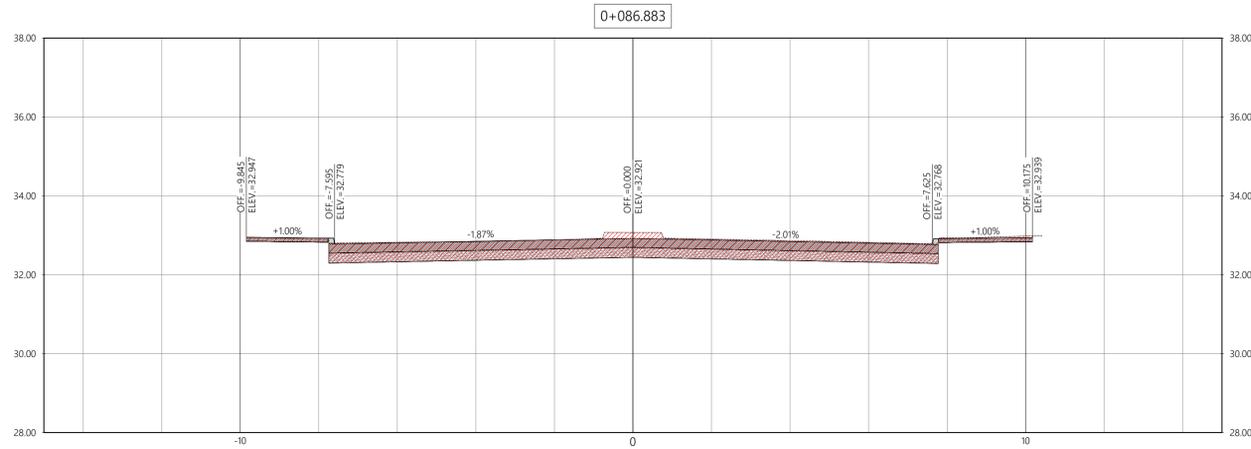
ALUMNOS:
- HELEN NICOLE GALEANO ZELAYA
CUENTA #21811050
- MOISES DAVID ESPINOZA ZUNIGA
CUENTA #21511117
- MELVIN JOSUE MENDOZA SANCHEZ
CUENTA #21811305

OBSERVACIONES:

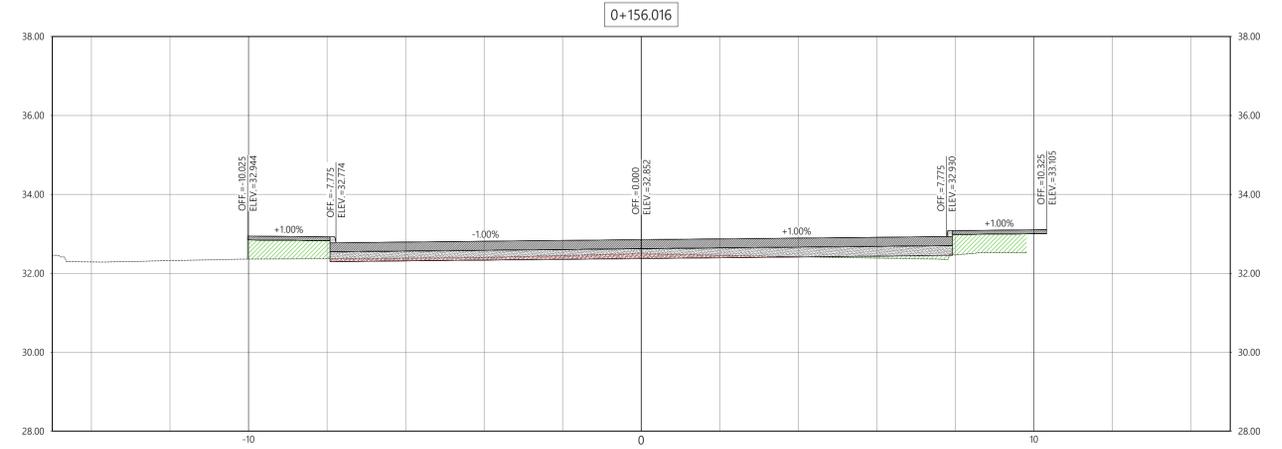
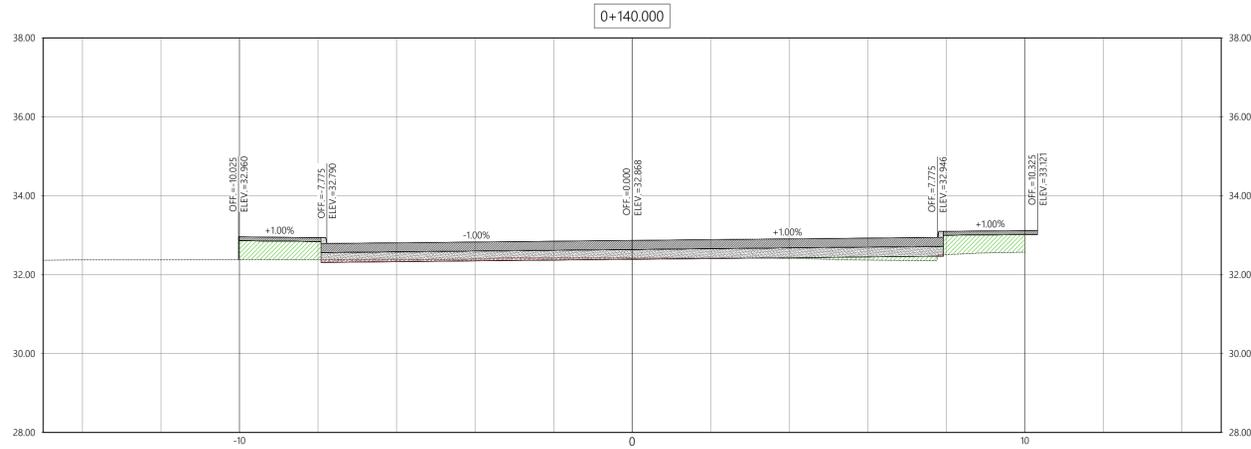
ESCALA: 1:35
LUGAR Y
FECHA: S.P.S
AGOSTO 2023

REVISIÓN: LÁMINA:

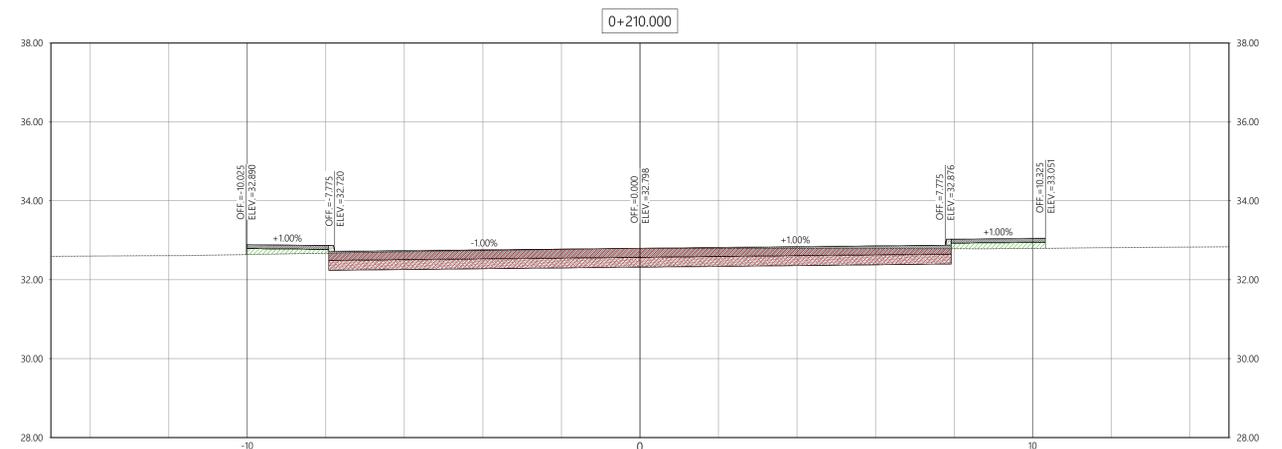
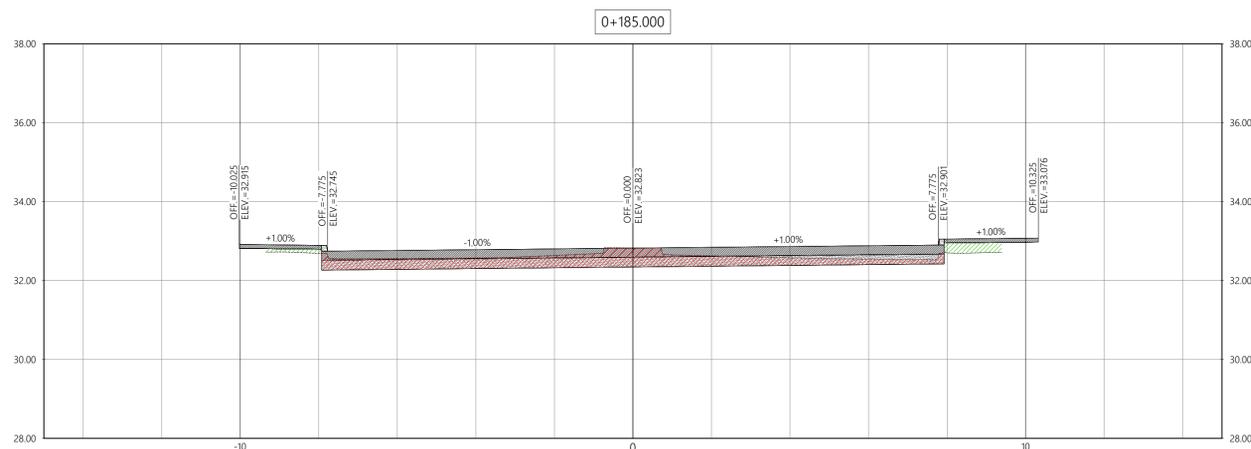
02 PLANO C-008



469 m³ CORTE



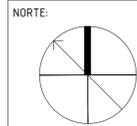
131 m³ RELLENO



SECCIONES TRANSVERSALES-CALLE DE BULEVAR

ESCALA 1:35

PLANOS NO PARA CONSTRUCCION



CATREDRÁTICO:
ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:
REDISEÑO ESTRUCTURAL DE
PAVIMENTO EN POZA LOS
ALCALDES, LA LIMA, CORTES, 2023

CONTENIDO:
SECCIONES-CALLE DE CENTRO
DE SALUD

CORRECCIONES:

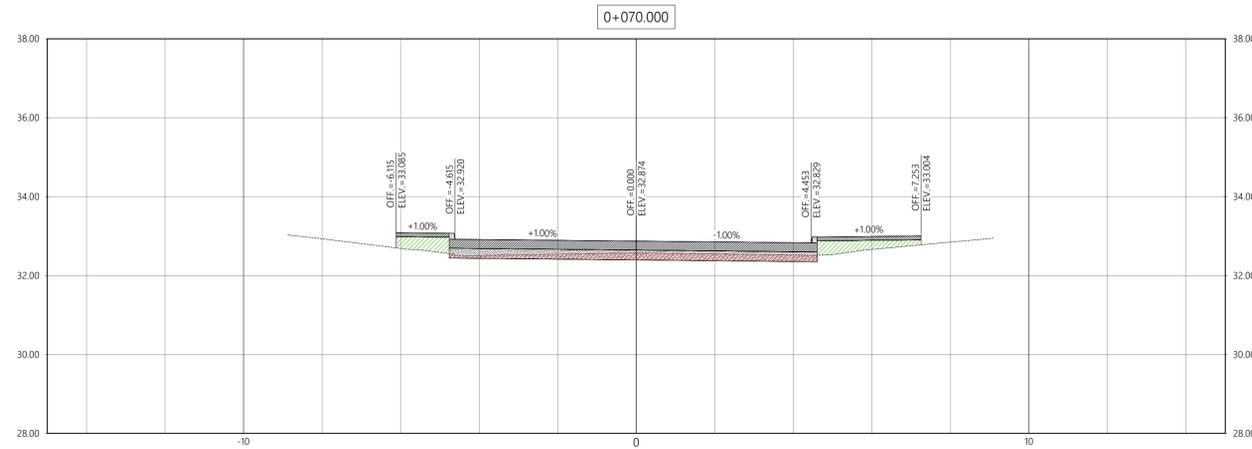
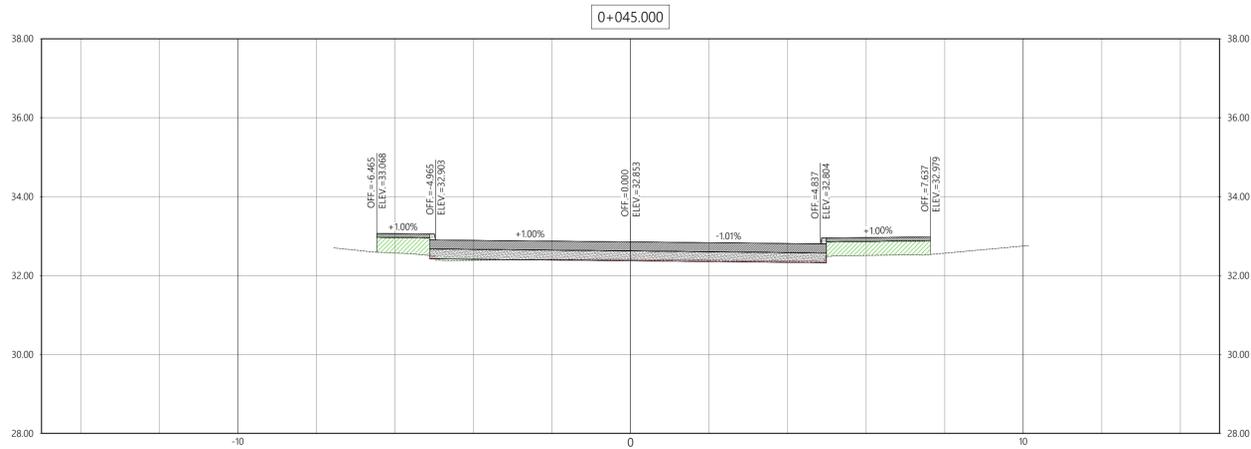
ALUMNOS:
- HELEN NICOLE GALEANO ZELAYA
CUENTA #21811050
- MOISES DAVID ESPINOZA ZUNIGA
CUENTA #21511117
- MELVIN JOSUE MENDOZA SANCHEZ
CUENTA #21811305

OBSERVACIONES:

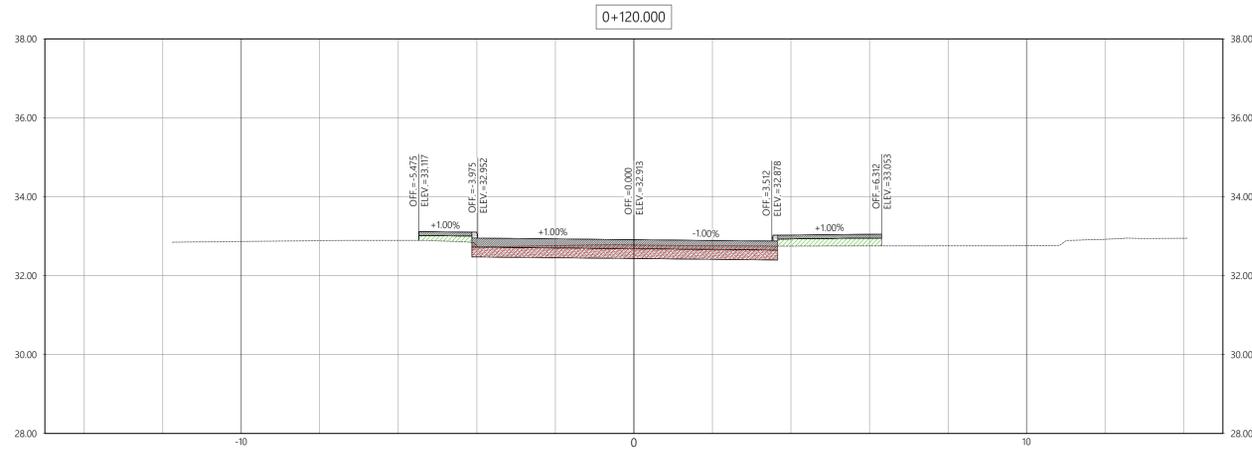
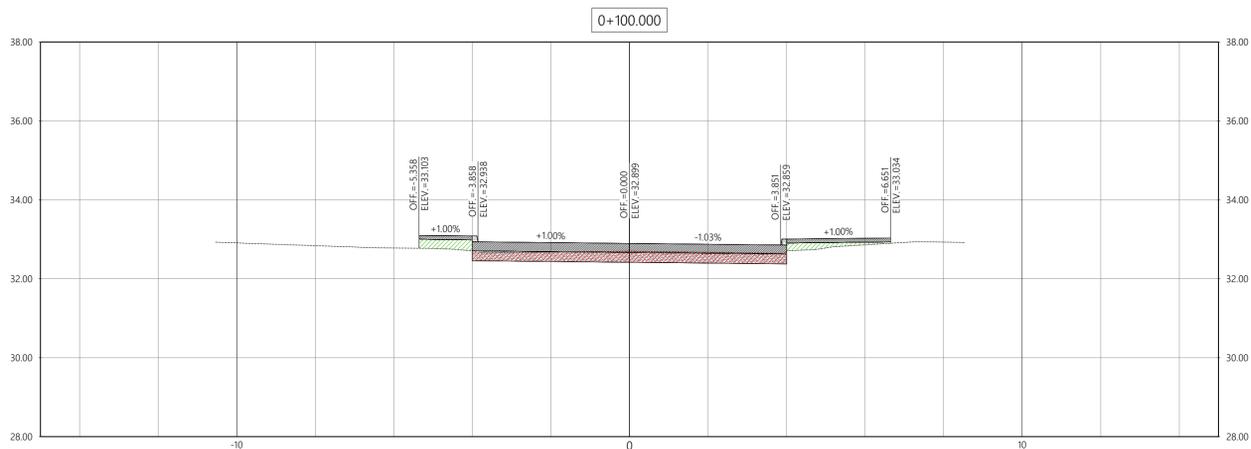
ESCALA: 1:35
LUGAR Y
FECHA:
S.P.S
AGOSTO 2023

REVISIÓN: LÁMINA:

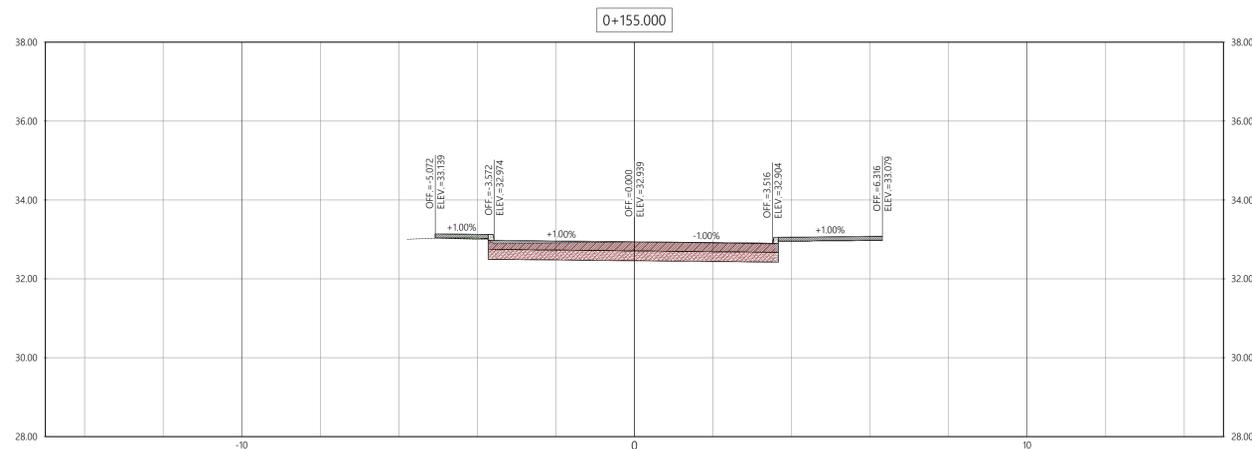
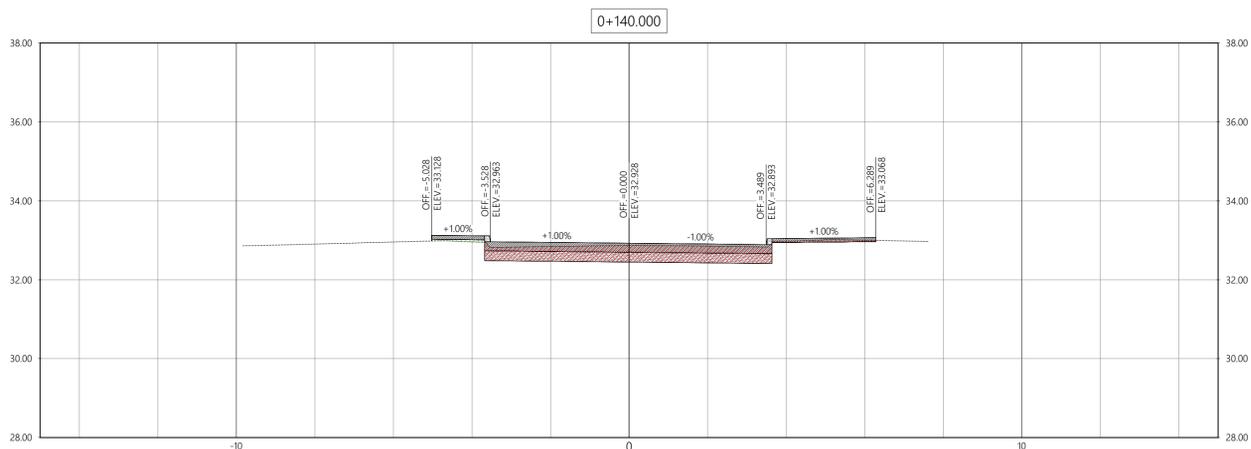
02 PLAND 09/012 C-009



233 m³ CORTE



142 m³ RELLENO



SECCIONES TRANSVERSALES-CALLE DE CENTRO DE SALUD

ESCALA 1:35

PLANOS NO PARA CONSTRUCCION



CATREDRÁTICO:
ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:
REDISEÑO ESTRUCTURAL DE
PAVIMENTO EN POZA LOS
ALCALDES, LA LIMA, CORTES, 2023

CONTENIDO:
PLANO DE SECCIONES TÍPICAS
CALLE DE BULEVAR
CALLE DE CENTRO DE SALUD

CORRECCIONES:

ALUMNOS:
- HELEN NICOLE GALEANO ZELAYA
CUENTA #21811050
- MOISES DAVID ESPINOZA ZUNIGA
CUENTA #21511117
- MELVIN JOSUE MENDOZA SANCHEZ
CUENTA #21811305

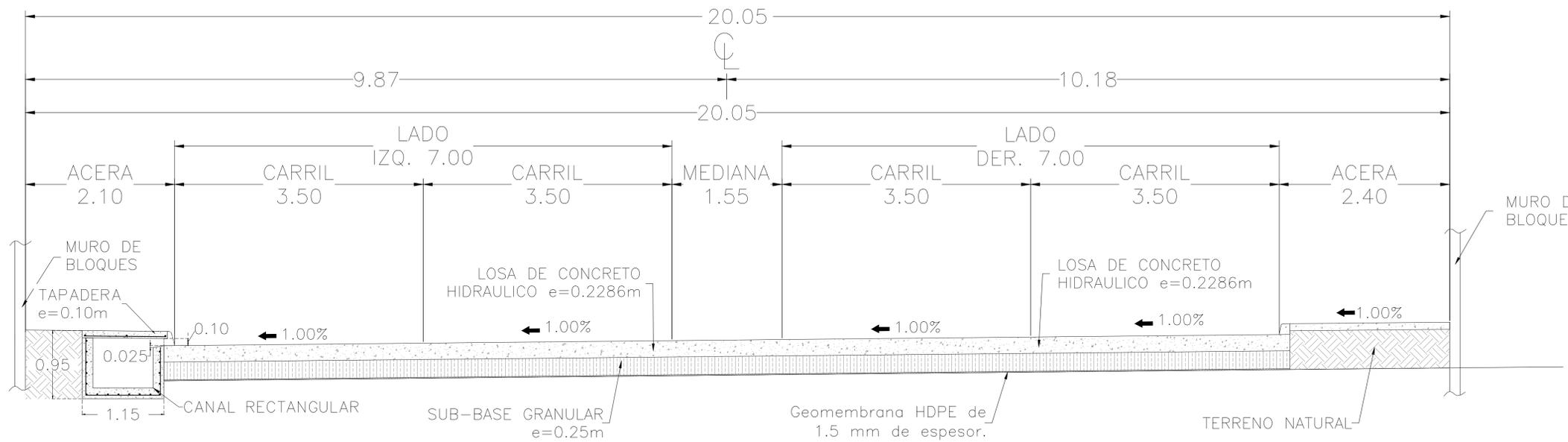
OBSERVACIONES:

ESCALA: LUGAR Y
FECHA:

1:35 S.P.S
AGOSTO 2023

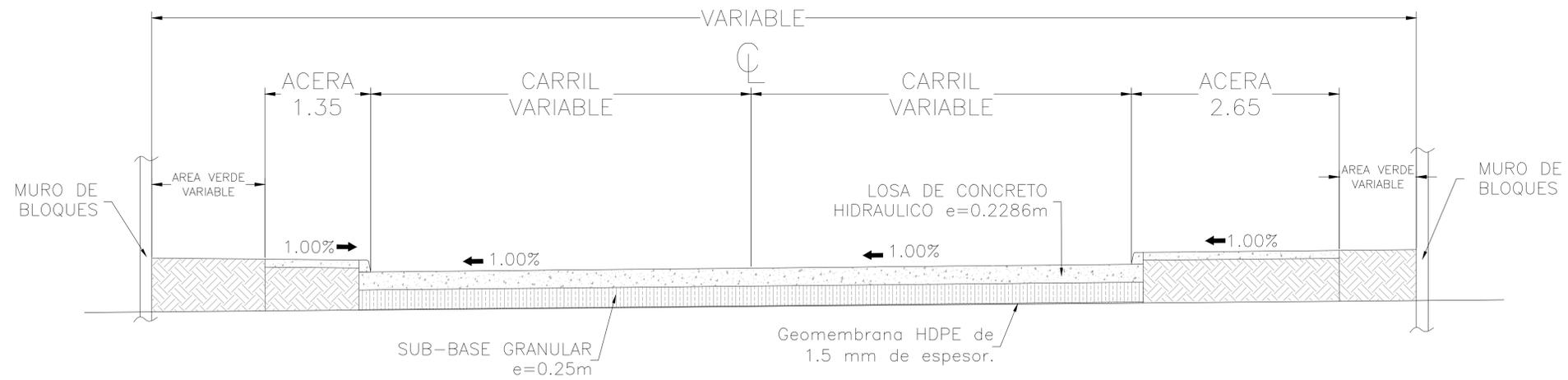
REVISIÓN: LÁMINA:

02 PLANO C-010



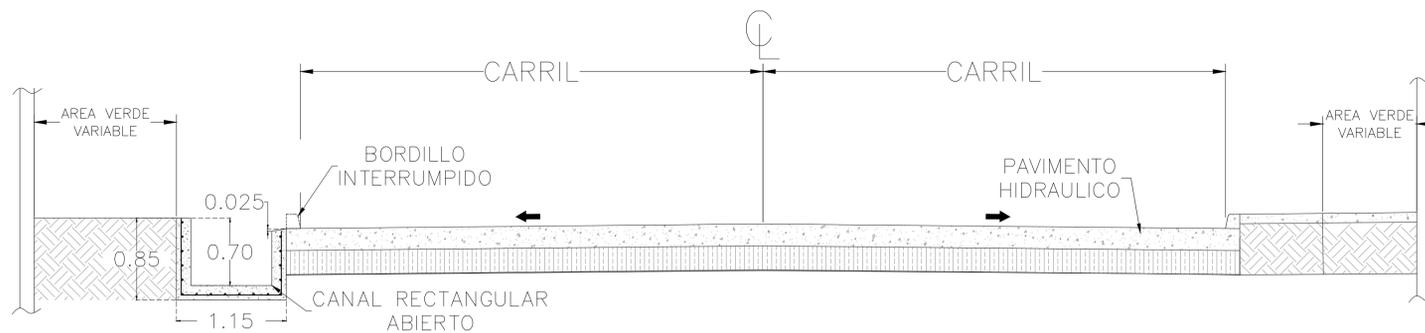
SECCION TIPICA - CALLE DE BULEVAR PRINCIPAL

ESCALA 1:35



SECCION TIPICA - CALLE DE CENTRO DE SALUD

ESCALA 1:35

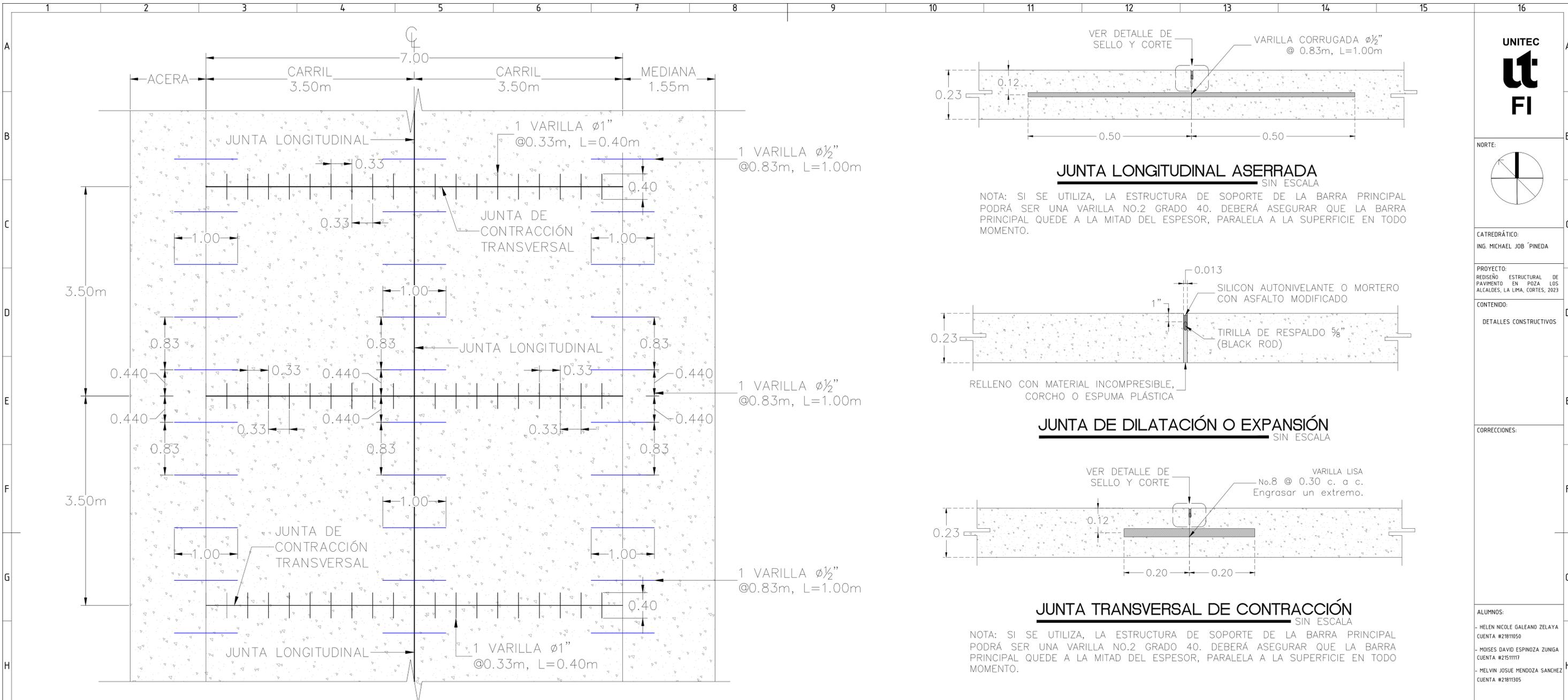


SECCION TIPICA DE CANAL ABIERTO - CALLE DE ALIVIO A CANAL DE TERRACERIA

ESCALA 1:35

GENERALIDADES CONSTRUCTIVAS	
MÓDULO DE RUPTURA:	600 PSI
F'c (ACERAS Y BORDILLOS) =	3000 PSI
GRADO ESTRUCTURAL DE ACERO=	GRADO 60
ACERO JUNTAS LONGITUDINALES=	Ø1/2"
ACERO JUNTAS TRANSVERSALES=	Ø1"
ACERO DE BORDILLO=	Ø3/8"
SUBBASE GRANULAR E=	0.25 M, K=450 Lib/plg ³
GEOMEMBRANA HDPE DE	1.5 mm de espesor.

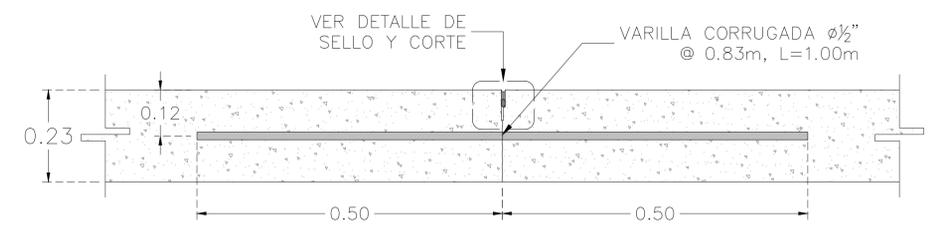
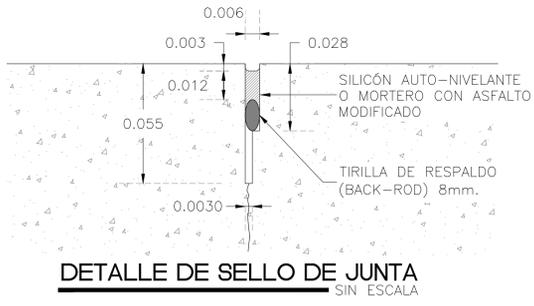
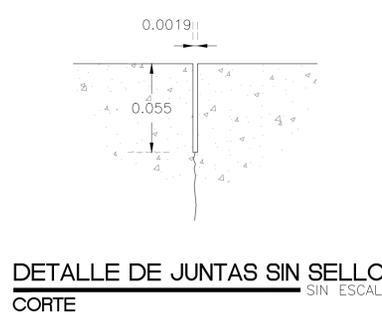
PLANOS NO PARA CONSTRUCCION



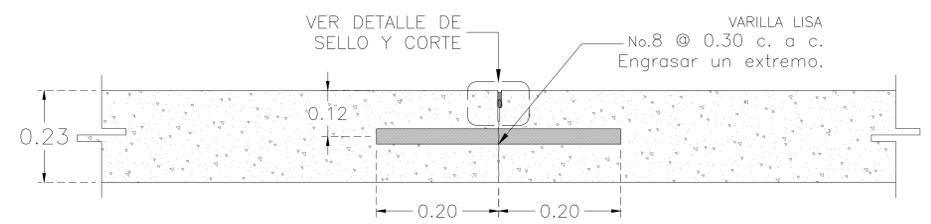
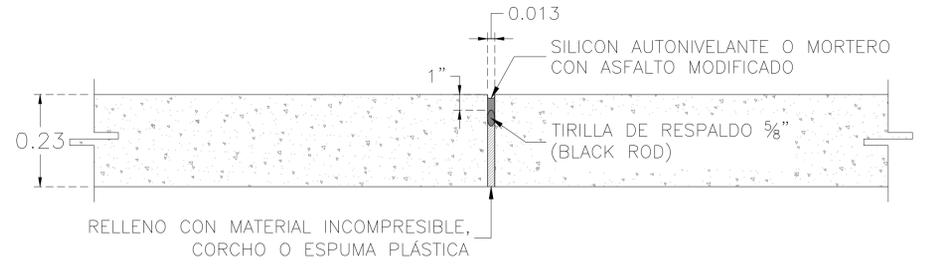
DETALLE DE DISTRIBUCION DE JUNTAS
ESCALA: 1:75

PROFUNDIDAD DE CORTE EN JUNTAS		
ESPESOR DE LOSA e (m)	1/3e* (m)	1/4e (m)
0.15	0.050	0.038
0.16	0.053	0.040
0.175	0.058	0.044
0.18	0.060	0.045
0.20	0.067	0.050
0.22	0.073	0.055

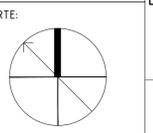
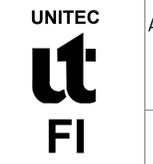
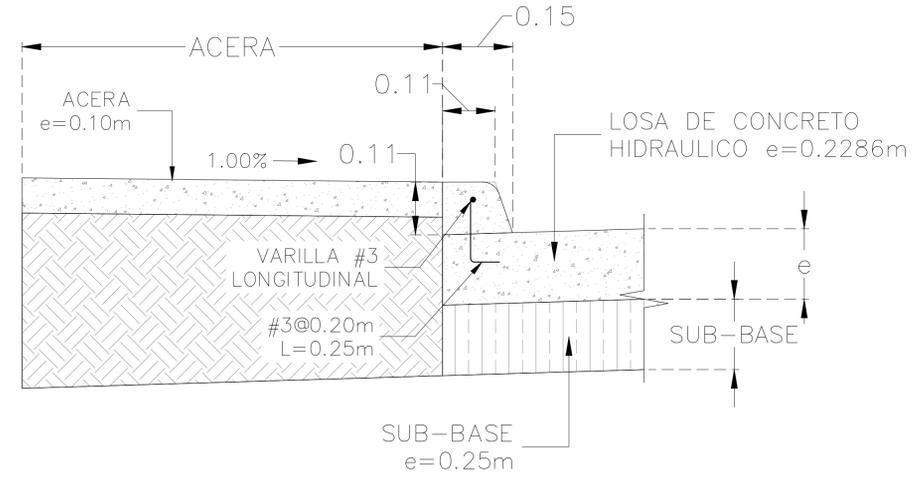
* CON BASE CEMENTO



NOTA: SI SE UTILIZA, LA ESTRUCTURA DE SOPORTE DE LA BARRA PRINCIPAL PODRÁ SER UNA VARILLA NO.2 GRADO 40. DEBERÁ ASEGURAR QUE LA BARRA PRINCIPAL QUEDE A LA MITAD DEL ESPESOR, PARALELA A LA SUPERFICIE EN TODO MOMENTO.



NOTA: SI SE UTILIZA, LA ESTRUCTURA DE SOPORTE DE LA BARRA PRINCIPAL PODRÁ SER UNA VARILLA NO.2 GRADO 40. DEBERÁ ASEGURAR QUE LA BARRA PRINCIPAL QUEDE A LA MITAD DEL ESPESOR, PARALELA A LA SUPERFICIE EN TODO MOMENTO.



CATREDRÁTICO:
ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:
REDESÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO EN POZA LOS ALCALDES, LA LIMA, CORTES, 2023

CONTENIDO:
DETALLES CONSTRUCTIVOS

CORRECCIONES:

- ALUMNOS:
- HELEN NICOLE GALEANO ZELAYA CUENTA #21811050
 - MOISES DAVID ESPINOZA ZUNIGA CUENTA #21511117
 - MELVIN JOSUE MENDOZA SANCHEZ CUENTA #21811305

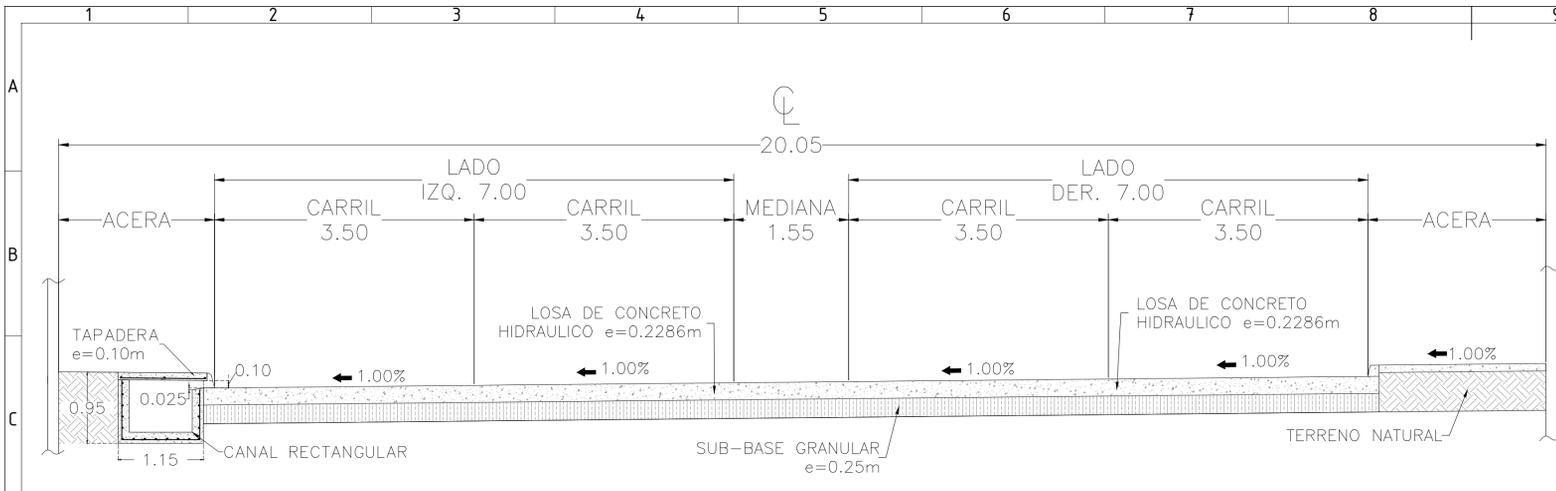
OBSERVACIONES:

ESCALA: LUGAR Y FECHA:

LA INDICADA S.P.S AGOSTO 2023

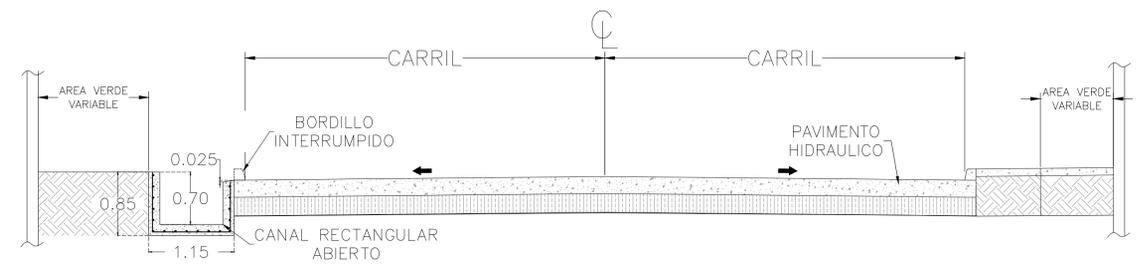
REVISIÓN: LÁMINA:

02 PLANO 11/011 C-011



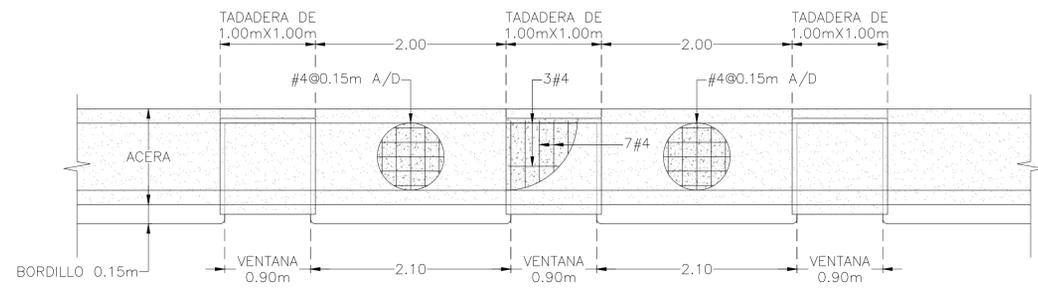
SECCION TIPICA DE CANAL BAJO ACERA - CALLE DE BULEVAR PRINCIPAL

ESCALA 1:45



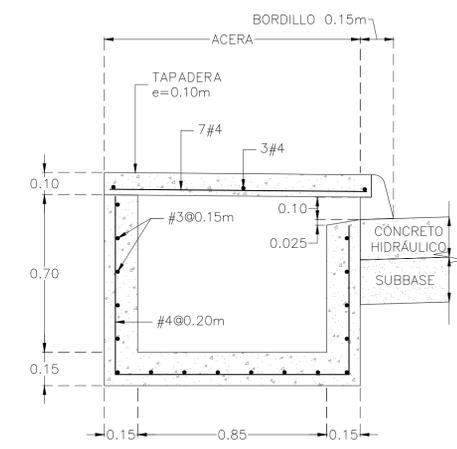
SECCION TIPICA DE CANAL ABIERTO - CALLE DE ALIVIO A CANAL DE TERRACERIA

ESCALA 1:45



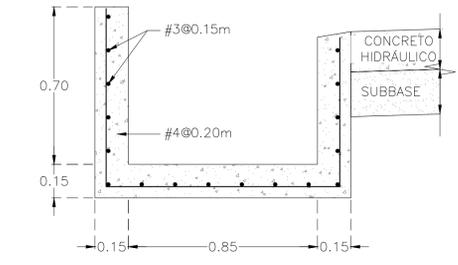
PLANTA DE CANAL BAJO ACERA

ESCALA 1:35



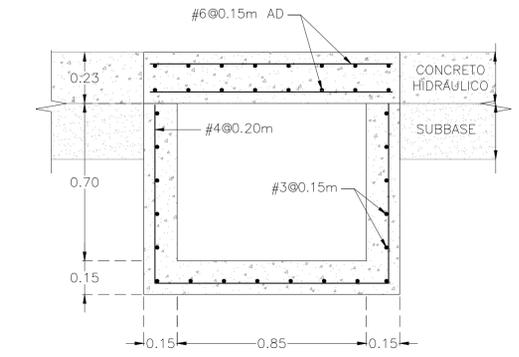
SECCION DE CANAL BAJO ACERA

ESCALA 1:15



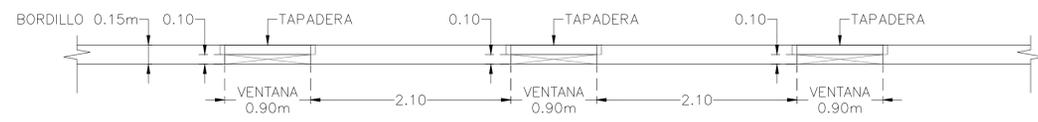
SECCION DE CANAL ABIERTO

ESCALA 1:15



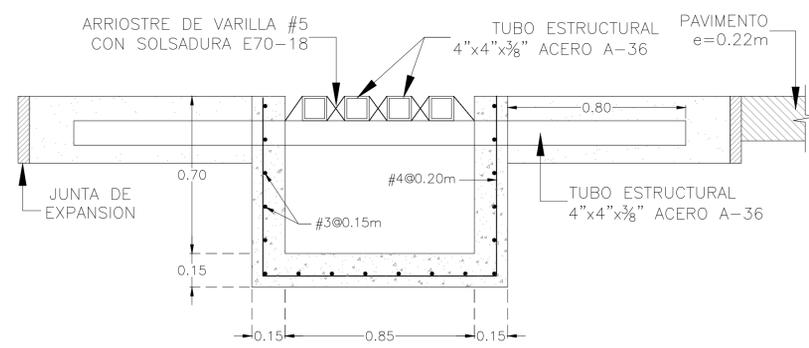
SECCION DE CANAL EN CRUCE DE CALLE

ESCALA 1:15



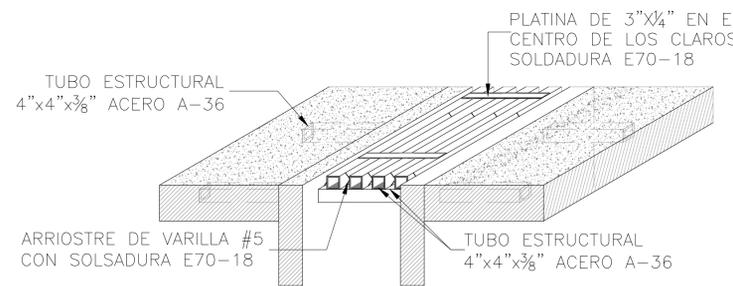
ELEVACION DE CANAL BAJO ACERA

ESCALA 1:35

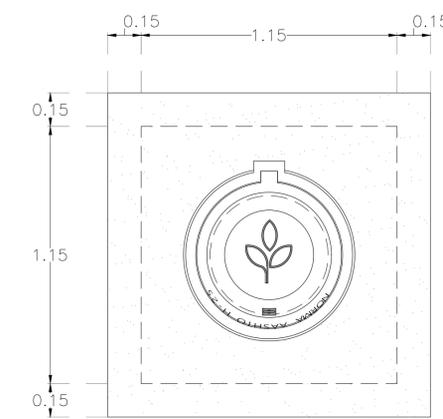


SECCION DE QUIEBRAPATAS

ESCALA 1:15



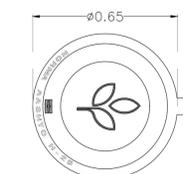
ISOMETRICO DE DETALE DE QUIEBRAPATAS



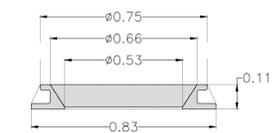
DETALLE CAJA DE INSPECCION A.L.L.

CON TAPADERA DE POZO

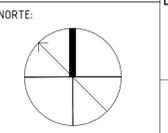
ESCALA 1:20



VISTA INFERIOR DE LA TAPADERA



SECCION DE CASQUETE Y TAPADERA



CATREDRÁTICO:
ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:
REDISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO EN POZA LOS ALCALDES, LA LIMA, CORTES, 2023

CONTENIDO:
DETALLES HIDRAULICOS

CORRECCIONES:

ALUMNOS:
- HELEN NICOLE GALEANO ZELAYA CUENTA #21811050
- MOISES DAVID ESPINOZA ZUNIGA CUENTA #21511117
- MELVIN JOSUE MENDOZA SANCHEZ CUENTA #21811305

OBSERVACIONES:

ESCALA: LUGAR Y FECHA:

LA INDICADA S.P.S AGOSTO 2023

REVISIÓN: LÁMINA:

02 PLANO C-012

VI. ANÁLISIS FINANCIERO

En el presente capítulo se presenta el análisis financiero de la propuesta de rediseño estructural de pavimento en el sector Poza Los Alcaldes, La Lima, Cortés. Esta sección pretende desglosar los temas como alcance del proyecto, PCO, fichas de costos, explosión de insumos, desglose de costos indirectos y el cronograma del trabajo, para obtener la información financiera de materiales y equipo requerido para realizar dicho proyecto. Al definir cada tema mencionado nos permite asegurar de que todos comprendan claramente el desarrollo financiero del proyecto, reducir los riesgos del proyecto, establecer un presupuesto y planificar los tiempos de trabajo.

6.1. ALCANCE DEL PROYECTO

Durante la ejecución del proyecto se deben pasar diferentes etapas a lo largo de las cuales se busca hacer un seguimiento para asegurarse de que todo avanza como lo diseñado. En este sentido, los entregables de un proyecto contribuyen al buen desarrollo de este y a la consecución del resultado final.

Un proyecto de gran tamaño significa que debe dividirse en varios entregables o etapas. Así que no se trata solo del producto o servicio final, se trata de todas las actividades intermedias que definen el avance del proyecto.

Dentro del avance de este proyecto se define que:

- La propuesta de rediseño estructural de pavimento en Poza Los Alcaldes, La Lima, Cortés, es el entregable final.
- Las actividades preliminares, movimientos de tierra, concretos, construcción del canal, señalización, se plasman como los sub entregables.

Por otro lado, se brinda una descripción del proyecto para la comprensión de cada uno de las actividades y el criterio de aceptación que requiere la actividad para poder llevarse a cabo; esto nos permite establecer límites y normativas en el proyecto que se deben cumplir con el propósito de lograr una estructura duradera para la comunidad.



PRESUPUESTO

PROYECTO: Propuesta de Rediseño Estructural de Pavimento en Sector Poza los Alcaldes, La Lima, Cortés, 2023

Ítem	Entregable Final	Descripción	Criterio de Aceptación
1	Propuesta de Rediseño Estructural de Pavimento	Diseño y construcción de un nuevo diseño de pavimento para la evacuación de agua superficial que se presenta en el sector poza los alcaldes cubriendo una longitud de 352.658 m, incluyendo quebrapatas y un canal que se dirige hasta el canal de alivio.	Tiempo de entrega: Cumplir con especificaciones de Diseño
Ítem	Subentregable	Descripción	Criterio de Aceptación
1	PRELIMINARES		
1.01	Demolición de pavimento existente	Demolición de concreto hidráulico de 8.5 pulg en calle hacia el centro de salud y 15 cm de espesor en la carpeta asfáltica en el bulevar principal.	Utilización de maquinaria correcta y que la superficie entregada no quede ningún área sin demoler.
1.02	Levantamiento topográfico	Marcaje topográfico del área y curvas de nivel.	Utilizar equipo topográfico (Estación total, bastones, tripode, prismas).
1.03	Acarreo de material ripio	Movimiento del material de demolición a banco de desechos.	Que los acarros sean continuos y que no hayan atrasos de los movimientos para tener un área limpia.
2	MOVIMIENTO DE TIERRA		
2.01	Excavación común	Excavación de material existente necesario según diseño.	Cumplir con las especificaciones técnicas empleadas en los planos resultantes de la propuesta de rediseño de pavimento estructural.
2.02	Relleno y compactación con material de banco de préstamo	Relleno compactado con material selecto para realizar la nivelación deseada.	Cumplir con las especificaciones técnicas empleadas en los planos resultantes de la propuesta de rediseño de pavimento estructural.
2.03	Subbase e= 0.25 m con material de banco de préstamo	Subbase con material selecto en según diseño.	Cumplir con las especificaciones técnicas empleadas en los planos resultantes de la propuesta de rediseño de pavimento estructural.
2.04	Colocación de geomembrana	Colocación de geomembrana para estabilización del suelo.	Cumplir con las especificaciones técnicas empleadas en los planos resultantes de la propuesta de rediseño de pavimento estructural.
3	ELEMENTOS DE CONCRETO		
3.01	Colocación de concreto en losa de pavimento de e= 0.23 cm (Incluye: encofrado, fundición de losa, acabado, curado, corte de juntas longitudinales y transversales con disco de 2 mm a cada 3.5 x 3.5 m y desencofrado)	Fundición de concreto MR 600 con un espesor de 0.23 cm con corte de juntas longitudinales y transversales con un disco de 2 mm.	Cumplir con las especificaciones técnicas empleadas en los planos resultantes de la propuesta de rediseño de pavimento estructural.
3.02	Construcción de acera de concreto f'c= 3,000 psi, e= 0.10 m (incluye: conformación del terreno con material selecto, encofrado, colocación, vibrado, curado de concreto y corte de juntas)	Acera de concreto f'c=3,000 psi de espesor de 10 cm con ancho variable.	Cumplir con las especificaciones técnicas empleadas en los planos resultantes de la propuesta de rediseño de pavimento estructural.
3.03	Construcción de bordillos de concreto f'c= 3,000 psi de 0.15 x 0.11 mts	Bordillos de concreto con dimensiones de 0.15 mts de altura con 0.11 mts de espesor.	Cumplir con las especificaciones técnicas empleadas en los planos resultantes de la propuesta de rediseño de pavimento estructural.

4 OBRAS SOBRE CANAL TIPO CUNETETA			
4.01	Demolicion de acera en area de canal	Demolición de acera existente en el lado de la calle hacia centro de salud y hacia calle de alivio hacia pista de aeropuerto.	Utilización de maquinaria correcta y que la superficie entregada no quede ningún área sin demoler.
4.02	Excavación de canal	Excavación de canal de 0.85 de ancho X 0.5 de profundidad a lo largo de la calle hacia centro de salud hacia calle de alivio de pista de aeropuerto.	Cumplir con las especificaciones técnicas empleadas en los planos resultantes de la propuesta de rediseño de pavimento estructural.
4.03	Relleno y compactación con material selecto e=0.10 m	Relleno compactado con material selecto para realizar nivelación con compactadora.	Cumplir con las especificaciones técnicas empleadas en los planos resultantes de la propuesta de rediseño de pavimento estructural.
4.04	Construccion de canal de concreto armado de 1.15x0.85	Fundición de canal con concreto 3,000 psi con varillas longitudinales #3 y varillas transversales #4, con dimensiones de 0.85 de profundidad X 1.15 de ancho.	Cumplir con las especificaciones técnicas empleadas en los planos resultantes de la propuesta de rediseño de pavimento estructural.
4.05	Construccion de aceras sobre canal	Acera de concreto $f_c=3,000$ psi de espesor de 10 cm con ancho variable.	Cumplir con las especificaciones técnicas empleadas en los planos resultantes de la propuesta de rediseño de pavimento estructural.
4.06	Construccion de quiebrapatras, long= 31 m	Quiebrapatras de dimensiones de 1.15 m de ancho y de 0.85 m de profundidad, con tubo estructural 4"x4"x3/8".	Cumplir con las especificaciones técnicas empleadas en los planos resultantes de la propuesta de rediseño de pavimento estructural.
4.07	Construccion de cajas de registro de agua lluvias 1.45x1.45m	Cajas de registro fundidas con concreto $f_c=3,000$ psi con dimensiones de 1.15m x 1.15m y una profundidad interna de 0.7 m.	Cumplir con las especificaciones técnicas empleadas en los planos resultantes de la propuesta de rediseño de pavimento estructural.
5 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL			
5.01	Suministro y Aplicación de Linea termoplástica blanca continua e=0.10 m	Aplicación mecánica con franjadora de pavimento, a base de resinas acrílicas color blanco con acabado satinado, textura lisa para marca vial longitudinal continua de 0.10 m de espesor.	Cumpla con los parametros de diseño y con especificaciones para su colocación
5.02	Suministro y Aplicación de Linea termoplástica blanca discontinua e=0.10	Aplicación mecánica con franjadora de pavimento, a base de resinas acrílicas color blanco con acabado satinado, textura lisa para marca vial longitudinal discontinua de 0.10 m de espesor.	Cumpla con los parametros de diseño y con especificaciones para su colocación
5.03	Suministro y Aplicación de Vialita blanca una cara blanca y una cara roja	Aplicación de vialitas de doble cara una cara blanca y una cara roja reflectivas.	Cumpla con los parametros de diseño y con especificaciones para su colocación
5.04	Suministro y Aplicación de Vialita amarilla doble cara	Aplicación de vialitas de doble cara blanca reflectivas.	Cumpla con los parametros de diseño y con especificaciones para su colocación

5.05	Suministro y Aplicación de Boyas de 20 x 20 cm	Aplicación de boyas plásticas anaranjadas de 20cmx20cm.	Cumpla con los parametros de diseño y con especificaciones para su colocación
5.06	Suministro y Aplicación de Línea de paso peatonal de cebra de 0.5 m de ancho x 2 m de largo cada una con pintura termoplástica blanca	Aplicación mecánica con franjadora de pavimento, a base de resinas acrílicas color blanco con acabado satinado, textura lisa para marca vial vertical discontinua de 0.5 de ancho X 2 de largo.	Cumpla con los parametros de diseño y con especificaciones para su colocación
5.07	Suministro e Instalación de Señal reglamentaria R-1-1 (0.76 x 0.76 m) ALTO	Señalización reglamentaria octagonal de metal, colocada de acuerdo a lo indicado en los planos.	Cumpla con las especificaciones del fabricante para su colocación
5.08	Suministro e Instalación de Señal reglamentaria R-10-1 (0.91 x 1.372) Parada de autobuses	Señalización reglamentaria octagonal de metal, colocada de acuerdo a lo indicado en los planos.	Cumpla con las especificaciones del fabricante para su colocación
5.09	Pintura en Bordillos con pintura acrílica amarilla (pintura termoplástica con microesferas de vidrio)	Aplicación mecánica con franjadora de pavimento, a base de resinas acrílicas color blanco con acabado satinado, textura lisa para los bordillos longitudinal.	Cumpla con los parametros de diseño y con especificaciones para su colocación
6	OTROS		
6.01	Limpieza Final	Limpieza final incluyendo acarreo de materiales y desperdicios.	Removido fuera del proyecto

6.2. PRESUPUESTO DE CANTIDADES DE OBRA DEL PROYECTO (PCO)

El presupuesto de cantidades de obras del proyecto, denominado por sus siglas PCO, contiene los datos de construcción de cada una de las actividades de los sub entregables y en base a ello, el precio total que generara realizar el trabajo; cabe mencionar, que los precios están fundamentados en los valores que ofrecen las empresas de construcción, en la revista de la Cámara Hondureña de la Industria de la Construcción (CHICO), incluyendo los rendimientos.

Por medio del presupuesto de cantidades de obra conocemos la cantidad de los materiales, maquinaria, equipos y mano de obra necesarios para realizar el proyecto; permitiéndonos llevar un control más responsable el presupuesto. Cuando no se realiza un presupuesto de obra no se sabe cuál será el monto para construir un proyecto, llevando a cabo un incremento del presupuesto que no permiten terminar la con la obra.

En este apartado, se define de forma directa la suma total de cada uno de los sub entregables y el presupuesto final a invertir para realizar el rediseño estructural de pavimento en Poza los Alcaldes, La Lima, Cortés.



PRESUPUESTO

PROYECTO: Propuesta de Rediseño Estructural de Pavimento en Sector Poza los Alcaldes, La Lima, Cortés, 2023

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario Lps.	Total Lps.
1	PRELIMINARES				
1.01	Demolición de pavimento existente	m2	5,453.58	L125.67	L685,356.58
1.02	Levantamiento topográfico	glb	1.00	L9,450.00	L9,450.00
1.03	Acarreo de material ripio	m3	1,873.65	L75.61	L141,661.73
SUB. TOTAL					L836,468.31
2	MOVIMIENTO DE TIERRA				
2.01	Excavación común	m3	702.00	L143.94	L101,043.30
2.02	Relleno y compactación con material de banco de préstamo	m3	273.00	L272.59	L74,416.72
2.03	Subbase e= 0.25 m con material de banco de préstamo	m3	977.44	L203.10	L198,521.04
2.04	Colocación de geomembrana	m2	3,909.74	L320.31	L1,252,338.59
SUB. TOTAL					L1,626,319.66
3	ELEMENTOS DE CONCRETO				
3.01	Colocación de concreto en losa de pavimento de e= 0.23 cm (Incluye: encofrado, fundición de losa, acabado, curado, corte de juntas longitudinales y transversales con disco de 2 mm a cada 3.5 x 3.5 m y desencofrado)	m2	3,909.74	L1,305.35	L5,103,576.66
3.02	Construcción de acera de concreto f'c= 3,000 psi, e= 0.10 m (incluye: conformación del terreno con material selecto, encofrado, colocación, vibrado, curado de concreto y corte de juntas)	m2	1,543.84	L419.78	L648,075.09
3.03	Construcción de bordillos de concreto f'c= 3,000 psi de 0.15 x 0.11 mts	ml	506.03	L138.25	L69,960.74
SUB. TOTAL					L5,821,612.50

4	OBRAS SOBRE CANAL TIPO CUNETETA				
4.01	Demolicion de acera en area de canal	m2	76.02	L125.67	L9,553.51
4.02	Excavación de canal	m3	358.23	L106.82	L38,264.39
4.03	Relleno y compactación con material selecto e=0.10 m	m3	35.82	L272.49	L9,761.18
4.04	Construccion de canal de concreto armado de 1.15x0.85	ml	311.00	L3,599.24	L1,119,362.63
4.05	Construccion de aceras sobre canal	ml	51.00	L2,524.22	L128,735.39
4.06	Construccion de quiebrapatras, long= 31 m	ml	31.00	L9,670.26	L299,778.13
4.07	Construccion de cajas de registro de agua lluvias 1.45x1.45m	und	3.00	L24,529.88	L73,589.63
				SUB. TOTAL	L1,679,044.85

5	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL				
5.01	Suministro y Aplicación de Linea termoplástica blanca continua e=0.10 m	ml	626.00	L98.75	L61,817.50
5.02	Suministro y Aplicación de Linea termoplástica blanca discontinua e=0.10	ml	184.50	L98.75	L18,219.38
5.03	Suministro y Aplicación de Vialta blanca una cara blanca y una cara roja	und	68.00	L108.75	L7,395.00
5.04	Suministro y Aplicación de Vialta amarilla doble cara	und	38.00	L108.75	L4,132.50
5.05	Suministro y Aplicación de Boyas de 20 x 20 cm	und	144.00	L150.00	L21,600.00
5.06	Suministro y Aplicación de Linea de paso peatonal de cebra de 0.5 m de ancho x 2 m de largo cada una con pintura termoplastica blanca	und	2.00	L1,402.50	L2,805.00
5.07	Suministro e Instalación de Señal reglamentaria R-1-1 (0.76 x 0.76 m) ALTO	und	2.00	L5,606.25	L11,212.50
5.08	Suministro e Instalación de Señal reglamentaria R-10-1 (0.91 x 1.372) Parada de autobuses	und	1.00	L5,606.25	L5,606.25
5.09	Pintura en Bordillos con pintura acrílica amarilla (pintura termoplástica con microesferas de vidrio)	ml	506.03	L57.50	L29,096.73
				SUB. TOTAL	L161,884.85

6	OTROS				
6.01	Limpieza Final	glb	1.00	L5,000.00	L5,000.00
				SUB. TOTAL	L5,000.00

TOTAL LPS.	L10,130,330.17
-------------------	-----------------------

TOTAL NETO LPS.	L12,118,766.49
------------------------	-----------------------

6.3. FICHAS DE COSTO Y EXPLOSIÓN DE INSUMOS

Las fichas de costos del presente proyecto contienen toda la información relacionada con el rediseño estructural de pavimento en Poza Los Alcaldes, La Lima, Cortés, reflejando costos unitarios de los materiales y servicios de este. También se presenta la explosión de insumo de materiales, mano de obra y equipo, así mismo el desglose de los costos indirectos considerados para este proyecto.

Esta documentación fue especificada para que cada actividad que será elaborada por la comunidad sea aplicando lo siguiente:

- El desglose correcto de los gastos directos e indirectos agrupados en las respectivas cotizaciones de los costos.
- La determinación de las cuotas de aplicación de los gastos indirectos de cada producto.

Su estructura y contenido muestran un desglose de los costos y rendimiento por partida directa de los materiales, mano de obra y maquinaria de una unidad de producto, contemplándose el valor por unidad de medición de cada sub entregable.

Contendrá de igual manera, especificaciones técnicas de los materiales a utilizar y calificación de los trabajadores que deben participar en cada actividad de los sub entregables.



PRESUPUESTO

PROYECTO: Propuesta de Rediseño Estructural de Pavimento en Sector Poza los Alcaldes, La Lima, Cortés, 2023

EXPLOSIÓN DE INSUMOS COSTO DIRECTO (MATERIAL)

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO LPS	COSTO DIRECTO LPS	CANTIDAD ENTERA	P. UNITARIO ENTERO LPS
1	PRELIMINARES						
1.01	Disco corte de concreto	und	0.82	L6,550.00	L5,358.14	1.00	L6,550.00
				Subtotal	L5,358.14		L6,550.00
2	MOVIMIENTO DE TIERRA						
2.01	Material banco de prestamo	m3	1287.95	L50.00	L64,397.40	1288	L64,400.00
	Rollo Geomembrada HDPE	m2	3909.740	L230.00	L899,240.20	3910	L899,300.00
				Subtotal	L963,637.60		L963,700.00
3	ELEMENTOS DE CONCRETO						
3.01	Concreto MR 600	m3	926.22	L3,400.00	L3,149,139.18	927.00	L3,151,800.00
3.02	Varilla Corrugada 1/2" G 40	lance	539.09	L265.00	L142,859.91	540.00	L143,100.00
3.03	Varilla Corrugada 1" G 40	lance	542.36	L1,040.00	L564,055.69	543.00	L564,720.00
3.04	Madera Cepillada	pt	1922.60	L23.00	L44,219.87	1923.00	L44,229.00
3.05	Clavos 3"	lbs	1006.76	L20.00	L20,135.16	1007.00	L20,140.00
3.06	Curador Para Concreto	gal	268.60	L103.00	L27,666.11	269.00	L27,707.00
3.07	Concreto 3000 psi	m3	167.62	L3,017.00	L505,695.96	168.00	L506,856.00
3.08	Clavos 2"	lbs	168.91	L20.00	L3,378.19	169.00	L3,380.00
3.09	Varilla corrugada #3 @20cm	lance	103.23	L204.00	L21,058.94	104.00	L21,216.00
				Subtotal	L4,478,209.02		L4,483,148.00
4	OBRAS SOBRE CANAL TIPO CUNETETA						
4.01	Disco corte de concreto	und	0.01	L6,550.00	L74.69	1.00	L6,550.00
4.02	Material banco de prestamo	m3	36.90	L50.00	L1,844.86	37.00	L1,850.00
4.03	Concreto prefabricado 3000 PSI	m3	152.23	L3,017.00	L459,274.44	153.00	L461,601.00
4.04	Varilla corrugada #4, de 9 metros	lance	618.64	L265.00	L163,940.14	619.00	L164,035.00
4.05	Varilla corrugada #3, de 9 metros	lance	669.28	L204.00	L136,533.87	670.00	L136,680.00
4.06	Madera de pino para encofrado	pt	6159.16	L23.00	L141,660.76	6160.00	L141,680.00
4.07	Clavos de acero 3"	lbs	101.97	L20.00	L2,039.40	102.00	L2,040.00
4.08	Alambre de amarre (rollo de 100 lb)	lbs	241.16	L25.00	L6,029.10	242.00	L6,050.00
4.09	Curador de concreto	gal	61.21	L103.00	L6,304.90	62.00	L6,386.00
4.10	Tubo estructural 4"x4"x3/8" Acero A-36	lance	21.29	L3,588.00	L76,376.56	22.00	L78,936.00
4.11	Platina de 3"X1/4"	lance	9.05	L515.69	L4,665.36	10.00	L5,156.90
4.12	Arrioste de varilla#5	lance	7.95	L582.00	L4,625.17	8.00	L4,656.00
4.13	Electrodo E70-18	lbs	247.14	L15.40	L3,805.93	248.00	L3,819.20
4.14	Casquete y tapadera de polietileno	und	3.00	L6,423.29	L19,269.87	3.00	L19,269.87
				Subtotal	L1,026,445.05		L1,038,709.97
				TOTAL	L6,473,649.81		L6,492,107.97



PRESUPUESTO

PROYECTO: Propuesta de Rediseño Estructural de Pavimento en Sector Poza los Alcaldes, La Lima, Cortés, 2023

EXPLOSIÓN DE INSUMOS COSTO DIRECTO (MANO DE OBRA)

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO LPS	COSTO DIRECTO LPS	CANTIDAD ENTERA	P. UNITARIO ENTERO LPS
1	PRELIMINARES						
1.01	Ayudante	jor	93.80	L 550.00	L 51,590.87	94.00	L 51,700.00
				Subtotal	L51,590.87		L51,700.00
2	MOVIMIENTO DE TIERRA						
2.01	Ayudante	jor	26.86	L 550.00	L 14,771.32	27.00	L 14,850.00
				Subtotal	L14,771.32		L14,850.00
3	ELEMENTOS DE CONCRETO						
3.01	Ayudante	jor	27.00	L 550.00	L 14,852.02	28.00	L 15,400.00
3.02	Subcontrato de corte de sello y juntas	ml	7584.90	L 5.00	L 37,924.48	7585.00	L 37,925.00
3.03	Subcontrato de encofrado y colocación de concreto	m3	586.46	L 90.00	L 52,781.49	587.00	L 52,830.00
				Subtotal	L105,557.99		L106,155.00
4	OBRAS SOBRE CANAL TIPO CUNETAS						
4.01	Ayudante	jor	13.98	L 550.00	L 7,691.71	14.00	L 7,700.00
4.02	Fundicion de Concreto (cuadrilla)	m3	121.54	L 565.00	L 68,670.10	122.00	L 68,930.00
4.03	Armado de varilla #4 (cuadrilla)	lance	600.623	L 112.00	L 67,269.81	601.00	L 67,312.00
4.04	Armado de varilla #3 (cuadrilla)	lance	649.79	L 64.00	L 41,586.56	650.00	L 41,600.00
4.05	Encofrado (cuadrilla)	m2	534.00	L 41.25	L 22,027.50	534.00	L 22,027.50
4.06	Contratista de soldadura de quiebrapata	ml	31.00	L 1,720.00	L 53,320.00	31.00	L 53,320.00
				Subtotal	L260,565.68		L260,889.50
5	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL						
5.01	Subcontrato de aplicación de pintura blanca 10 cm continua	ml	626.00	L 79.00	L 49,454.00	626.00	L 49,454.00
5.02	Subcontrato de aplicación de pintura blanca 10 cm discontinua	ml	184.50	L 79.00	L 14,575.50	185.00	L 14,615.00
5.03	Subcontrato Vialeta blanca una cara blanca y una cara roja	und	68.00	L 87.00	L 5,916.00	68.00	L 5,916.00
5.04	Subcontrato Vialeta amarilla doble cara	und	38.00	L 87.00	L 3,306.00	38.00	L 3,306.00
5.05	Subcontrato Boyas Amarillas 20x20 cm	und	144.00	L 120.00	L 17,280.00	144.00	L 17,280.00
5.06	Subcontrato Pintura blanca 0.5 m ancho x 2 m x 10 cm de espesor	und	2.00	L 1,122.00	L 2,244.00	2.00	L 2,244.00
5.07	Subcontrato Señal reglamentaria R-1-1 (0.76 x 0.76)	und	2.00	L 4,485.00	L 8,970.00	2.00	L 8,970.00
5.08	Sub contrato Señal reglamentaria R-10-1 (0.91 x 1.372)	und	1.00	L 4,485.00	L 4,485.00	1.00	L 4,485.00
5.09	Pintura en bordillos con pintura acrílica amarilla	ml	506.03	L 46.00	L 23,277.38	507.00	L 23,322.00
				Subtotal	L129,507.88		L129,592.00
				TOTAL	L561,993.73		L563,186.50



PRESUPUESTO

PROYECTO: Propuesta de Rediseño Estructural de Pavimento en Sector Poza los Alcaldes, La Lima, Cortés, 2023

EXPLOSIÓN DE INSUMOS COSTO DIRECTO (HERRAMIENTAS Y EQUIPO)

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO LPS	COSTO DIRECTO LPS	CANTIDAD ENTERA	P. UNITARIO ENTERO LPS
1	PRELIMINARES						
1.01	Cortadora de concreto	hr	316.31	L 174.34	L 55,145.07	317.00	L 55,265.78
1.02	Martillo Hidraulico	hr	90.53	L 650.00	L 58,844.13	91.00	L 59,150.00
1.03	Volqueta 12 Mts3	hr	139.07	L 1,706.00	L 237,251.24	140.00	L 238,840.00
1.04	Excavadora 20 ton	hr	116.71	L 2,072.00	L 241,816.10	117.00	L 242,424.00
1.05	Tractor 140 Hp (D6D)	hr	6.24	L 1,447.22	L 9,029.55	7.00	L 10,130.54
				Subtotal	L602,086.09		L605,810.32
2	MOVIMIENTO DE TIERRA						
2.01	Motoniveladora	hr	50.13	L 1,418.83	L 71,122.98	51.00	L 72,360.33
2.02	Retroexcavadora	hr	55.07	L 1,532.55	L 84,393.32	56.00	L 85,822.80
2.03	Compactadora rodillo vibratorio	hr	25.01	L 1,011.14	L 25,287.30	26.00	L 26,289.64
2.04	Volqueta 12 Mts3	hr	4.88	L 1,706.00	L 8,318.08	5.00	L 8,530.00
2.05	Tanque de agua	hr	25.01	L 1,673.45	L 41,850.81	26.00	L 43,509.70
2.06	Compactadora neumatica	hr	9.77	L 1,545.97	L 15,110.85	10.00	L 15,459.70
				Subtotal	L246,083.34		L251,972.17
3	ELEMENTOS DE CONCRETO						
3.01	Regla vibratoria	hr	48.87	L 204.59	L 9,998.67	49.00	L 10,024.91
3.02	Cortadora de concreto	hr	187.67	L 174.34	L 32,717.96	188.00	L 32,775.92
3.03	Vibrador para concreto	hr	48.87	L 78.38	L 3,830.57	49.00	L 3,840.62
140	Compactadora de plato	hr	77.192	L 140.94	L 10,879.44	78.00	L 10,993.32
				Subtotal	L57,426.64		L57,634.77
4	OBRAS SOBRE CANAL TIPO CUNETAS						
4.01	Cortadora de concreto	hr	4.41	L 174.34	L 768.69	5.00	L 871.70
4.02	Martillo hidraulico	hr	1.26	L 650.00	L 820.26	2.00	L 1,300.00
4.03	Volqueta 12 m3	hr	1.73	L 1,706.00	L 2,944.75	2.00	L 3,412.00
4.04	Excavadora 20 ton	hr	1.63	L 2,072.00	L 3,370.79	2.00	L 4,144.00
4.05	Retroexcavadora	hr	17.46	L 1,532.55	L 26,763.64	18.00	L 27,585.90
4.06	Tanque de agua 3000 gal	hr	0.72	L 1,673.45	L 1,198.94	1.00	L 1,673.45
4.07	Compactadora de plato	hr	1.68	L 136.71	L 229.19	2.00	L 273.42
4.08	Vibrador para concreto	hr	4.95	L 78.38	L 387.98	5.00	L 391.90
				Subtotal	L36,484.25		L39,652.37
				TOTAL	L942,080.31		L955,069.63

PROYECTO: Propuesta de Rediseño Estructural de Pavimento en Sector Poza los Alcaldes, La Lima, Cortés, 2023

DESGLOSE DE COSTOS INDIRECTOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO LPS	CANTIDAD ENTERA LPS
1	DISEÑO	GLOBAL	1	L0.00	L0.00
2	INGENIERO RESIDENTE - CAMPO	MES	5	L23,000.00	L115,000.00
3	INGENIERO ADMINISTRATIVO	MES	5	L23,000.00	L115,000.00
4	ASISTENTE DE RESIDENTE	MES	5	L16,000.00	L80,000.00
5	ASISTENTE ADMINISTRATIVO	MES	5	L16,000.00	L80,000.00
6	SEGURO MEDICO PARA INGENIEROS DE CAMPO	MES	5	L3,600.00	L18,000.00
7	VIGILANCIA DEL PROYECTO	MES	5	L12,000.00	L60,000.00
8	BODEGUERO	MES	5	L9,000.00	L45,000.00
9	CONSTRUCCIÓN DE BODEGA PROVISIONAL	GLOBAL	1	L15,000.00	L15,000.00
10	MECANICO	MES	5	L16,000.00	L80,000.00
11	ASISTENTE DE MECANICO	MES	5	L9,000.00	L45,000.00
12	AGUA PURIFICADA	MES	5	L1,920.00	L9,600.00
13	PAPELERIA Y EQUIPO DE TRABAJO	MES	5	L3,000.00	L15,000.00
14	PLANOS AS BUILT	GLOBAL	1	L1,500.00	L1,500.00
15	INGENIERO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL	GLOBAL	1	L20,000.00	L20,000.00
16	EQUIPO INDUSTRIAL EPP	GLOBAL	1	L15,000.00	L15,000.00
17	ALIMENTACIÓN DE PERSONAL	MES	5	L12,000.00	L60,000.00
18	VEHICULO PARA EL PROYECTO	MES	5	L20,000.00	L100,000.00

Total Costos Indirectos	L874,100.00
% Costos Indirectos	9%
% Imprevistos	1%
% de Utilidades	10%
% Total Neto C.I	20%

Actividad:	Demolición de pavimento existente						
Fecha:							
Elaboró:							
Item	1.01		Unidad:	m2	Cantidad:	1.00	5,453.58
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL	Cant. Total
1.00	Materiales						
1.01	Disco corte concreto 12x1/4x1	und	0.0002		L. 6,550.00	L. 0.98	0.82
				Subtotal Mat		L. 0.98	
	Mano de obra						
2.00		Unidad	Rendimiento	Total	Precio/und	Sub Total	
2.01	Ayudante	Jor	0.0172		L. 550.00	L. 9.46	93.80
				Subtotal M.O.		L. 9.46	
	Herramientas y Equipo						
3.00		Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio unitario	Sub Total	
3.01	Herramienta menor	%	0.05		L. 9.46	L. 0.47	
3.02	Cortadora de concreto	hr	0.05800		L. 174.34	L. 10.11	316.31
3.03	Martillo hidraulico	pza	0.0166		L. 650.00	L. 10.79	90.53
3.04	Excavadora 20 Ton	hr	0.0214		L. 2,072.00	L. 44.34	116.71
3.05	Volqueta 12 mt3	hr	0.0143		L. 1,706.00	L. 24.38	77.93
				Subtotal H.E.		L. 90.09	
				Costo Directo Total		L. 100.54	
				FSC:		25.00%	
				Costo Final		L. 125.67	
				Costo Unitario Final		L. 125.67	

Actividad:	Levamtamiento topográfico						
Fecha:							
Elaboró:							
Ítem	1.02		Unidad:	glb	Cantidad:	1.00	1.00
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL	Cant. Total
1.00	Materiales						
1.01							
				Subtotal Mat			
	Mano de obra						
2.00		Unidad	Rendimiento	Total	Precio/und	Sub Total	
2.01	Topógrafo	jor	4.000		L. 800.00	L. 3,200.00	4
2.02	Ayudante	jor	4.000		L. 500.00	L. 2,000.00	4
2.03	Ayudante	jor	4.000		L. 500.00	L. 2,000.00	4
				Subtotal M.O.		L. 7,200.00	
	Herramientas y Equipo						
3.00		Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio unitario	Sub Total	
3.01	Herramienta menor	%	0.0500		L. 7,200.00	L. 360.00	
				Subtotal H.E.		L. 360.00	
				Costo Directo Total		L 7,560.00	
				FSC:		25.00%	
				Costo Final		L. 9,450.00	
				Costo Unitario Final		L 9,450.00	

Actividad:	Acarreo de material ripio						
Fecha:							
Elaboró:							
Item	1.03		Unidad:	m3	Cantidad:	1.00	1,873.65
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL	Cant. Total
1.00	Materiales						
1.01							
				Subtotal Mat		L. 0.00	
	Mano de obra						
2.00		Unidad	Rendimiento	Total	Precio/und	Sub Total	
2.01						L. 0.00	0
				Subtotal M.O.		L. 0.00	
	Herramientas y Equipo						
3.00		Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio unitario	Sub Total	
3.01	Tractor 140 HP (D6D)	hr	0.00333		L. 1,447.22	L. 4.82	6.24
3.02	Volqueta 12 mt3	hr	0.03263		L. 1,706.00	L. 55.67	61.14
				Subtotal H.E.		L. 60.49	
				Costo Directo Total		L. 60.49	
				FSC:		25.00%	
				Costo Final		L. 75.61	
				Costo Unitario Final		L. 75.61	

Actividad:	Excavación común						
Fecha:							
Elaboró:							
Item	2.01		Unidad:	m3	Cantidad:	1.00	702.00
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL	Cant. Total
1.00	Materiales						
1.01							
					Subtotal Mat	L. 0.00	
	Mano de obra						
2.00		Unidad	Rendimiento	Total	Precio/und	Sub Total	
2.01	Ayudante	jor	0.0086		L. 550.00	L. 4.73	6.04
					Subtotal M.O.	L. 4.73	
	Herramientas y Equipo						
3.00		Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio unitario	Sub Total	
3.01	Herramienta menor	%	0.05		L. 4.73	L. 0.24	
3.02	Motoniveladora CAT 120	hr	0.0250		L. 1,418.83	L. 35.47	17.55
3.03	Retroexcavadora	hr	0.04875		L. 1,532.55	L. 74.71	34.22
					Subtotal H.E.	L. 110.42	
					Costo Directo Total	L. 115.15	
					FSC:	25.00%	
					Costo Final	L. 143.94	
					Costo Unitario Final	143.94	

Actividad:	Relleno y compactación con material de banco de préstamo						
Fecha:							
Elaboró:							
Item	2.02		Unidad:	m3	Cantidad:	1.00	273.00
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL	Cant. Total
1.00	Materiales						
1.01	Material banco de prestamo	m3	1.000	3%	L. 50.00	L. 51.50	281.19
				Subtotal Mat		L. 51.50	
	Mano de obra						
2.00		Unidad	Rendimiento	Total	Precio/und	Sub Total	
2.01	Ayudante	jor	0.0167		L. 550.00	L. 9.16	4.55
				Subtotal M.O.		L. 9.16	
	Herramientas y Equipo						
3.00		Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio unitario	Sub Total	
3.01	Herramienta menor	%	0.05		L. 9.16	L. 0.46	
3.03	Compactadora rodillo vibratorio 8-10 ton	hr	0.02		L. 1,011.14	L. 20.22	5.46
3.04	Motoniveladora CAT 120	hr	0.03		L. 1,418.83	L. 47.25	9.09
3.05	Retroexcavadora	hr	0.0167		L. 1,532.55	L. 25.55	4.55
3.06	Tanque se agua 3000 gal	hr	0.020		L. 1,673.45	L. 33.47	5.46
3.07	Volqueta 12 mt3	hr	0.0179		L. 1,706.00	L. 30.47	4.88
				Subtotal H.E.		L. 157.41	
				Costo Directo Total		L. 218.07	
				FSC:		25.00%	
				Costo Final		L. 272.59	
				Costo Unitario Final		272.59	

Actividad:	Subbase e= 0.25 m con material de banco de prestamo						
Fecha:							
Elaboró:							
Ítem	2.03		Unidad:	m3	Cantidad:	1.00	977.44
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL	Cant. Total
1.00	Materiales						
1.01	Material Banco de Préstamo	m3	1	3%	L 50.00	L 51.50	1006.76
Subtotal Mat						L. 51.50	
Mano de obra							
2.00		Unidad	Rendimiento	Total	Precio/und	Sub Total	
2.01	Ayudante	Jor	0.017	16.274	L. 550.00	L. 9.16	16.27
2.02							
Subtotal M.O.						L. 9.16	
Herramientas y Equipo							
3.00		Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio unitario	Sub Total	
3.01	Compactadora Neumática	hr	0.0100		L. 1,545.97	L. 15.46	9.77
3.02	Compactadora de Rodillo8-10 Ton	hr	0.0200		L. 1,011.14	L. 20.22	19.55
3.03	Motoniveladora CAT 120	hr	0.033		L. 1,418.83	L. 47.29	32.58
3.04	Retroexcavadora	hr	0.017		L. 1,532.55	L. 25.55	16.29
3.05	Tanque de Agua 3000 gal	hr	0.020		L. 1,673.45	L. 33.47	19.55
3.06	Herramienta Menor	%mo	0.05		L. 9.16	L. 0.46	
Subtotal H.E.						L. 142.45	
Costo Directo Total						L 203.10	
FSC:						25.00%	
Costo Final						L. 203.10	
Costo Unitario Final						L 203.10	

Actividad:	Colocación de geomembrana						
Fecha:							
Elaboró:							
Item	2.04		Unidad:	m2	Cantidad:	1.00	3,909.74
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL	Cant. Total
1.00	Materiales						
1.01	Geomembrana HDPE	m2	1.000000	0%	L. 230.00	L. 230.00	3909.74
				Subtotal Mat		L. 230.00	
	Mano de obra						
2.00		Unidad	Rendimiento	Total	Precio/und	Sub Total	
2.01	Ayudante	m2	1.00000		L. 25.00	L. 25.00	3909.740
				Subtotal M.O.		L. 25.00	
	Herramientas y Equipo						
3.00		Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio unitario	Sub Total	
3.01	Herramienta menor	%	0.05		L. 25.00	L. 1.25	
				Subtotal H.E.		L. 1.25	
				Costo Directo Total		L. 256.25	
				FSC:		25.00%	
				Costo Final		L. 320.31	
				Costo Unitario Final		320.31	

Actividad:	Colocación de concreto en losa de pavimento de e= 0.23 cm (Incluye: encofrado, fundición de losa, acabado, curado, corte de juntas longitudinales y transversales con disco de 2 mm a cada 3.5 x 3.5 m y desencofrado)						
Fecha:							
Elaboró:							
Item	3.01		Unidad:	m2	Cantidad:	1.00	3,909.74
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL	Cant. Total
1.00	Materiales						
1.01	Concreto MR 600	M3	0.23	3%	L 3,400.00	L 805.46	926.22
1.02	Varilla Corrugada 1/2" G 40	Lance	0.1339	3%	L 265.00	L 36.54	539.09
1.03	Varilla Corrugada 1" G 40	Lance	0.1347	3%	L 1,040.00	L 144.27	542.36
1.04	Madera Cepillada	PT	0.375	3%	L 23.00	L 8.88	1510.14
1.05	Clavos 3"	Lbs	0.25	3%	L 20.00	L 5.15	1006.76
1.06	Curador Para Concreto	Gal	0.0667	3%	L 103.00	L 7.08	268.60
				Subtotal Mat		L. 1,007.38	
	Mano de obra						
2.00		Unidad	Rendimiento	Total	Precio/und	Sub Total	
2.01	Ayudante	Jor	0.001		L. 550.00	L. 0.61	4.30
2.02	Corte y sello juntas	m1	1.940		L. 5.00	L. 9.70	7584.90
2.03	Encofrado y colocación de concreto	m2	0.15		L. 90.00	L. 13.50	586.46
				Subtotal M.O.		L. 23.81	
	Herramientas y Equipo						
3.00		Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio unitario	Sub Total	
3.01	Regla vibratoria	hr	0.0125		L. 204.59	L. 2.56	48.87
3.02	Cortadora de concreto	hr	0.0480		L. 174.34	L. 8.37	187.67
3.03	Vibrador para concreto	hr	0.01		L. 78.38	L. 0.98	48.87
3.04	Herramienta Menor	%mo	0.05		L. 23.81	L. 1.19	
				Subtotal H.E.		L. 13.10	
	Costo Directo Total					L 1,044.28	
	FSC:					25.00%	
	Costo Final					L. 1,305.35	
	Costo Unitario Final					L 1,305.35	

Actividad:	Construcción de acera de concreto f'c= 3,000 psi, e= 0.10 m (incluye: conformación del terreno con material selecto, encofrado, colocación, vibrado, curado de						
Fecha:							
Elaboró:							
Item	3.02		Unidad:	m2	Cantidad:	1.00	1,543.84
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL	Cant. Total
1.00	Materiales						
1.01	Concreto 3000 psi	m3	0.100	3%	L. 3,017.00	L. 310.75	159.02
	Madera Cepillasda Pino	PT	0.125	3%	L. 23.00	L. 2.96	198.77
	Clavos 2"	Lbs	0.080	3%	L. 20.00	L. 1.65	127.21
	Curador de Concreto	gal	0.067	2%	L. 103.00	L. 7.01	105.03
					Subtotal Mat	L. 322.37	
	Mano de obra						
2.00		Unidad	Rendimiento	Total	Precio/und	Sub Total	
2.01	Ayudante	Jor	0.011		L. 550.00	L. 6.11	17.14
					Subtotal M.O.	L. 6.11	
	Herramientas y Equipo						
3.00		Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio unitario	Sub Total	
3.01	Herramienta menor	%	0.05		L. 6.11	L. 0.31	77.192
3.02	Compactadora de Plato	hr	0.05		L. 140.94	L. 7.05	77.192
					Subtotal H.E.	L. 7.35	
					Costo Directo Total	L. 335.83	
					FSC:	25.00%	
					Costo Final	L. 419.78	
					Costo Unitario Final	L. 419.78	

Actividad:	Construcción de bordillos de concreto f'c= 3,000 psi de 0.15 x 0.11 mts						
Fecha:							
Elaboró:							
Item	3.03		Unidad:	ml	Cantidad:	1.00	506.03
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL	Cant. Total
1.00	Materiales						
1.01	Concreto 3000 psi	m3	0.017	3%	L 3,017.00	L 51.27	8.60
	Clavos 2"	Lbs	0.080	3%	L 20.00	L 1.65	41.70
	Madera Cepillada de Pino	PT	0.410	3%	L 23.00	L 9.713	213.70
	Varilla #3 @20cm	Lance	0.200	2%	L 204.00	L 41.616	103.23
				Subtotal Mat		L. 104.25	
	Mano de obra						
2.00		Unidad	Rendimiento	Total	Precio/und	Sub Total	
2.01	Ayudante	jor	0.011		L. 550.00	L. 6.05	5.57
				Subtotal M.O.		L. 6.05	
	Herramientas y Equipo						
3.00		Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio unitario	Sub Total	
3.01	Herramienta menor	%	0.05		L. 6.05	L. 0.30	
				Subtotal H.E.		L. 0.30	
	Costo Directo Total					L 110.60	
	FSC:					25.00%	
	Costo Final					L. 138.25	
	Costo Unitario Final					L 138.25	

Actividad:	Demolicion de acera en area de canal						
Fecha:							
Elaboró:							
Item	4.01		Unidad:	m2	Cantidad:	1.00	76.02
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL	Cant. Total
1.00	Materiales						
1.01	Disco corte concreto 12x1/4x1	und	0.0002		L. 6,550.00	L. 0.98	0.01
					Subtotal Mat		L. 0.98
	Mano de obra						
2.00		Unidad	Rendimiento	Total	Precio/und	Sub Total	
2.01	Ayudante	jor	0.0172		L. 550.00	L. 9.46	1.31
					Subtotal M.O.		L. 9.46
	Herramientas y Equipo						
3.00		Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio unitario	Sub Total	
3.01	Herramienta menor	%	0.0500		L. 9.46	L. 0.47	
3.02	Cortadora de concreto	hr	0.0580		L. 174.34	L. 10.11	4.41
3.03	Martillo hidraulico	hr	0.0166		L. 650.00	L. 10.79	1.26
3.04	Excavadora 20 ton	hr	0.0214		L. 2,072.00	L. 44.34	1.63
3.05	Volqueta 12 m3	hr	0.0143		L. 1,706.00	L. 24.38	1.09
					Subtotal H.E.		L. 90.09
					Costo Directo Total		L 100.54
					FSC:		25.00%
					Costo Final		L. 125.67
					Costo Unitario Final		L 125.67

Actividad:	Excavación de canal						
Fecha:							
Elaboró:							
Ítem	4.02		Unidad:	m3	Cantidad:	1.00	358.23
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL	Cant. Total
1.00	Materiales						
1.01							
				Subtotal Mat		L. 0.00	
	Mano de obra						
2.00		Unidad	Rendimiento	Total	Precio/und	Sub Total	
2.01	Ayudante	jor	0.0186		L. 550.00	L. 10.23	6.66
				Subtotal M.O.		L. 10.23	
	Herramientas y Equipo						
3.00			Rendimiento	Total/und	Precio unitario	Sub Total	
3.01	Herramienta menor	%	0.0500		L. 10.23	L. 0.51	
3.02	Retroexcavadora	hr	0.0488		L. 1,532.55	L. 74.71	17.46
				Subtotal H.E.		L. 75.22	
				Costo Directo Total		L 85.45	
				FSC:		25.00%	
				Costo Final		L. 106.82	
				Costo Unitario Final		106.82	

Actividad:	Relleno y compactación con material selecto e=0.10 m						
Fecha:							
Elaboró:							
Ítem	4.03		Unidad:	m3	Cantidad:	1.00	35.82
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL	Cant. Total
1.00	Materiales						
1.01	Material banco de prestamo	m3	1.0000	3%	L. 50.00	L. 51.50	36.90
						Subtotal Mat	L. 51.50
	Mano de obra						
2.00		Unidad	Rendimiento	Total	Precio/und	Sub Total	
2.01	Ayudante	jor	0.1665		L. 550.00	L. 91.58	5.96
						Subtotal M.O.	L. 91.58
	Herramientas y Equipo						
3.00		Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio unitario	Sub Total	
3.01	Herramienta menor	%	0.0500		L. 91.58	L. 4.58	
3.02	Compactadora de plato	hr	0.0468		L. 136.71	L. 6.40	1.68
3.03	Tanque de agua 3000 gal	hr	0.0200		L. 1,673.45	L. 33.47	0.72
3.04	Volqueta 12 m3	hr	0.0179		L. 1,706.00	L. 30.47	0.64
						Subtotal H.E.	L. 74.91
						Costo Directo Total	L 217.99
						FSC:	25.00%
						Costo Final	L. 272.49
						Costo Unitario Final	L 272.49

Actividad:	Construccion de canal de concreto armado de 1.15x0.85						
Fecha:							
Elaboró:							
Item	4.04		Unidad:	ml	Cantidad:	1.00	311.00
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL	Cant. Total
1.00	Materiales						
1.01	Concreto prefabricado 3000 PSI	m3	0.3650	3%	L. 3,017.00	L. 1,134.24	116.92
1.02	Varilla corrugada #4, de 9 metros	lance	1.3900	3%	L. 265.00	L. 379.40	445.26
1.03	Varilla corrugada #3, de 9 metros	lance	1.8900	3%	L. 204.00	L. 397.13	605.42
1.04	Madera de pino para encofrado	pt	15.0600	5%	L. 23.00	L. 363.70	4917.84
1.05	Clavos de acero 3"	lb	0.2500	3%	L. 20.00	L. 5.15	80.08
1.06	Alambre de amarre (rollo de 100 lb)	lb	0.5800	5%	L. 25.00	L. 15.23	189.40
1.07	Curador de concreto	gal	0.1501	3%	L. 103.00	L. 15.92	48.07
					Subtotal Mat	L. 2,310.76	
	Mano de obra						
2.00		Unidad	Rendimiento	Total	Precio/und	Sub Total	
2.01	Fundicion de Concreto (cuadrilla)	m3	0.3650		L. 565.00	L. 206.23	113.52
2.02	Armado de varilla #4 (cuadrilla)	lance	1.3900		L. 112.00	L. 155.68	432.29
2.03	Armado de varilla #3 (cuadrilla)	lance	1.8900		L. 64.00	L. 120.96	587.79
2.04	Encofrado (cuadrilla)	m2	1.4000		L. 41.25	L. 57.75	435.40
					Subtotal M.O.	L. 540.62	
	Herramientas y Equipo						
3.00		Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio unitario	Sub Total	
3.01	Herramienta menor	%	0.0500		L. 540.62	L. 27.03	
3.02	Vibrador para concreto	hr	0.0125		L. 78.38	L. 0.98	3.89
					Subtotal H.E.	L. 28.01	
					Costo Directo Total	L. 2,879.39	
					FSC:	25.00%	
					Costo Final	L. 3,599.24	
					Costo Unitario Final	3,599.24	

Actividad:	Construccion de aceras sobre canal						
Fecha:							
Elaboró:							
Item	4.05		Unidad:	ml	Cantidad:	1.00	51.00
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL	Cant. Total
1.00	Materiales						
1.01	Concreto prefabricado 3000 PSI	m3	0.3650	3%	L. 3,017.00	L. 1,134.24	19.17
1.02	Varilla corrugada #4, de 9 metros	lance	1.2200	3%	L. 265.00	L. 333.00	64.09
1.03	Madera de pino para encofrado	pt	10.7600	5%	L. 23.00	L. 259.85	576.20
1.04	Clavos de acero 3"	lb	0.2500	3%	L. 20.00	L. 5.15	13.13
1.05	Alambre de amarre (rollo de 100 lb)	lb	0.5800	5%	L. 25.00	L. 15.23	31.06
1.06	Curador de concreto	gal	0.1501	3%	L. 103.00	L. 15.92	7.88
					Subtotal Mat	L. 1,763.39	
	Mano de obra						
2.00		Unidad	Rendimiento	Total	Precio/und	Sub Total	
2.01	Fundicion de Concreto (cuadrilla)	m3	0.1150		L. 565.00	L. 64.98	5.87
2.02	Armado de varilla #4 (cuadrilla)	lance	1.2200		L. 112.00	L. 136.64	62.22
2.03	Encofrado (cuadrilla)	m2	1.0000		L. 41.25	L. 41.25	51.00
					Subtotal M.O.	L. 242.87	
	Herramientas y Equipo						
3.00		Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio unitario	Sub Total	
3.01	Herramienta menor	%	0.05000		L. 242.87	L. 12.14	
3.02	Vibrador para concreto	hr	0.01250		L. 78.38	L. 0.98	0.64
					Subtotal H.E.	L. 13.12	
					Costo Directo Total	L. 2,019.38	
					FSC:	25.00%	
					Costo Final	L. 2,524.22	
					Costo Unitario Final	2,524.22	

Actividad:	Construccion de quiebrapatas, long= 31 m						
Fecha:							
Elaboró:							
Item	4.06		Unidad:	ml	Cantidad:	1.00	31.00
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL	Cant. Total
1.00	Materiales						
1.01	Concreto prefabricado 3000 PSI	m3	0.3650	3%	L. 3,017.00	L. 1,134.24	11.65
1.02	Varilla corrugada #4, de 9 metros	lance	1.7333	3%	L. 265.00	L. 473.11	55.35
1.03	Varilla corrugada #3, de 9 metros	lance	2.0000	3%	L. 204.00	L. 420.24	63.86
1.04	Madera de pino para encofrado	pt	15.0600	5%	L. 23.00	L. 363.70	490.20
1.05	Clavos de acero 3"	lb	0.2500	3%	L. 20.00	L. 5.15	7.98
1.06	Alambre de amarre (rollo de 100 lb)	lb	0.5800	5%	L. 25.00	L. 15.23	18.88
1.07	Curador de concreto	gal	0.1501	3%	L. 103.00	L. 15.92	4.79
1.08	Tubo estructural 4"x4"x3/8" Acero A-36	lance	0.6667	3%	L. 3,588.00	L. 2,463.76	21.29
1.09	Platina de 3"x1/4"	lance	0.2833	3%	L. 515.69	L. 150.50	9.05
1.10	Arrioste de varilla#5	lance	0.2489	3%	L. 582.00	L. 149.20	7.95
1.11	Electrodo E70-18	lb	7.7400	3%	L. 15.40	L. 122.77	247.14
					Subtotal Mat	L. 5,313.82	
	Mano de obra						
2.00		Unidad	Rendimiento	Total	Precio/und	Sub Total	
2.01	Fundicion de Concreto (cuadrilla)	m3	0.3650		L. 565.00	L. 206.23	11.32
2.02	Armado de varilla #4 (cuadrilla)	lance	1.7333		L. 112.00	L. 194.13	53.73
2.03	Armado de varilla #3 (cuadrilla)	lance	2.0000		L. 64.00	L. 128.00	62.00
2.04	Encofrado (cuadrilla)	m2	1.4000		L. 41.25	L. 57.75	43.40
2.05	Contratista de soldadura de quiebrapata	ml	1.0000		L. 1,720.00	L. 1,720.00	31.00
					Subtotal M.O.	L. 2,306.11	
	Herramientas y Equipo						
3.00		Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio unitario	Sub Total	
3.01	Herramienta menor	%	0.0500		L. 2,306.11	L. 115.31	
3.02	Vibrador para concreto	hr	0.0125		L. 78.38	L. 0.98	0.39
					Subtotal H.E.	L. 116.29	
					Costo Directo Total	L. 7,736.21	
					FSC:	25.00%	
					Costo Final	L. 9,670.26	
					Costo Unitario Final	L. 9,670.26	

Actividad:	Construccion de cajas de registro de agua lluvias 1.45x1.45m						
Fecha:							
Elaboró:							
Item	4.07		Unidad:	und	Cantidad:	1.00	3.00
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL	Cant. Total
1.00	Materiales						
1.01	Concreto prefabricado 3000 PSI	m3	1.4500	3%	L. 3,017.00	L. 4,505.89	4.48
1.02	Varilla corrugada #4, de 9 metros	lance	17.4600	3%	L. 265.00	L. 4,765.71	53.95
1.03	Madera de pino para encofrado	pt	55.5300	5%	L. 23.00	L. 1,341.05	174.92
1.04	Clavos de acero 3"	lb	0.2500	3%	L. 20.00	L. 5.15	0.77
1.05	Alambre de amarre (rollo de 100 lb)	lb	0.5800	5%	L. 25.00	L. 15.23	1.83
1.06	Curador de concreto	gal	0.1501	3%	L. 103.00	L. 15.92	0.46
1.07	Casquete y tapadera de polietileno	unidad	1.0000	0%	L. 6,423.29	L. 6,423.29	3.00
					Subtotal Mat	L. 17,072.23	
	Mano de obra						
2.00		Unidad	Rendimiento	Total	Precio/und	Sub Total	
2.01	Fundicion de Concreto (cuadrilla)	m3	0.7200		L. 565.00	L. 406.80	2.16
2.02	Armado de varilla #4 (cuadrilla)	lance	17.4600		L. 112.00	L. 1,955.52	52.38
2.03	Encofrado (cuadrilla)	m2	1.4000		L. 41.25	L. 57.75	4.20
3.03	Ayudante	jor	0.0167		L. 550.00	L. 9.16	0.05
					Subtotal M.O.	L. 2,429.23	
	Herramientas y Equipo						
3.00		Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio unitario	Sub Total	
3.01	Herramienta menor	%	0.0500		L. 2,429.23	L. 121.46	
3.02	Vibrador para concreto	hr	0.0125		L. 78.38	L. 0.98	0.04
					Subtotal H.E.	L. 122.44	
					Costo Directo Total	L. 19,623.90	
					FSC:	25.00%	
					Costo Final	L. 24,529.88	
					Costo Unitario Final	L. 24,529.88	

Actividad:	Suministro y Aplicación de Linea termoplástica blanca continua e=0.10 m						
Fecha:							
Elaboró:							
Ítem	5.01		Unidad:	ml	Cantidad:	1.00	626.00
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL	Cant. Total
1.00	Materiales						
1.01							
				Subtotal Mat		L. 0.00	
	Mano de obra						
2.00		Unidad	Rendimiento	Total	Precio/und	Sub Total	
2.01	Subcontrato Pintura 10 cm (Blanca) continua	ml	1.000		L. 79.00	L. 79.00	
				Subtotal M.O.		L. 79.00	
	Herramientas y Equipo						
3.00		Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio unitario	Sub Total	
3.01							
				Subtotal H.E.		L. 0.00	
				Costo Directo Total		L. 79.00	
				FSC:		25.00%	
				Costo Final		L. 98.75	
				Costo Unitario Final		L. 98.75	

Actividad:	Suministro y Aplicación de Linea termoplástica blanca discontinua e=0.10						
Fecha:							
Elaboró:							
Item	5.02		Unidad:	ml	Cantidad:	1.00	184.50
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL	Cant. Total
1.00	Materiales						
1.01							
				Subtotal Mat		L. 0.00	
	Mano de obra						
2.00		Unidad	Rendimiento	Total	Precio/und	Sub Total	
2.01	Subcontrato Pintura 10 cm (Blanca) Discontinua	ml	1.000		L. 79.00	L. 79.00	
				Subtotal M.O.		L. 79.00	
	Herramientas y Equipo						
3.00		Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio unitario	Sub Total	
3.01							
				Subtotal H.E.		L. 0.00	
				Costo Directo Total		L 79.00	
				FSC:		25.00%	
				Costo Final		L. 98.75	
				Costo Unitario Final		L 98.75	

Actividad:	Suministro y Aplicación de Vialita blanca una cara blanca y una cara roja						
Fecha:							
Elaboró:							
Ítem	5.03		Unidad:	und	Cantidad:	1.00	68.00
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL	Cant. Total
1.00	Materiales						
1.01							
						Subtotal Mat	L. 0.00
	Mano de obra						
2.00		Unidad	Rendimiento	Total	Precio/und	Sub Total	
2.01	Subcontrato Vialita blanca una cara blanca y una cara roja	und	1.000		L. 87.00	L. 87.00	
						Subtotal M.O.	L. 87.00
	Herramientas y Equipo						
3.00		Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio unitario	Sub Total	
3.01							
						Subtotal H.E.	L. 0.00
						Costo Directo Total	L. 87.00
						FSC:	25.00%
						Costo Final	L. 108.75
						Costo Unitario Final	L. 108.75

Actividad:	Suministro y Aplicación de Violeta amarilla doble cara						
Fecha:							
Elaboró:							
Ítem	5.04		Unidad:	und	Cantidad:	1.00	38.00
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL	Cant. Total
1.00	Materiales						
1.01							
						Subtotal Mat	L. 0.00
	Mano de obra						
2.00		Unidad	Rendimiento	Total	Precio/und	Sub Total	
2.01	Subcontrato Violeta amarilla doble cara	und	1.000		L. 87.00	L. 87.00	
						Subtotal M.O.	L. 87.00
	Herramientas y Equipo						
3.00		Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio unitario	Sub Total	
3.01							
						Subtotal H.E.	L. 0.00
						Costo Directo Total	L. 87.00
						FSC:	25.00%
						Costo Final	L. 108.75
						Costo Unitario Final	L. 108.75

Actividad:	Suministro y Aplicación de Boyas de 20 x 20 cm						
Fecha:							
Elaboró:							
Item	5.05		Unidad:	und	Cantidad:	1.00	144.00
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL	Cant. Total
1.00	Materiales						
1.01							
						Subtotal Mat	L. 0.00
	Mano de obra						
2.00		Unidad	Rendimiento	Total	Precio/und	Sub Total	
2.01	Subcontrato Boyas Amarillas 20x20 cm	und	1.000		L. 120.00	L. 120.00	
						Subtotal M.O.	L. 120.00
	Herramientas y Equipo						
3.00		Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio unitario	Sub Total	
3.01							
						Subtotal H.E.	L. 0.00
						Costo Directo Total	L. 120.00
						FSC:	25.00%
						Costo Final	L. 150.00
						Costo Unitario Final	L. 150.00

Actividad:	Suministro y Aplicación de Línea de paso peatonal de cebra de 0.5 m de ancho x 2 m de largo cada una con pintura termoplastica blanca						
Fecha:							
Elaboró:							
Item	5.06		Unidad:	und	Cantidad:	1.00	2.00
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL	Cant. Total
1.00	Materiales						
1.01							
						Subtotal Mat	L. 0.00
	Mano de obra						
2.00		Unidad	Rendimiento	Total	Precio/und	Sub Total	
2.01	Subcontrato Pintura blanca 0.5 m ancho x 2 m x 10 cm de espesor	und	1.000		L. 1,122.00	L. 1,122.00	
						Subtotal M.O.	L. 1,122.00
	Herramientas y Equipo						
3.00		Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio unitario	Sub Total	
3.01							
						Subtotal H.E.	L. 0.00
						Costo Directo Total	L. 1,122.00
						FSC:	25.00%
						Costo Final	L. 1,402.50
						Costo Unitario Final	L. 1,402.50

Actividad:	Suministro e Instalación de Señal reglamentaria R-1-1 (0.76 x 0.76 m) ALTO						
Fecha:							
Elaboró:							
Item	5.07		Unidad:	und	Cantidad:	1.00	2.00
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL	Cant. Total
1.00	Materiales						
1.01							
						Subtotal Mat	L. 0.00
	Mano de obra						
2.00		Unidad	Rendimiento	Total	Precio/und	Sub Total	
2.01	Subcontrato Señal reglamentaria R-1-1 (0.76 x 0.76)	und	1.000		L. 4,485.00	L. 4,485.00	
						Subtotal M.O.	L. 4,485.00
	Herramientas y Equipo						
3.00		Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio unitario	Sub Total	
3.01							
						Subtotal H.E.	L. 0.00
						Costo Directo Total	L. 4,485.00
						FSC:	25.00%
						Costo Final	L. 5,606.25
						Costo Unitario Final	L. 5,606.25

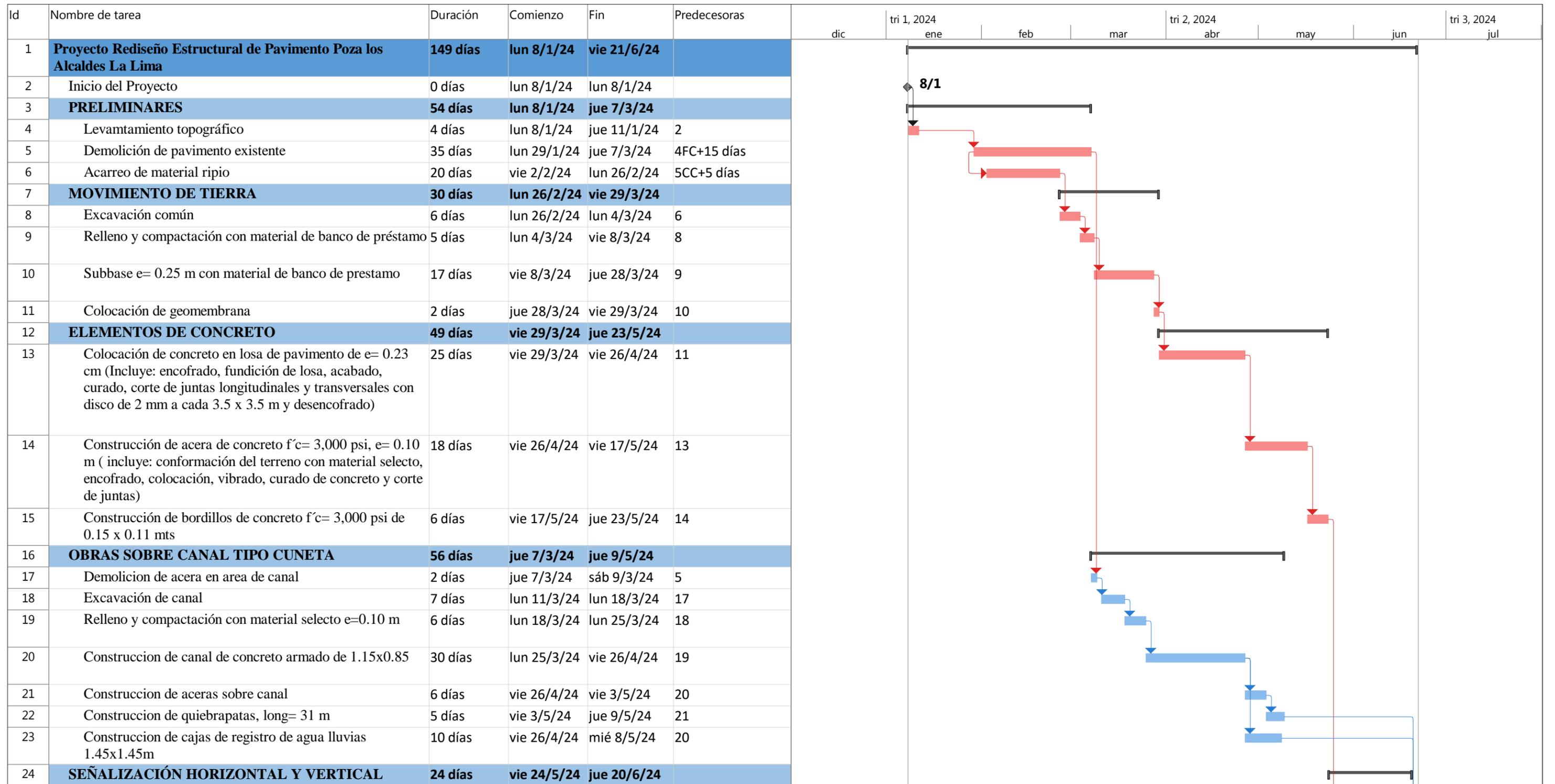
Actividad:	Suministro e Instalación de Señal reglamentaria R-10-1 (0.91 x 1.372) Parada de autobuses						
Fecha:							
Elaboró:							
Item	5.08		Unidad:	und	Cantidad:	1.00	1.00
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL	Cant. Total
1.00	Materiales						
1.01							
						Subtotal Mat	L. 0.00
	Mano de obra						
2.00		Unidad	Rendimiento	Total	Precio/und	Sub Total	
2.01	Sub contrato Señal reglamentaria R-10-1 (0.91 x 1.372)	und	1.000		L. 4,485.00	L. 4,485.00	
						Subtotal M.O.	L. 4,485.00
	Herramientas y Equipo						
3.00		Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio unitario	Sub Total	
3.01							
						Subtotal H.E.	L. 0.00
						Costo Directo Total	L. 4,485.00
						FSC:	25.00%
						Costo Final	L. 5,606.25
						Costo Unitario Final	L. 5,606.25

Actividad:	Pintura en Bordillos con pintura acrílica amarilla (pintura termoplástica con microesferas de vidrio)						
Fecha:							
Elaboró:							
Item	5.09		Unidad:	ml	Cantidad:	1.00	506.03
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL	Cant. Total
1.00	Materiales						
1.01							
						Subtotal Mat	L. 0.00
	Mano de obra						
2.00		Unidad	Rendimiento	Total	Precio/und	Sub Total	
2.01	Pintura en bordillos con pintura acrílica amarilla (pintura termoplástica con microesferas de vidrio)	ml	1.000		L. 46.00	L. 46.00	
						Subtotal M.O.	L. 46.00
	Herramientas y Equipo						
3.00		Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio unitario	Sub Total	
3.01							
						Subtotal H.E.	L. 0.00
						Costo Directo Total	L. 46.00
						FSC:	25.00%
						Costo Final	L. 57.50
						Costo Unitario Final	L. 57.50

6.4. CRONOGRAMA DE TRABAJO

Se presenta el cronograma de trabajo correspondiente a la construcción del rediseño estructural de pavimento en Poza Los Alcaldes, La Lima, Cortés. contando con un diagrama que contiene la función de definir la repartición del tiempo, contando con actividades preliminares, movimiento de tierra, concretos, construcción del canal, señalización y obras finales cada una con sus respectivas subactividades que complementan la realización del proyecto.

El cronograma de actividades fue elaborado como herramienta útil y fácil para implementar y conocer el ritmo de las actividades de la obra a realizar, dando un control preciso en los tiempos y velocidad del proyecto y respetando los plazos de cada actividad de los sub entregables, así mismo, caso no se logre cumplir en el tiempo presentado se deben garantizar las nuevas fechas corregidas y los motivos claros del retraso para asegurar el correcto cumplimiento de elaboración en obra. Para facilitar la lectura de la información que se presenta a continuación una combinación textual y grafica utilizando un diagrama de Gantt, donde las diferentes actividades de obra resultan de las mediciones y del presupuesto, vienen representadas con una barra cuya longitud representa la duración prevista para la ejecución de dichas actividades.



Proyecto: Cronograma Project Fecha: sáb 15/7/23	Tarea		Tarea inactiva		Informe de resumen manual		Hito externo		Progreso manual	
	División		Hito inactivo		Resumen manual		Fecha límite			
	Hito		Resumen inactivo		solo el comienzo		Tareas críticas			
	Resumen		Tarea manual		solo fin		División crítica			
	Resumen del proyecto		solo duración		Tareas externas		Progreso			

VII. CONCLUSIONES

- 1) El levantamiento topográfico se realizó en seis días con una estación total Ruide, se observan en las elevaciones (v. Tabla 23) que es una zona con elevaciones con pocas diferencias, al inicio del levantamiento en el bulevar es 33.50 msnm en la estación 0+000 y en la zona donde se estacionan los buses y se encuentra el quiebra pata tiene una elevación de 32.40 msnm en la estación 0+150, continuando por el bulevar las elevaciones comienzan a subir hasta 32.70 msnm en la estación 0+210 que tiene la calle donde se estima evacuar superficialmente y con el ayuda de una cuneta el agua pluvial, este fenómeno y agregando que las tuberías no están en funcionamiento ocasiona el empozamiento de agua pluvial (v. Planta Topográfica).

- 2) Mediante la recolección de muestras obtenidas en la calicata y los ensayos de laboratorio realizados se logró clasificar por medio de AASHTO el suelo y obtener la estratificación de la estructura actual del pavimento en el sector de Poza los Alcaldes en La Lima, Cortes. La calicata se realizó en la mediana del bulevar donde la primera capa de 0 cm a 20 cm es una capa vegetal, la segunda capa de 20 cm a 40 cm es A-2-4 un material de grava y arena, la tercera capa de 40 cm a 80 cm es el material originario del sitio clasificado como A-7-5 denominado suelo arcilloso. El material que se utilizará como capa de subbase para la estructura del pavimento es un material de un banco de préstamo llamado El Zate ubicado en el municipio de San Manuel, Cortés. Este material es fragmento de piedra, grava y arena con clasificación A-1-a con un valor k de 450 Lbs/pulg³ o 12.456 kg/cm³, este material se utilizará también como relleno.

- 3) Al momento de realizar el diseño estructural se utilizó la Norma Portland Cement Association, recolectando la información necesaria para utilizar el programa BS-PCA desarrollado en la Universidad del Cauca en Colombia. Se obtuvo con los ensayos del laboratorio la clasificación del suelo de la subrasante para encontrar el módulo k combinado que necesita tener la subbase, el valor k es de 222.5 lbs/pulg³ o 6.16 kg/cm³. Se realizó el conteo de tráfico vehicular para obtener el tráfico de diseño que se utilizará para obtener las repeticiones de carga que soportará la estructura de pavimento, el tráfico de diseño para

un periodo de 20 años con la tasa de crecimiento de 4% resultó ser de 36,113,112 vehículos donde el 60 % pertenece a turismos, 17.3% a pick ups, buses pequeños 17.1%, camiones C-2 es 6.9%, camiones C-3 es 0.6% y 0.1% para camiones T3-S2. Para las repeticiones de carga según la norma se omiten los vehículos livianos y solo se consideran los camiones C-2 en adelante, teniendo las siguientes repeticiones: 11 kips: 2,755,032, 22, kips: 2,494,416, 35.2 kips: 74,472, 36.3 kips: 223,380. Con estos datos se determinó que la estructura del pavimento rígido contará con una subbase de 10 pulgadas o 25 cm y la carpeta de rodadura resultó de 9 pulgadas o 23 cm con 4.7% de consumo de esfuerzo y 20.15% de consumo de erosión. Las pastillas serán cuadradas de 3.5 m², con juntas longitudinales se utilizarán varillas de ½ pulgadas de grado 60 a cada 83 cm con un largo de 1 m, las juntas transversales utilizarán varillas de 1 pulgada de grado 60 a cada 30 cm con un largo de 40cm, junta de dilatación o expansión se utilizará silicón auto envolvente o mortero con asfalto modificado con un grosor de 1.3 cm (v. Planta Detalles Constructivos). Una vez realizado el levantamiento topográfico, se procedió al procesamiento de esta información de campo en Civil 3D en donde se generaron los planos de diseño presentados en el Capítulo 5.8, para definir la superficie del camino existente, de la cual se estableció el alineamiento horizontal, perfil longitudinal y secciones transversales de las condiciones existentes (terreno natural), a partir de los cuales se determinó las condiciones geométricas actuales y sus condiciones topográficas, mostrados en los planos de Planta y Perfil. Se definió la rasante de diseño siguiendo las condiciones existentes del camino. En vista de que, por la topografía y condiciones existentes del sitio, las rasantes propuestas en el diseño son mínimas, sin embargo, garantizan el drenaje superficial del agua lluvia a través de la calzada y pie de bordillos con las dimensiones especificadas en los planos de secciones típicas de las calles en donde se definió el peralte de bombeo de las calles siendo del 1% en un único sentido.

- 4) Mediante la realización de las fichas de costos que fueron basadas en el manual del FHIS "Fondo Hondureño de la Inversión Social", William y Molina, Saybe y Asociados, se concluye que para el proyecto propuesta de rediseño estructural de pavimento en el sector Poza los Alcaldes, La Lima, Cortes, se necesita una inversión total de doce millones ciento dieciocho mil setecientos dieciséis con 49/100 (Lps. 12,118,766,49).

VIII. RECOMENDACIONES

- 1) En vista de que, por la topografía y condiciones existentes del sitio, las rasantes propuestas en el diseño son mínimas que garantizan el drenaje superficial del agua lluvia a través de calzada y pie de bordillos, por lo cual, al momento de la ejecución del proyecto se debe tener especial cuidado en la precisión del marcaje y construcción de los niveles diseñados, para poder garantizar el adecuado drenaje de la vía, en la sección 5.1.2 se encuentra la tabla 5 que brinda los bancos de nivel utilizados con sus respectivas elevaciones y coordenadas al momento que se realizó el levantamiento topográfico.

- 2) Al momento de colocar la subbase esta actividad consistirá en el suministro, colocado y compactado de los materiales de la capa, conforme con los alineamientos, espesores y secciones transversales indicados en los planos. El material utilizado para la capa de subbase se recomienda utilizar del banco de préstamo El Zate ubicado en San Manuel, Cortés ya que al momento de clasificarlo resultó ser un material de buena calidad y por otro lado la se encuentra en buena ubicación por lo tanto el acarreo tendrá una buena eficiencia. La sección 5.4 muestra todos los resultados del laboratorio que se hicieron a las muestras del material de la subrasante y el material a utilizar como subbase.

- 3) Este trabajo consiste en la elaboración de una mezcla, en determinadas proporciones de agua, cemento Portland, agregado fino (arena), y agregado grueso (grava), donde se usará un concreto de MR de 600 PSI o 46 Kg/cm². La calidad del agua empleada en el mezclado del concreto deberá ser limpia y estará libre de aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico u otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero como indica AASHTO T-26, El cemento a usarse será cemento Portland, que cumpla con la especificación de la ASTM C-150 o cemento Portland puzolánico que cumpla con la especificación de la ASTM C-1157, El agregado fino deberá cumplir con los requisitos que están contemplados en las especificaciones ASTM C-33, AASHTO M-6, Las partículas que conformen el agregado fino deberán ser limpias, duras, resistentes, libres de raíces y de restos vegetales. El agregado grueso consistirá en piedra quebrada, grava, escorias de altos hornos, u otro material inerte,

aprobado de similares características o combinaciones, debiendo ser duro, resistente, libre de capas adherentes y de acuerdo a las especificaciones AASHTO M-80, también el porcentaje de desgaste realizado mediante la prueba de Los Ángeles, de acuerdo a la norma, ASTM C-131, (AASHTO T-96), no será mayor que 50%. Se deberá respetar la distribución de juntas del concreto indicada en los planos, para el sellado de estas juntas el sello asfáltico deberá cumplir con las especificaciones de la ASTM D-6690.

- 4) Para que no se incremente el valor del presupuesto se deben cumplir con los rendimientos y tiempos presentados en el análisis financiero, así mismo el cumplimiento de las cantidades de obra que están realizados de acorde a los planos.
- 5) Se recomienda hacer un análisis sobre la remodelación de concreto hidráulico al canal existente hecho de terracería donde irá a evacuar el agua que es causa del empozamiento, análisis que puede ser realizado como proyecto de vinculación que beneficiaría al municipio de La Lima, Cortés y sus habitantes.

BIBLIOGRAFÍA

- ▷ Límites de Atterberg. Definición, descripción de los ensayos e interpretación. (2018, marzo 16). *geotecniafacil.com*. <https://geotecniafacil.com/limites-de-atterberg/>
- 04-NORMAS Y PROCEDIMIENTO DE DISEÑO.pdf. (s. f.). Recuperado 2 de marzo de 2023, de <https://manta.gob.ec/db/ARCHIVOS-Procesos%20de%20Licitaci%C3%B3n%20Internacional%20con%20Financiamiento%20del%20Banco%20Europeo%20de%20Inversiones%20%28BEI%29%20para%20tareas%20de%20Reconstrucci%C3%B3n/04-NORMAS%20Y%20PROCEDIMIENTO%20DE%20DISE%C3%91O.pdf>
- A4.pdf. (s. f.). Recuperado 2 de marzo de 2023, de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/417/A4.pdf>
- alejandra. (2019a, julio 22). ▷ Bastón para prisma topográfico. *Geobax*. <https://geobax.com/topografia/baston-para-prisma-topografico/>
- alejandra. (2019b, julio 22). ▷ Prisma topográfico tipos y funciones. *Geobax*. <https://geobax.com/topografia/prisma-topografico/>
- Aprende sobre Microsoft Powerpoint con cursos online*. (s. f.). edX. Recuperado 19 de marzo de 2023, de <https://www.edx.org/es/aprende/microsoft-powerpoint>
- ASALE, R.-, & RAE. (s. f.). *Almádena | Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Recuperado 19 de marzo de 2023, de <https://dle.rae.es/almádena>

BARRENO MUESTREADOR DE RAÍCES SIMPLE. (2017). <https://morphola.com/barreno-muestreador-de-raices-simple/>

CAJA TRAGANTE. (s. f.). [prezi.com](https://prezi.com/kmg1dx38kkhk/caja-tragante/). Recuperado 2 de marzo de 2023, de <https://prezi.com/kmg1dx38kkhk/caja-tragante/>

Cinta Métrica - ¿Qué es, cómo funciona y para qué sirve? 🏆. (2019, junio 10). *Materiales de Laboratorio*. <https://materialeslaboratorio.com/cinta-metrica/>

Civil 3D, de Autodesk ¿qué es Civil 3D? (2020, octubre 29). *Espacio BIM*. <https://www.espaciobim.com/civil-3d>

Concepto de horno—Definición en DeConceptos.com. (s. f.). Recuperado 5 de marzo de 2023, de <https://deconceptos.com/tecnologia/horno>

CONCEPTOS BÁSICOS DE PAVIMENTO RÍGIDO. (2019, enero 14). *INGENIERÍA CIVIL*. <http://alicaresp.com/2019/01/14/conceptos-basicos-de-pavimentos/>

connext. (2018, febrero 14). *Usos y particularidades de la pintura spray* [Text]. <https://www.blatem.com/es/actualidad/noticias/usos-y-particularidades-de-la-pintura-spray>

Consultoría, A. (2020, marzo 5). ¿Qué es Microsoft Project y para qué sirve? *Alpha Consultoría*®. <https://www.alpha-consultoria.com/que-es-microsoft-project-y-para-que-sirve/>

Córdova, C. F. (2015, enero 19). *Egresado analiza método alternativo para predecir CBR en diseño de pavimentos* » *UDEP Hoy*. UDEP Hoy. <https://www.udep.edu.pe/hoy/2015/01/metodo-alternativo-cbr/>

Crafco. (s.f). *Soluciones de pavimento para grietas y juntas (menos de 1.5" de ancho)*.

[https://es.crafco.com/pavement-preservation/cracks-](https://es.crafco.com/pavement-preservation/cracks-joints/#:~:text=Las%20grietas%20son%20causadas%20por,el%20pavimento%2C%20se%20forman%20grietas.)

[joints/#:~:text=Las%20grietas%20son%20causadas%20por,el%20pavimento%2C%20se%20forman%20grietas.](https://es.crafco.com/pavement-preservation/cracks-joints/#:~:text=Las%20grietas%20son%20causadas%20por,el%20pavimento%2C%20se%20forman%20grietas.)

Cuchara de Casagrande—Construmatica. (s. f.). Recuperado 5 de marzo de 2023, de

https://www.construmatica.com/construpedia/Cuchara_de_Casagrande

Definición de clavo—Definicion.de. (s. f.). Definición.de. Recuperado 19 de marzo de 2023, de

<https://definicion.de/clavo/>

Definición de escoba—Definicion.de. (s. f.). Definición.de. Recuperado 19 de marzo de 2023, de

<https://definicion.de/escoba/>

Definición y significado de Pala—¿Qué es Pala? (s. f.). Recuperado 2 de abril de 2023, de

<https://www.buscapalabra.com/definiciones.html?palabra=pala#resultados>

Dextre, J. C. (s. f.). *LA SEÑALIZACIÓN VIAL: DE LOS CONCEPTOS A LA PRÁCTICA*.

Diario El Tiempo. (2020). *Canal Maya destruido: La Lima se queda sin «alivio» ante inundaciones*.

<https://tiempo.hn/la-lima-canal-maya-destruido/>

¿En qué consiste un levantamiento topográfico? | Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (s. f.).

Recuperado 2 de marzo de 2023, de <https://www.igac.gov.co/es/contenido/en-que-consiste-un-levantamiento-topografico>

Equipment, U. M. T. (s. f.-a). *Máquina Automática para Ensayos de CBR - Máquinas para Ensayos*

de CBR. Utest Material Testing Equipment. Recuperado 6 de marzo de 2023, de

<https://www.utest.com.tr/es/25778/M-quina-Autom-tica-para-Ensayos-de-CBR>

Equipment, U. M. T. (s. f.-b). *Moldes y Martillos Proctor—Suelos Compactados de la Base y Subbase de la Carretera*. Utest Material Testing Equipment. Recuperado 6 de marzo de 2023, de <https://www.utest.com.tr/es/25765/Moldes-y-Martillos-Proctor>

Especificaciones Técnicas para Construcción de Viviendas. (s. f.). <https://sites.google.com/a/correo.udistrital.edu.co/manualviviendas/4-equipos/cinta-metrica>

ESTACAS - Especificaciones Técnicas para Construcción de Viviendas. (s. f.). Recuperado 19 de marzo de 2023, de <https://sites.google.com/a/correo.udistrital.edu.co/manualviviendas/4-equipos/estacas>

Estándares Técnicos—Preparación de la Subrasante. (s. f.). *Ciudades Verdes*. Recuperado 2 de marzo de 2023, de <https://ciudadesverdes.com/estandares-tecnicos/estandares-pavimentos-exterior/preparecion-de-la-subrasante/>

ExcelParaTodos. (s. f.). <https://excelparatodos.com/que-es-excel/>

Ferrovial. (s.f.). *Partes de una carretera*. <https://www.ferrovial.com/es/recursos/partes-de-una-carretera/>

Garcidueñas, B. (2016). *El impacto del derecho de vía en el desarrollo de infraestructura*. <https://auren.com/mx/blog/el-impacto-del-derecho-de-via-en-el-desarrollo-de-infraestructura/#:~:text=El%20Derecho%20de%20v%C3%ADa%20se,carretera%20y%20sus%20servicios%20auxiliares.>

Granulometría. SAIT. *Universidad Politécnica de Cartagena*. (s. f.). SAIT. Universidad Politécnica de Cartagena. Recuperado 2 de marzo de 2023, de <https://www.upct.es/sait/es/reologia-y-granulometria/granulometria/>

Hernández, S. (2014). (s. f.). *Metodología de la Investigación* (6ta edición). Mc Graw Hill Education.

Instituto Nacional de Estadística, I. (2018). *La Lima, Cortés*. <https://www.ine.gov.hn/V3/imagen/doc/2019/07/La-Lima-Cortes.pdf>

INVÍAS. (2018). *Glosario de Manual de diseño geométrico de carreteras*. <https://www.invias.gov.co/index.php/servicios-al-ciudadano/glosario/130-glosario-manual-diseno-geometrico-carreteras#:~:text=Rasante,de%20rodadura%20de%20la%20v%C3%ADa>.

LCweb—*Ensayo Compactación Proctor Modificado*. (s. f.). Recuperado 2 de marzo de 2023, de http://www2.camino.upm.es/departamentos/ict/lcweb/ensayos_suelos/proctor_modificado.html

Machete—*Definición—WordReference.com*. (s. f.). Recuperado 19 de marzo de 2023, de <https://www.wordreference.com/definicion/machete>

Martinez, A. (2019). *Diseño de pavimento rígido de la calle 7 entre carrera 7 y 5 del Municipio de Puerto López Meta*. Universidad Militar Nueva Granada.

Monument. (s. f.). Recuperado 19 de marzo de 2023, de <https://glossary.slb.com/es/terms/m/monument>

N-CTR-CAR-1-01-011-11.pdf. (s. f.). Recuperado 2 de marzo de 2023, de <https://normas.imt.mx/normativa/N-CTR-CAR-1-01-011-11.pdf>

Pautas_Pavimentos.pdf. (s. f.). Recuperado 2 de marzo de 2023, de https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf

Pavimentos en concreto hidráulico: Lo que debes saber. (2020, abril 24). *Concreplus*.

<https://www.concreplus.com.mx/pavimento-concreto-hidraulico/>

Perfil Municipal Índice de Desarrollo Municipal La Lima, Cortés. (2022).

Piocha—Definición—WordReference.com. (s. f.). Recuperado 19 de marzo de 2023, de

<https://www.wordreference.com/definicion/piocha>

Plan Municipal de Gestión de Riesgo y Propuesta de Zonificación Territorial. (2017).

Qué es Google Earth—Programa Informático. (s. f.). Recuperado 25 de febrero de 2023, de

<https://sites.google.com/site/programainformaticoge/concepto>

Qué es Google Meet y cómo usarlo. (s. f.). Recuperado 25 de febrero de 2023, de

<https://www.trecebits.com/que-es-google-meet-y-como-usarlo/>

Que es Microsoft Word—Apen Informática. (s. f.). Recuperado 19 de marzo de 2023, de

<https://apen.es/glosario-de-informatica/microsoft-word/>

¿Qué Es Un Tamizador? ¿Por Qué Usar Uno?» COTECNO | Equipamiento Científico |

Prospecciones, Auscultación, Geofísica, Ingeniería. (2019, enero 5).

<https://www.cotecno.cl/que-es-un-tamizador-por-que-usar-uno/>

Red Honduras. (2023). *Municipio de La Lima*. <https://redhonduras.com/geografia/la-lima/>

Resumen boletines. (s. f.). Instituto Mexicano del Transporte. Recuperado 2 de marzo de 2023,

de <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=361&IdBoletin=134>

SAPP. (2017, agosto 1). [https://sapp.gob.hn/la-sapp-inicia-supervision-de-obras-en-proyecto-](https://sapp.gob.hn/la-sapp-inicia-supervision-de-obras-en-proyecto-de-pavimentacion-de-la-lima-cortes/)

[de-pavimentacion-de-la-lima-cortes/](https://sapp.gob.hn/la-sapp-inicia-supervision-de-obras-en-proyecto-de-pavimentacion-de-la-lima-cortes/)

SCT. (2000). *CTR. Construcción: Señalamiento y Dispositivos de Seguridad* (p. 6).

<https://normas.imt.mx/normativa/N-CTR-CAR-1-07-004-00.pdf>

Signovial. (2014). *Seguridad Vial: Pinturas de tráfico*. <https://www.signovial.pe/blog/pinturas-traffic/#:~:text=Las%20pinturas%20de%20tr%C3%A1fico%20son,del%20tr%C3%A1fico%20vehicular%20y%20peatonal.>

<https://www.signovial.pe/blog/pinturas-traffic/#:~:text=Las%20pinturas%20de%20tr%C3%A1fico%20son,del%20tr%C3%A1fico%20vehicular%20y%20peatonal.>

SILVA, O. J. (2022). JUNTAS EN PAVIMENTOS DE CONCRETO: MAYOR DURABILIDAD Y VIDA

DE SERVICIO. *360 EN CONCRETO*. <https://360enconcreto.com/blog/detalle/juntas-en-pavimentos-de-concreto/>

Solano, E. de J., Bastidas, C. A. B., & Aladin, M. F. G. (s. f.). *HERRAMIENTA DE SOFTWARE PARA*

DISEÑO DE PAVIMENTOS RIGIDOS BS-PCA 1984.

Solano, L., & Espinoza, L. (2021). *Análisis comparativo del diseño de espesor de la capa de*

rodadura de pavimentos rígidos según las metodologías AASHTO 93 y PCA 84 [Pontificia

Universidad Católica del Perú].

<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/20303#:~:text=De%20acuerdo%20a%20la%20comparaci%C3%B3n,PCA%2084%20como%20m%C3%A1s%20econ%C3%B3mico.>

toposervis. (2021, junio 8). ¿Para qué sirve una Estación Total? *Toposervis*.

<https://toposervis.com/para-que-sirve-una-estacion-total/>

Tránsito Promedio Diario—Intransito Líderes a nivel nacional. (s. f.). *Intransito*. Recuperado 2

de marzo de 2023, de <https://intransito.edu.co/transito-promedio-diario/>

Trípode topográfico: ¿Qué es? (2022, abril 28). *Villner - Equipos e Instrumentos Topográficos en*

Chile. <https://www.villner.cl/tripode-topografico-que-es/>

Vilches, C. (s. f.). *Biblioguias: Zotero y recursos CEPAL: Zotero*. Recuperado 25 de febrero de 2023, de <https://biblioguias.cepal.org/c.php?g=159506&p=1044394>

ANEXOS

PUNTOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Tabla 23-Tabla de puntos topográficos del #1 al #846

Tabla de Puntos				
Punto #	Norte	Este	Elevación	Descripción
1	1707111.836	400193.512	32.8	BNN
3	1707104.51	400187.625	32.924	MR
4	1707105.738	400186.595	32.899	AC
5	1707106.445	400186.05	32.878	SB
6	1707106.554	400186.005	32.877	SB
7	1707106.589	400185.981	32.733	PB
8	1707106.799	400185.804	32.717	OC
9	1707108.837	400184.026	32.78	MC
10	1707111.639	400181.546	32.856	OC
11	1707111.816	400181.375	32.865	PB
12	1707111.86	400181.329	33.01	SB
13	1707111.974	400181.237	33.01	MD
14	1707112.912	400180.471	33.005	MD
15	1707113.001	400180.399	33.007	SB
16	1707113.028	400180.365	32.861	PB
17	1707113.236	400180.205	32.862	OC
18	1707115.689	400178.145	32.767	MC
19	1707118.14	400176.04	32.774	OC
20	1707118.368	400175.857	32.782	PB
21	1707118.388	400175.839	32.867	SB
22	1707118.486	400175.77	32.869	SB
23	1707119.162	400175.253	32.863	AC
24	1707120.002	400174.433	32.892	MR
25	1707121.552	400176.468	32.884	ACC
26	1707118.535	400172.698	32.932	ACC
27	1707123.798	400179.266	32.843	MR
28	1707123.799	400179.265	32.843	CR
29	1707123.805	400179.314	32.842	CR
30	1707123.262	400180.161	32.83	PTC
31	1707122.584	400178.294	32.865	CR
32	1707119.334	400174.606	32.89	CV
33	1707098.157	400179.832	33.003	MR
34	1707099.445	400178.814	32.953	AC
35	1707100.069	400178.261	32.954	SB
36	1707100.188	400178.187	32.954	SB
37	1707100.207	400178.169	32.823	PB
38	1707100.458	400178.016	32.806	OC

CONTINUACIÓN TABLA 23...

39	1707102.912	400176.268	32.87	MC
40	1707105.322	400173.723	32.943	OC
41	1707105.497	400173.576	32.945	PB
42	1707105.562	400173.564	33.086	SB
43	1707105.637	400173.494	33.089	MD
44	1707106.56	400172.69	33.092	MD
45	1707106.649	400172.619	33.093	SB
46	1707106.683	400172.58	32.942	PB
47	1707106.877	400172.388	32.925	OC
48	1707109.205	400170.46	32.852	MC
49	1707111.729	400168.173	32.82	OC
50	1707111.941	400168.005	32.816	PB
51	1707111.978	400167.973	32.947	SB
52	1707112.05	400167.872	32.948	SB
53	1707112.643	400167.225	32.949	AC
54	1707113.56	400166.638	32.949	CR
55	1707114.179	400167.446	32.957	MR
56	1707112.335	400165.242	32.993	ACC
57	1707083.483	400158.548	33.195	BN1
58	1707083.469	400158.554	33.195	BN1
59	1707092.978	400170.165	33.099	BN3
60	1707102.428	400181.783	32.959	BN2
61	1707112.293	400165.22	32.995	ACC
62	1707110.729	400163.295	33.014	ACC
63	1707110.491	400163.71	32.966	CV
64	1707104.634	400155.719	33.123	CR
65	1707102.745	400153.5	33.133	ACC
66	1707103.053	400154.322	33.13	CRAN
67	1707101.716	400152.929	33.114	CV
68	1707102.794	400169.13	33.146	PTC
69	1707091.832	400172.165	33.094	MR
70	1707093.149	400171.146	33.057	AC
71	1707093.843	400170.602	33.031	SB
72	1707093.97	400170.541	33.032	SB
73	1707093.954	400170.479	32.889	PB
74	1707094.178	400170.31	32.894	OC
75	1707095.957	400168.693	32.94	MC
76	1707098.937	400165.931	33.014	OC
77	1707099.129	400165.75	33.027	PB
78	1707099.137	400165.728	33.172	SB
79	1707099.263	400165.638	33.169	MD
80	1707100.174	400164.889	33.17	MD
81	1707100.321	400164.849	33.172	SB

CONTINUACIÓN TABLA 23...

82	1707100.401	400164.893	33.021	PB
83	1707100.75	400164.859	33.01	OC
84	1707103.332	400162.732	32.949	MC
85	1707105.716	400160.778	32.892	OC
86	1707105.988	400160.687	32.888	PB
87	1707106.008	400160.654	33.019	SB
88	1707106.091	400160.562	33.022	SB
89	1707107.073	400160.358	33.026	AC
90	1707094.256	400158.563	31.708	ARB
91	1707085.07	400163.941	33.163	MR
92	1707086.312	400162.665	33.097	AC
93	1707087.048	400162.202	33.113	SB
94	1707087.138	400162.141	33.111	SB
95	1707087.161	400162.108	32.967	SB
96	1707087.397	400161.94	32.962	OC
97	1707089.347	400160.055	33.018	MC
98	1707092.078	400157.547	33.105	OC
99	1707092.279	400157.385	33.112	PB
100	1707092.296	400157.364	33.258	SB
101	1707092.401	400157.272	33.259	MD
102	1707093.37	400156.541	33.256	MD
103	1707093.472	400156.459	33.256	SB
104	1707093.5	400156.428	33.106	PB
105	1707093.77	400156.254	33.095	OC
106	1707096.544	400154.224	33.02	MC
107	1707098.938	400152.454	32.973	OC
108	1707099.135	400152.3	32.968	PB
109	1707099.156	400152.28	33.109	SB
110	1707099.259	400152.177	33.11	SB
111	1707099.865	400151.578	33.127	AC
112	1707099.565	400149.597	33.162	ACC
113	1707101.461	400151.881	33.143	ACC
114	1707094.613	400145.429	33.183	PTC
115	1707095.181	400144.132	33.239	MR
116	1707094.459	400143.287	33.246	ACC_CR
117	1707091.527	400139.675	33.271	ACC_CR
118	1707093.849	400143.082	33.242	CRAN
119	1707086.469	400134.202	33.279	CV
120	1707085.806	400132.634	33.329	CR
121	1707085.634	400132.524	33.331	ACC_MR
122	1707085.01	400131.784	33.337	ACC_MR
123	1707084.713	400131.845	33.335	CRAN
124	1707082.699	400144.446	33.37	PTC

CONTINUACIÓN TABLA 23...

125	1707081.368	400128.255	33.327	CV
126	1707076.329	400121.095	33.439	ESQ_MR
127	1707071.257	400115.273	33.499	CRAN
128	1707069.996	400113.817	33.506	ACC
129	1707067.943	400110.848	33.543	ACC
130	1707067.377	400110.469	33.535	CV
131	1707066.631	400110.737	33.532	PTC
132	1707066.629	400109.346	33.566	ESQ_MR
133	1707064.908	400107.186	33.576	ACC_MR
134	1707065.345	400108.415	33.567	CV
135	1707062.321	400103.909	33.614	ACC
136	1707057.297	400097.775	33.674	MR_FIN
137	1707062.29	400119.557	33.635	PTC
138	1707066.332	400124.562	33.65	ARB
139	1707069.443	400128.559	33.563	ARB
140	1707072.763	400132.758	33.48	ARB
141	1707070.84	400146.734	33.314	ACC
142	1707067.451	400142.73	33.377	ACC
143	1707072.85	400149.075	33.315	MR
144	1707074.118	400147.852	33.27	AC
145	1707074.756	400147.23	33.267	SB
146	1707074.819	400147.191	33.267	SB
147	1707074.897	400147.149	33.118	PB
148	1707075.099	400146.928	33.108	OC
149	1707077.864	400145.088	33.188	MC
150	1707060.213	400133.849	33.468	MR
151	1707061.696	400132.587	33.414	AC
152	1707062.392	400131.998	33.405	SB
153	1707062.476	400131.954	33.398	SB
154	1707062.493	400131.919	33.257	PB
155	1707062.713	400131.735	33.257	OC
156	1707080.016	400142.728	33.244	OC
157	1707080.229	400142.584	33.245	PB
158	1707080.256	400142.552	33.391	SB
159	1707080.356	400142.47	33.393	MD
160	1707081.178	400141.616	33.396	MD
161	1707081.315	400141.538	33.404	SB
162	1707081.312	400141.494	33.248	PB
163	1707081.601	400141.297	33.243	OC
164	1707084.583	400139.195	33.155	MC
165	1707086.537	400137.317	33.119	OC
166	1707086.758	400137.142	33.115	PB
167	1707086.787	400137.11	33.252	SB

CONTINUACIÓN TABLA 23...

168	1707086.891	400137.036	33.25	SB
169	1707087.569	400136.497	33.26	AC
170	1707088.393	400135.623	33.308	CR
171	1707065.303	400129.721	33.331	MR
172	1707067.704	400127.771	33.409	OC
173	1707067.896	400127.515	33.427	PB
174	1707067.927	400127.503	33.585	SB
175	1707068.049	400127.391	33.586	SB
176	1707068.903	400126.523	33.584	MD
177	1707068.986	400126.44	33.579	SB
178	1707068.965	400126.378	33.434	PB
179	1707069.226	400126.245	33.417	OC
180	1707071.562	400124.53	33.339	MC
181	1707074.35	400122.326	33.283	OC
182	1707074.56	400122.201	33.271	PB
183	1707074.585	400122.167	33.42	SB
184	1707074.694	400122.05	33.418	SB
185	1707075.355	400121.494	33.439	AC
186	1707044.861	400113.709	33.697	MR
187	1707045.75	400112.957	33.671	AC
188	1707046.571	400112.369	33.465	SB
189	1707046.54	400112.366	33.606	SB
190	1707046.511	400112.301	33.478	PB
191	1707046.699	400112.093	33.478	OC
192	1707049.425	400110.108	33.539	MC
193	1707051.815	400108.088	33.61	OC
194	1707051.968	400107.939	33.61	PB
195	1707051.99	400107.913	33.764	SB
196	1707052.09	400107.835	33.757	MD
197	1707053.119	400107.187	33.734	MD
198	1707053.217	400107.073	33.748	SB
199	1707053.236	400107.046	33.597	PB
200	1707053.415	400106.793	33.612	OC
201	1707055.917	400104.685	33.546	MC
202	1707058.179	400102.527	33.488	OC
203	1707058.414	400102.36	33.472	PB
204	1707058.447	400102.328	33.619	SB
205	1707058.558	400102.275	33.618	SB
206	1707059.218	400101.662	33.62	AC
207	1707059.003	400099.814	33.641	MR
208	1707107.464	400191.163	32.858	MR
209	1707110.351	400194.683	32.841	MR
210	1707110.459	400194.801	32.839	ACC

CONTINUACIÓN TABLA 23...

211	1707112.045	400194.342	32.796	SB
212	1707112.906	400193.706	32.764	SB
213	1707112.895	400193.717	32.638	PB
214	1707113.187	400193.509	32.616	OC
215	1707115.554	400191.495	32.695	MC
216	1707118.084	400189.423	32.76	OC
217	1707118.307	400189.349	32.763	PB
218	1707118.351	400189.29	32.911	SB
219	1707118.443	400189.217	32.911	MD
220	1707119.347	400188.439	32.911	MD
221	1707119.475	400188.353	32.911	SB
222	1707119.498	400188.328	32.779	PB
223	1707119.676	400188.209	32.763	OC
224	1707121.849	400186.471	32.661	MC
225	1707124.662	400184.037	32.646	OC
226	1707124.864	400183.865	32.63	PB
227	1707124.894	400183.873	32.781	SB
228	1707125.028	400183.736	32.785	SB
229	1707125.741	400183.359	32.799	AC
230	1707126.698	400182.929	32.798	CR
231	1707125.959	400182.022	32.806	CR
232	1707121.286	400205.094	32.652	BN4
233	1707120.545	400190.627	32.866	PTC
234	1707165.354	400205.912	32.567	BN5
235	1707117.248	400203.025	32.753	MR
236	1707118.402	400202.059	32.702	AC
237	1707119.014	400201.431	32.694	SB
238	1707119.115	400201.349	32.695	SB
239	1707119.135	400201.316	32.546	PB
240	1707119.327	400201.114	32.554	OC
241	1707121.943	400198.86	32.637	MC
242	1707124.292	400197.131	32.69	OC
243	1707124.304	400197.125	32.691	OC
244	1707124.532	400196.934	32.698	PB
245	1707124.568	400196.911	32.839	SB
246	1707124.686	400196.862	32.842	MD
247	1707125.629	400196.095	32.83	MD
248	1707125.719	400196.009	32.834	SB
249	1707125.762	400195.995	32.683	PB
250	1707125.96	400195.779	32.681	OC
251	1707128.823	400193.577	32.555	MC
252	1707130.844	400191.554	32.553	OC
253	1707131.013	400191.384	32.55	PB

CONTINUACIÓN TABLA 23...

254	1707131.04	400191.371	32.696	SB
255	1707131.143	400191.226	32.698	SB
256	1707131.691	400190.638	32.709	AC
257	1707132.469	400189.935	32.725	CR
258	1707128.857	400186.308	32.744	CV
259	1707123.737	400210.738	32.668	MR
260	1707124.799	400209.884	32.654	AC
261	1707125.491	400209.33	32.615	SB
262	1707125.572	400209.271	32.616	SB
263	1707125.611	400209.279	32.48	PB
264	1707125.829	400209.091	32.467	OC
265	1707128.306	400207.019	32.535	MC
266	1707130.676	400204.895	32.598	OC
267	1707130.88	400204.709	32.611	PB
268	1707130.897	400204.699	32.758	SB
269	1707131.009	400204.612	32.762	MD
270	1707131.967	400203.883	32.741	MD
271	1707132.077	400203.793	32.744	SB
272	1707132.109	400203.783	32.599	PB
273	1707132.318	400203.573	32.589	OC
274	1707134.831	400201.298	32.482	MC
275	1707137.136	400199.285	32.47	OC
276	1707137.884	400199.812	32.459	PB
277	1707137.922	400199.803	32.61	SB
278	1707138.014	400199.722	32.611	SB
279	1707138.696	400199.192	32.622	AC
280	1707139.576	400198.526	32.631	CR
281	1707143.185	400204.605	32.569	PTC
282	1707126.87	400214.501	32.611	MR
283	1707127.875	400213.674	32.609	AC
284	1707128.54	400213.118	32.557	SB
285	1707128.64	400213.048	32.566	SB
286	1707128.653	400213.033	32.428	PB
287	1707128.891	400212.841	32.428	OC
288	1707131.595	400210.751	32.503	MC
289	1707134.006	400208.99	32.544	OC
290	1707134.221	400208.839	32.565	PB
291	1707134.269	400208.824	32.705	SB
292	1707134.346	400208.725	32.714	MD
293	1707135.226	400207.848	32.705	MD
294	1707135.32	400207.761	32.706	SB
295	1707135.365	400207.77	32.555	PB
296	1707135.816	400207.889	32.557	OC

CONTINUACIÓN TABLA 23...

297	1707138.639	400206.194	32.45	MC
298	1707141.058	400204.153	32.405	OC
299	1707141.257	400203.977	32.418	PB
300	1707141.312	400203.98	32.563	SB
301	1707141.423	400203.902	32.564	SB
302	1707142.102	400203.39	32.567	AC
303	1707142.885	400202.723	32.602	CR
304	1707143.337	400206.339	32.386	TR
305	1707142.682	400205.686	32.372	TR
306	1707136.638	400209.347	32.524	PB/MD
307	1707138.249	400211.311	32.531	PB/MD
308	1707138.162	400212.3	32.516	PB/MD
309	1707137.033	400212.229	32.514	PB/MD
310	1707135.454	400210.327	32.53	PB/MD
311	1707143.676	400206.607	32.405	PB
312	1707145.612	400207.423	32.413	PB
313	1707148.228	400207.315	32.383	PB
314	1707150.359	400205.992	32.383	PB
315	1707151.557	400203.965	32.358	PB
316	1707151.763	400201.141	32.354	PB
317	1707147.824	400205.252	32.606	ACC
318	1707149.036	400204.405	32.576	ACC
319	1707145.416	400205.367	32.595	CR
320	1707149.824	400201.872	32.561	CR
321	1707167.315	400210.579	32.948	ACC
322	1707164.635	400209.967	32.497	AC
323	1707162.289	400210.081	32.461	SB
324	1707162.187	400210.111	32.454	SB
325	1707162.16	400210.143	32.317	PB
326	1707161.924	400210.154	32.315	OC
327	1707167.456	400215.075	33.09	ACC
328	1707165.594	400208.829	32.442	PTC
329	1707165.525	400208.937	31.003	PTC
330	1707162.574	400215.449	32.435	SB
331	1707162.432	400215.439	32.439	SB
332	1707162.393	400215.407	32.297	PB
333	1707162.161	400215.5	32.298	OC
334	1707163.673	400222.724	32.435	COLECTOR
335	1707163.634	400223.793	32.396	COLECTOR
336	1707162.833	400223.831	32.437	SB-COL
337	1707162.757	400222.735	32.386	SB-COL
338	1707162.709	400222.709	32.29	PB-COL
339	1707162.795	400223.771	32.239	PB-COL

CONTINUACIÓN TABLA 23...

340	1707162.463	400223.481	32.286	QP
341	1707158.591	400221.167	32.36	QP
342	1707152.025	400217.162	32.376	QP
343	1707146.661	400221.462	32.457	QP
344	1707139.926	400226.802	32.293	QP
345	1707148.766	400177.151	32.81	BN6
346	1707175.295	400223.094	32.55	AC
347	1707173.033	400223.697	32.497	SB
348	1707172.911	400223.744	32.487	SB
349	1707172.863	400223.762	32.347	PB
350	1707172.619	400223.808	32.342	OC
351	1707173.827	400226.526	32.406	OC
352	1707174.051	400226.418	32.398	PB
353	1707174.085	400226.405	32.544	SB
354	1707174.215	400226.317	32.548	SB
355	1707176.151	400225.324	32.584	AC
356	1707176.461	400229.358	32.463	OC
357	1707176.605	400229.107	32.478	PB
358	1707176.624	400229.1	32.599	SB
359	1707176.716	400228.963	32.612	SB
360	1707177.586	400227.653	32.643	AC
361	1707179.523	400229.409	32.67	MR
362	1707178.485	400229.286	32.659	COLECTOR
363	1707180.437	400231.309	32.655	PTC
364	1707169.703	400207.413	32.578	AC
365	1707168.897	400207.535	32.463	SB
366	1707168.788	400207.551	32.456	SB
367	1707168.743	400207.565	32.319	PB
368	1707168.5	400207.646	32.32	OC
369	1707162.719	400207.16	32.382	MC
370	1707156.167	400205.549	32.39	OC
371	1707155.948	400205.378	32.409	PB
372	1707155.953	400205.347	32.514	SB
373	1707155.81	400205.265	32.518	SB
374	1707171.264	400196.501	32.759	ACC-WASH
375	1707169.796	400190.563	32.827	ACC-WASH
376	1707168.379	400195.841	32.517	AC
377	1707166.084	400196.312	32.49	SB
378	1707166.082	400196.302	32.49	SB
379	1707165.97	400196.33	32.49	SB
380	1707165.894	400196.331	32.359	PB
381	1707165.687	400196.429	32.367	OC
382	1707161.828	400197.292	32.424	MC

CONTINUACIÓN TABLA 23...

383	1707156.339	400198.253	32.357	OC
384	1707156.085	400198.278	32.35	PB
385	1707156.033	400198.327	32.476	SB
386	1707155.915	400198.378	32.496	SB
387	1707154.243	400198.914	32.611	AC
388	1707166.164	400185.368	32.929	ACC
389	1707165.887	400177.945	32.937	ACC
390	1707165.425	400170.395	32.903	ACC
391	1707162.479	400179.555	32.488	AC
392	1707161.149	400179.59	32.439	OC
393	1707156.334	400179.428	32.517	MC
394	1707151.546	400179.128	32.44	OC
395	1707151.518	400179.113	32.566	OC
396	1707150.354	400179.012	32.631	AC
397	1707165.495	400170.472	32.912	MR
398	1707165.499	400170.336	32.913	ACC
399	1707165.298	400166.734	32.938	ACC
400	1707163.253	400163.775	32.744	PTC
401	1707164.697	400161.67	32.939	CRAN
402	1707164.92	400160.567	33.006	MR
403	1707164.939	400159.353	33.041	ACC
404	1707164.821	400156.503	32.998	ACC
405	1707161.634	400159.501	32.707	AC
406	1707160.455	400159.596	32.541	OC
407	1707156.036	400159.788	32.597	MC
408	1707151.533	400159.984	32.525	OC
409	1707150.286	400160.223	32.683	AC
410	1707146.877	400160.42	33.008	CR
411	1707146.852	400160.292	33.105	ACC
412	1707146.608	400157.677	33.068	ACC
413	1707164.402	400154.009	33.009	CRAN
414	1707164.635	400152.669	33.046	ACC
415	1707164.526	400149.892	33.086	ACC
416	1707163.992	400148.791	33.094	CRAN
417	1707164.4	400147.741	33.06	ACC
418	1707164.221	400143.9	32.992	ACC
419	1707163.498	400143.259	32.995	CRAN
420	1707164.163	400142.112	33.037	ACC
421	1707164.02	400138.288	33.067	ACC
422	1707163.881	400137.048	32.997	MR
423	1707162.444	400138.003	32.896	CRAN
424	1707160.892	400139.505	32.809	AC
425	1707159.723	400139.458	32.631	OC

CONTINUACIÓN TABLA 23...

426	1707155.661	400139.397	32.688	MC
427	1707151.717	400139.387	32.645	OC
428	1707151.58	400139.361	32.736	SB
429	1707150.388	400139.347	32.772	AC
430	1707160.724	400133.434	32.817	AC
431	1707159.496	400133.143	32.779	SB
432	1707159.342	400133.07	32.658	OC
433	1707166.076	400113.691	32.779	BN7
434	1707157.991	400104.322	32.984	BN8
435	1707155.534	400132.793	32.716	MC
436	1707151.752	400132.871	32.667	OC
437	1707150.458	400132.866	32.776	AC
438	1707164.872	400132.367	32.788	ACC
439	1707164.47	400134.237	32.813	ACC
440	1707159.207	400128.452	32.683	OC
441	1707159.095	400124.317	32.693	OC
442	1707158.91	400119.933	32.713	OC
443	1707158.755	400115.986	32.746	OC
444	1707158.081	400111.667	32.745	OC
445	1707156.756	400107.26	32.753	OC
446	1707162.846	400127.899	32.776	PTC
447	1707167.718	400120.788	32.892	ACC
448	1707168.439	400117.676	33.125	ACC
449	1707169.051	400115.306	32.955	MR
450	1707167.519	400114.675	32.935	AC
451	1707166.443	400114.183	32.896	SB
452	1707166.297	400114.103	32.77	PB
453	1707163.625	400112.696	32.766	MC
454	1707160.899	400111.094	32.769	MC
455	1707154.508	400112.467	32.8	MC
456	1707151.079	400113.169	32.737	PB
457	1707150.96	400113.223	32.87	SB
458	1707149.678	400113.487	32.918	AC
459	1707144.112	400123.351	32.845	MR
460	1707142.682	400110.165	32.849	ACC
461	1707142.448	400108.828	32.859	ACC
462	1707140.976	400106.947	32.871	ACC-MR
463	1707138.796	400104.236	32.858	ACC-MR
464	1707140.658	400105.531	32.857	CV
465	1707131.477	400095.238	32.862	MR
466	1707145.383	400105.248	32.952	CRAN
467	1707129.301	400092.671	32.864	CR
468	1707133.051	400089.302	33.033	AC

CONTINUACIÓN TABLA 23...

469	1707133.96	400088.46	33	SB
470	1707134.081	400088.336	32.893	PB
471	1707136.82	400086.113	32.94	MC
472	1707152.513	400097.433	33.015	CASETA
473	1707156.505	400094.531	32.912	CASETA
474	1707156.59	400098.289	32.902	CRAN
475	1707156.226	400099.882	32.903	CRAN
476	1707155.631	400098.855	32.875	CRAN
477	1707148.67	400092.643	33.031	CASETA
478	1707149.744	400109.013	32.766	PB
479	1707145.739	400104.491	32.979	AC
480	1707146.634	400104.079	32.951	SB
481	1707146.661	400104.034	32.811	PB
482	1707149.461	400101.687	32.858	MC
483	1707152.329	400099.693	32.808	PB
484	1707152.429	400099.638	32.953	SB
485	1707153.441	400098.972	33	AC
486	1707139.275	400096.925	33.008	AC
487	1707140.268	400096.179	32.945	SB
488	1707140.397	400096.059	32.835	PB
489	1707143.109	400093.864	32.89	MC
490	1707145.679	400091.47	32.857	PB
491	1707145.788	400091.395	33.005	SB
492	1707146.802	400090.577	33.019	AC
493	1707139.58	400083.751	32.887	PB
494	1707155.201	400104.114	32.777	PB
495	1707157.898	400105.936	32.776	PB
496	1707159.54	400106.101	32.787	PB
497	1707162.162	400105.189	32.811	PB
498	1707163.666	400103.466	32.825	PB
499	1707165.799	400100.042	32.843	OC
500	1707162.674	400101.679	33.053	CR
501	1707167.886	400100.914	32.836	MC
502	1707170.612	400101.925	32.836	OC
503	1707170.768	400102.021	32.96	SB
504	1707172.163	400102.313	32.892	MR
505	1707170.829	400107.971	32.903	ACC
506	1707169.872	400111.943	32.907	ACC
507	1707146.413	400223.169	32.46	PZ
508	1707146.798	400222.822	32.458	PZ
509	1707150.921	400227.874	32.493	PZ
510	1707155.028	400232.818	32.504	PZ
511	1707159.537	400238.05	32.734	PB

CONTINUACIÓN TABLA 23...

512	1707159.516	400238.272	32.736	PTC
513	1707155.914	400240.584	32.521	MC
514	1707153.349	400242.831	32.472	OC
515	1707153.149	400243.046	32.44	PB
516	1707153.12	400243.069	32.582	SB
517	1707153.043	400243.189	32.583	SB
518	1707152.629	400243.586	32.586	AC
519	1707151.755	400244.321	32.599	MR
520	1707147.581	400239.346	32.541	MR
521	1707148.404	400238.552	32.551	AC
522	1707148.918	400238.127	32.545	SB
523	1707149.007	400238.061	32.553	SB
524	1707149.034	400238.028	32.417	PB
525	1707149.252	400237.854	32.417	OC
526	1707151.727	400235.411	32.454	MC
527	1707147.763	400230.557	32.412	MC
528	1707145.161	400232.805	32.358	OC
529	1707144.906	400233.029	32.341	PB
530	1707144.872	400233.06	32.478	SB
531	1707144.783	400233.132	32.46	SB
532	1707144.233	400233.559	32.52	AC
533	1707143.419	400234.374	32.514	MR
534	1707143.034	400225.609	32.425	MC
535	1707138.638	400220.118	32.387	MC
536	1707139.09	400220.658	32.37	MC
537	1707136.721	400222.517	32.356	OC
538	1707136.525	400222.663	32.356	PB
539	1707136.485	400222.662	32.492	SB
540	1707136.389	400222.746	32.493	SB
541	1707135.708	400223.288	32.535	AC
542	1707134.906	400224.222	32.561	MR
543	1707134.411	400215.298	32.448	MC
544	1707132.315	400217.02	32.346	OC
545	1707132.073	400217.214	32.371	PB
546	1707132.06	400217.255	32.522	SB
547	1707131.961	400217.328	32.522	SB
548	1707131.294	400217.881	32.566	AC
549	1707130.323	400218.702	32.589	MR
550	1707142.986	400225.783	32.409	MC
551	1707140.842	400227.521	32.328	OC
552	1707140.645	400227.705	32.328	PB
553	1707140.615	400227.733	32.488	SB
554	1707140.527	400227.842	32.489	SB

CONTINUACIÓN TABLA 23...

555	1707139.873	400228.476	32.506	AC
556	1707139.037	400229.123	32.528	MR
557	1707146.066	400215.28	32.374	MC
558	1707150.219	400220.613	32.411	MC
559	1707154.065	400225.49	32.398	MC
560	1707158.706	400230.697	32.461	MC
561	1707162.714	400235.576	32.498	MC
562	1707157.114	400210.955	32.353	PZ
563	1707157.257	400214.813	32.362	PZ
564	1707156.748	400218.932	32.34	PZ
565	1707160.879	400216.337	32.276	PZ
566	1707160.16	400238.127	32.596	PB
567	1707158.884	400239.018	32.603	PB
568	1707165.178	400245.614	32.775	PB
569	1707165.175	400245.606	32.775	BN9
570	1707168.048	400248.077	32.817	SB
571	1707168.137	400247.972	32.813	SB
572	1707168.163	400247.962	32.67	PB
573	1707168.329	400247.838	32.66	OC
574	1707170.307	400246.39	32.554	MC
575	1707173.256	400243.561	32.533	OC
576	1707173.435	400243.389	32.535	PB
577	1707173.476	400243.364	32.669	SB
578	1707173.611	400243.272	32.66	SB
579	1707174.813	400242.528	32.717	ACC
580	1707173.23	400240.604	32.7	ACC
581	1707167.104	400248.802	32.815	SB
582	1707166.985	400248.901	32.812	SB
583	1707166.99	400248.949	32.654	PB
584	1707166.816	400249.135	32.635	OC
585	1707163.777	400251.759	32.531	MC
586	1707161.831	400253.329	32.502	OC
587	1707161.658	400253.515	32.528	PB
588	1707161.664	400253.536	32.674	SB
589	1707161.533	400253.677	32.692	SB
590	1707159.703	400248.629	32.521	POZO-INSP
591	1707161.357	400254.078	32.673	AC
592	1707160.576	400254.772	32.703	MR
593	1707199.908	400266.121	32.749	BN10
594	1707233.42	400234.537	32.603	BN11
595	1707221.897	400232.213	32.603	BN12
596	1707173.901	400255.999	32.88	PTC
597	1707183.853	400253.743	32.658	HIDRANTE

CONTINUACIÓN TABLA 23...

598	1707186.95	400260.928	32.685	POZO-INSP
599	1707196.032	400258.276	32.577	POZO-INSP
600	1707200.706	400256.022	32.549	POZO-INSP
601	1707168.382	400263.248	32.767	COLECTOR
602	1707166.462	400264.277	32.824	MR
603	1707166.174	400261.499	32.766	MR
604	1707161.652	400256.073	32.709	MR
605	1707162.985	400255.11	32.523	PBC
606	1707167.533	400260.668	32.591	PBC
607	1707169.391	400263.551	32.616	PBC
608	1707169.634	400270.614	32.714	PBC
609	1707167.902	400273.718	32.767	PBC
610	1707166.61	400275.002	32.795	PBC
611	1707164.046	400272.776	33.011	MR
612	1707164.785	400274.475	32.959	COLECTOR
613	1707166.112	400275.207	32.936	SB
614	1707166.205	400275.305	32.938	SB
615	1707166.225	400275.34	32.795	PB
616	1707166.423	400275.532	32.794	OC
617	1707170.152	400279.857	32.88	MC
618	1707173.889	400284.55	32.794	PB
619	1707173.681	400284.323	32.794	OC
620	1707173.868	400284.59	32.94	SB
621	1707173.91	400284.76	32.941	SB
622	1707174.222	400284.246	32.783	PBC
623	1707175.263	400283.529	32.774	PBC
624	1707176.395	400282.983	32.794	PBC
625	1707177.757	400282.517	32.796	PBC
626	1707178.6	400282.315	32.759	PBC
627	1707179.737	400282.198	32.727	PBC
628	1707180.58	400282.177	32.791	PBC
629	1707182.387	400282.371	32.765	PBC
630	1707185.854	400283.768	32.79	PBC
631	1707187.034	400284.622	32.797	PBC
632	1707188.058	400285.794	32.792	PBC
633	1707189.829	400287.995	32.797	PBC
634	1707173.968	400256.247	32.736	PB
635	1707173.998	400255.161	32.736	PB
636	1707172.815	400256.086	32.703	PBC
637	1707173.879	400255.268	32.872	MD
638	1707173.97	400255.2	32.871	SB
639	1707174.216	400254.99	32.719	OC
640	1707176.001	400253.37	32.627	MC

CONTINUACIÓN TABLA 23...

641	1707179.32	400250.982	32.582	OC
642	1707179.477	400250.809	32.597	PB
643	1707179.508	400250.755	32.736	SB
644	1707179.577	400250.711	32.736	SB
645	1707180.666	400249.737	32.725	MR
646	1707182.093	400251.876	32.723	CRAN
647	1707172.933	400256.02	32.853	MD
648	1707172.891	400256.072	32.843	SB
649	1707172.608	400256.292	32.672	OC
650	1707170.708	400258.081	32.625	MC
651	1707167.876	400260.691	32.58	OC
652	1707167.625	400260.824	32.591	PB
653	1707167.628	400260.881	32.727	SB
654	1707167.529	400260.919	32.732	SB
655	1707167.238	400261.194	32.738	AC
656	1707176.766	400259.691	32.74	MC
657	1707180.248	400263.847	32.75	MC
658	1707183.89	400268.036	32.794	MC
659	1707187.34	400272.294	32.799	MC
660	1707190.631	400276.682	32.837	MC
661	1707194.076	400280.933	32.917	MC
662	1707194.011	400282.032	32.906	PBC
663	1707197.539	400278.075	32.801	MC
664	1707194.072	400273.627	32.768	MC
665	1707190.648	400269.682	32.74	MC
666	1707187.185	400265.514	32.73	MC
667	1707183.321	400261.171	32.705	MC
668	1707180.075	400257.083	32.651	MC
669	1707173.65	400262.913	32.685	MC
670	1707176.841	400266.774	32.746	MC
671	1707180.075	400270.713	32.776	MC
672	1707183.608	400274.991	32.799	MC
673	1707187.075	400279.39	32.816	MC
674	1707190.305	400283.914	32.792	MC
675	1707179.723	400282.189	32.731	TR
676	1707178.811	400282.293	32.726	TR
677	1707177.181	400279.877	32.789	MC
678	1707173.775	400276.396	32.852	MC
679	1707170.661	400273.042	32.783	MC
680	1707175.243	400285.262	32.949	PTC
681	1707173.467	400291.031	33.023	AC
682	1707177.318	400287.857	32.984	AC
683	1707181.959	400287.454	32.986	AC

CONTINUACIÓN TABLA 23...

684	1707186.278	400291.099	32.97	AC
685	1707189.71	400288.119	32.935	SB
686	1707189.824	400288.031	32.932	SB
687	1707190.102	400287.848	32.785	PB
688	1707192.727	400285.65	32.826	MC
689	1707195.249	400284.029	32.916	OC
690	1707195.42	400283.803	32.928	PB
691	1707195.446	400283.778	33.075	SB
692	1707195.596	400283.69	33.083	MD
693	1707196.307	400282.707	33.062	MD
694	1707196.409	400282.634	33.059	SB
695	1707196.413	400282.583	32.915	PB
696	1707196.608	400282.416	32.91	OC
697	1707198.6	400280.632	32.842	MC
698	1707201.434	400278.141	32.714	OC
699	1707201.626	400277.96	32.746	PB
700	1707201.663	400277.947	32.888	SB
701	1707196.222	400283.715	32.873	REF1
702	1707203.679	400276.269	32.979	ESQ
703	1707205.228	400274.985	33.045	ESQ-80CM
704	1707202.198	400269.751	32.929	ESQ
705	1707211.463	400262.101	32.947	ESQ
706	1707210.985	400261.33	32.932	ESQ
707	1707207.172	400256.482	32.503	PBC
708	1707205.22	400258.324	32.505	PBC
709	1707203.444	400259.951	32.508	PBC
710	1707201.682	400261.57	32.514	PBC
711	1707199.964	400263.249	32.519	PBC
712	1707197.934	400266.724	32.514	PBC
713	1707197.517	400268.281	32.552	PBC
714	1707197.254	400270.133	32.604	PBC
715	1707198.211	400273.298	32.587	PBC
716	1707199.646	400275.456	32.683	PBC
717	1707201.285	400277.615	32.737	PBC
718	1707185.982	400253.643	32.645	MR
719	1707187.103	400254.631	32.613	SB
720	1707187.238	400253.704	32.632	MR
721	1707187.648	400254.774	32.616	SB
722	1707187.697	400254.822	32.488	PB
723	1707194.636	400263.268	32.612	MC
724	1707192.545	400260.322	32.606	OC
725	1707207.269	400256.426	32.514	OC
726	1707205.011	400253.77	32.545	MC

CONTINUACIÓN TABLA 23...

727	1707202.057	400250.584	32.523	OC
728	1707197.844	400246.187	32.747	MR
729	1707219.055	400235.104	32.482	MR
730	1707217.731	400237.248	32.487	OC
731	1707220.115	400239.807	32.475	MC
732	1707222.529	400242.283	32.443	OC
733	1707224.779	400246.553	32.465	MR
734	1707228.397	400227.442	32.473	OC
735	1707233.728	400219.05	32.477	OC
736	1707233.158	400232.485	32.399	OC
737	1707241.774	400227.893	32.39	OC
738	1707241.272	400233.062	32.768	CR
739	1707237.856	400230.006	32.398	OC
740	1707234.626	400226.438	32.412	MC
741	1707231.355	400222.806	32.479	OC
742	1707226.762	400219.115	32.434	MR
743	1707241.586	400205.188	32.343	MR
744	1707245.17	400208.499	32.421	OC
745	1707248.689	400213.255	32.353	MC
746	1707247.565	400213.78	32.368	POZO-INSP
747	1707253.558	400217.004	32.338	OC
748	1707255.073	400221.678	32.484	MR
749	1707256.171	400204.663	32.342	POZO
750	1707255.352	400198.899	32.379	OC
751	1707263.52	400207.672	32.347	OC
752	1707263.485	400199.52	32.299	MC
753	1707260.654	400196.08	32.34	OC
754	1707266.618	400202.792	32.259	OC
755	1707318.36	400155.633	32.104	BN13
756	1707263.982	400194.313	32.317	OC
757	1707268.856	400199.337	32.241	OC
758	1707255.912	400191.396	32.442	MR
759	1707270.541	400177.571	32.408	MR
760	1707276.389	400182.879	32.252	OC
761	1707278.675	400185.328	32.236	MC
762	1707281.265	400187.792	32.202	OC
763	1707282.991	400190.383	32.488	PTM
764	1707290.633	400179.114	32.152	OC
765	1707292.681	400177.572	32.151	OC
766	1707296.18	400177.07	32.162	OC
767	1707298.529	400178.346	32.156	OC
768	1707302.012	400182.527	32.167	OC
769	1707301.189	400183.919	32.438	MR

CONTINUACIÓN TABLA 23...

770	1707297.585	400186.814	32.449	MR
771	1707304.412	400179.988	32.139	MC
772	1707306.379	400176.892	32.108	OC
773	1707303.155	400172.984	32.113	OC
774	1707302.021	400170.988	32.128	OC
775	1707303.093	400167.531	32.097	OC
776	1707298.837	400171.588	32.139	POZO
777	1707297.019	400169.345	32.169	POZO
778	1707291.911	400172.589	32.186	POZO
779	1707284.255	400163.796	32.341	MR
780	1707290.567	400169.684	32.187	OC
781	1707293.077	400172.518	32.169	MC
782	1707298.102	400149.94	32.326	MR
783	1707304.966	400156.291	32.15	OC
784	1707307.567	400158.648	32.106	MC
785	1707310.107	400161.075	32.067	OC
786	1707316.628	400166.742	32.039	MQ
787	1707313.567	400134.563	32.257	MR
788	1707319.555	400142.784	32.063	OC
789	1707324.288	400147.882	32.002	OC
790	1707321.784	400145.359	32.032	MC
791	1707330.12	400153.034	31.85	MR
792	1707333.711	400129.688	32.017	OC
793	1707326.199	400121.976	32.292	MR
794	1707335.958	400132.259	31.991	MC
795	1707338.46	400134.738	31.942	OC
796	1707343.372	400139.27	31.835	MR
797	1707342.435	400121.412	32.037	POZO
798	1707346.392	400102.133	32.375	MR
799	1707352.107	400096.471	32.405	MR
800	1707354.417	400094.068	32.521	MR
801	1707363.58	400101.978	31.901	OC
802	1707365.942	400104.413	31.874	MC
803	1707368.55	400106.781	31.823	OC
804	1707372.043	400109.897	31.899	MR
805	1707327.939	400148.425	31.89	PTC
806	1707361.628	400116.622	32.004	PTM
807	1707393.461	400084.597	32.008	BN14
808	1707386.846	400094.717	31.89	MR
809	1707384.224	400092.281	31.752	OC
810	1707381.867	400089.671	31.781	MC
811	1707379.463	400087.16	31.841	OC
812	1707365.365	400084.007	32.64	MR

CONTINUACIÓN TABLA 23...

813	1707374.048	400077.588	32.598	MR
814	1707376.835	400075.138	32.466	MC
815	1707379.274	400072.203	32.679	ESQ
816	1707378.488	400072.862	32.546	CA
817	1707381.032	400075.415	32.493	CA
818	1707379.011	400077.982	32.345	CA
819	1707377.144	400079.848	32.143	CA
820	1707381.655	400084.856	31.887	CA
821	1707386.16	400080.625	31.895	CA
822	1707387.124	400079.935	31.87	FIM-PAV
823	1707388.96	400081.699	31.791	FIM-PAV
824	1707391.859	400084.372	31.749	FIM-PAV
825	1707394.121	400087.247	31.979	MR
826	1707393.897	400081.21	31.844	CURV
827	1707397.172	400077.588	32.018	CURV
828	1707401.403	400074.547	32.24	CURV
829	1707406.89	400074.038	32.47	CURV
830	1707411.622	400077.127	32.481	CURV
831	1707402.644	400078.394	32.073	CURV
832	1707400.934	400077.955	31.948	PTC
833	1707398.326	400056.42	32.372	CA
834	1707396.735	400057.444	32.544	MR
835	1707400.471	400060.86	32.32	CA
836	1707394.249	400059.552	32.673	MR
837	1707399.271	400063.989	32.463	POZO
838	1707401.083	400063.978	32.299	CA
839	1707400.48	400067.867	32.348	CA
840	1707397.398	400071.556	32.159	CA
841	1707398.884	400073.276	32.244	CA
842	1707403.276	400054.884	32.525	CA
843	1707405.758	400057.902	32.484	CA
844	1707407.717	400062.376	32.483	CA
845	1707411.173	400066.904	32.542	CA
846	1707414.492	400070.647	32.519	CA

Fuente: Propia.

RESULTADO DE CÁLCULO CON PROGRAMA BS-PCA

Resistencia K del Apoyo : 222.5 PCI (lb/pulg3)
 Espesor Losa : 9 pulgadas
 Modulo de Rotura : 600 PSI (lb/pulg2)
 Bermas : NO
 Pasadores : SI
 Factor de Seguridad Cargas : 1.1
 Factor de Mayoración Repeticiones : 1
 Resultados :

Carga KIPS	Carga FS kN	Repeticiones Esperadas	Repeticiones Admisib_Fatiga	Consumo Fatiga %	Repeticiones Admisi_Erosion	Consumo Erosion %
------------	----------------	------------------------	-----------------------------	------------------	-----------------------------	-------------------

EJES SIMPLES

Esfuerzo Equivalente: 1.4 Factor Esfuerzo: 0.3362 Factor Erosion: 2.6468

11.00	53.79	2,755,032	Inf	0.00	Inf	0.00
22.00	107.57	2,494,416	52,982,951	4.71	13,514,605	18.46

EJES TANDEM

Esfuerzo Equivalente: 1.2 Factor Esfuerzo: 0.2943 Factor Erosion: 2.7865

35.20	172.12	74,472	Inf	0.00	21,363,253	0.35
36.30	177.50	223,380	Inf	0.00	16,617,122	1.34

EJES TRIDEM

Esfuerzo Equivalente: 0.9 Factor Esfuerzo: 0.2212 Factor Erosion: 2.9049

Total :	4.71	20.15
---------	------	-------

Ilustración 98-Resultado del Programa

Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍAS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



Ilustración 99- Sector de Poza los Alcaldes.



Ilustración 100- Uso de bastón + Prisma.



Ilustración 101- Levantamiento Topográfico.



Ilustración 102- Colocación del equipo Topográfico.

FOTOGRAFÍAS DE RECOLECTAS DE MUESTRA DE SUELO



Ilustración 103- Extracción de muestra del suelo natural.



Ilustración 104- Realización de Calicata.



Ilustración 105- Extracción de terreno natural con barreno.



Ilustración 106- Material obtenido del sitio.

ENSAYOS DE SUELO AL MATERIAL RECOLECTADO DEL BANCO DE PRÉSTAMO



Ilustración 107- Banco de préstamo ubicado en San Manuel, Cortés



Ilustración 108- Preparación de muestra para ensayo CBR.

ENSAYOS DE SUELO AL MATERIAL RECOLECTADO DEL SITIO



Ilustración 109- Muestra para ensayo Límites de Atterberg.



Ilustración 110- Muestra para ensayo de Granulometría.

REUNIONES CON ASESORES Y ENTREVISTAS



Ilustración 111- Reunión con la Municipalidad de La Lima.

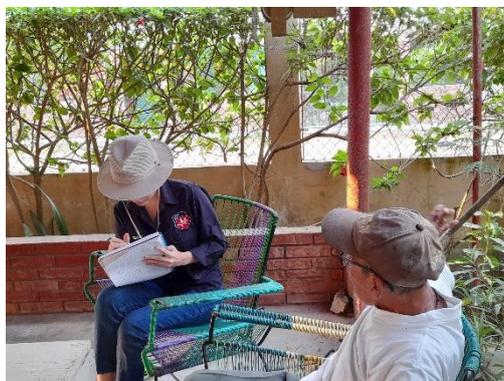


Ilustración 112- Entrevista con pobladores de la comunidad.



Ilustración 113- Entrevista con pobladores de la comunidad.

RESULTADOS DE LABORATORIO

Ref. Norma ASTM D 6913 ^{04 E1}

Cliente: n/a

Orden de Trabajo: n/a

Proyecto: Rediseño Estructural de Pavimento en Paso Los Alcaldes, La Lima, Cortés, 2023.

Código de Proyecto: n/a

Localización: La Lima, Cortés

Posición GPS: n/a n/a

Estación: n/a

Sondeo No.: 1

Muestra No.: #1

Profundidad: 0.20 a 0.40 mts.

Ensayado por: Proyecto 1

Fecha: n/a

Revisado Por: n/a

Fecha: n/a

AGREGADO GRUESO

Peso muestra total seca 8.06 Lb

TAMIZ		RETENIDO ACUMULATIVO	% RETENIDO	% PASADO
plg.	mm			
3 1/2"	87.5			
3"	75.0			
2 1/2"	63.0			
2"	50.0			
1 1/2"	38.1	0.00	0.0	100.0
1"	25.0	0.64	7.9	92.1
3/4"	19.0	0.74	9.2	90.8
1/2"	12.5	0.97	12.0	88.0
3/8"	9.5	1.23	15.3	84.7
No.4	4.8	1.94	24.1	75.9

AGREGADO FINO

Peso muestra + tara 535.2 grs.

Peso de la tara 195.6 grs.

Muestra secada al aire 339.6 grs.

Muestra total seca 330.9 grs.

TAMIZ		RETENIDO ACUMULATIVO	% RETENIDO	% PASADO	% PASADO CORREGIDO
plg.	mm				
No.10	2.0	41.4	12.5	87.5	66.4
No.20	0.9	83.4	25.2	74.8	56.8
No.40	0.4	120.1	36.3	63.7	48.4
No.200	0.1	185.7	56.1	43.9	33.3

% Grava: 24.1 % Arena: 42.6 % Finos: 33.3

D₁₀: 0.0 D₃₀: 0.1 D₆₀: 1.2

Cu: 41.8 Cc: 0.1

H. NATURAL H. GRANUL.

Lata No. : 78 grs.

Peso Suelo Húmedo + Lata: 73.5 grs.

Peso Suelo Seco + Lata 72.1 grs.

Peso Agua 1.4 grs.

Peso Lata 18.7 grs.

Peso Suelo Seco 53.4 grs.

Humedad Higroscópica 2.6 %

Factor de Corrección Hum Higroscópica 1.0

Límite Líquido (LL) 28.2

Límite Plástico (LP) 21.0

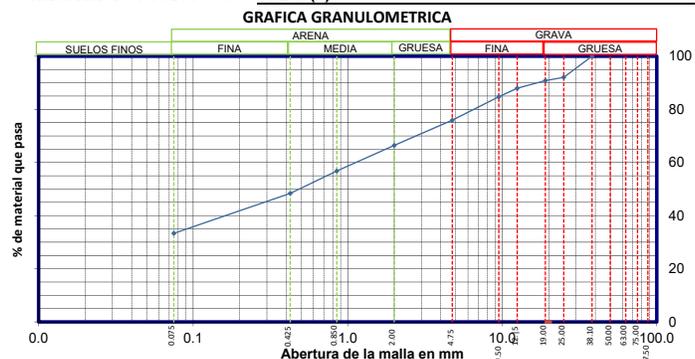
Índice de Plasticidad (IP) 7.2

Observaciones: _____

Descripción visual: Mezcla de arena, arcilla y gravas

Clasificación SUCS: SC - Arena arcillosa con grava

Clasificación AASHTO: A-2-4 (0)



Ref. Norma ASTM D 6913 ^{04 E1}

Cliente: n/a

Orden de Trabajo: n/a

Proyecto: Rediseño Estructural de Pavimento en Paso Los Alcaldes, La Lima, Cortés, 2023.

Código de Proyecto: n/a

Localización: La Lima, Cortés

Posición GPS: n/a n/a

Estación: n/a

Sondeo No.: 1

Muestra No.: #2

Profundidad: 0.40 a 0.80 mts.

Ensayado por: Proyecto 1

Fecha: n/a

Revisado Por: n/a

Fecha: n/a

AGREGADO GRUESO

Peso muestra total seca _____

TAMIZ		RETENIDO ACUMULATIVO	% RETENIDO	% PASADO
plg.	mm			
3 1/2"	87.5			
3"	75.0			
2 1/2"	63.0			
2"	50.0			
1 1/2"	38.1			
1"	25.0			
3/4"	19.0			
1/2"	12.5			
3/8"	9.5			
No.4	4.8	0.0	0.0	100.0

AGREGADO FINO

Peso muestra + tara 614.1 grs.

Peso de la tara 138.3 grs.

Muestra secada al aire 475.8 grs.

Muestra total seca 382.8 grs.

TAMIZ		RETENIDO ACUMULATIVO	% RETENIDO	% PASADO	% PASADO CORREGIDO
plg.	mm				
No.10	2.0	1.0	0.3	99.7	99.7
No.20	0.9				
No.40	0.4	10.7	2.8	97.2	97.2
No.200	0.1	33.7	8.8	91.2	91.2

% Grava: 0.0 % Arena: 8.8 % Finos: 91.2

D₁₀: 0.0 D₃₀: 0.0 D₆₀: 0.1

Cu: 3.1 Cc: 1.1

H. NATURAL H. GRANUL.

Lata No. : 138 grs.

Peso Suelo Húmedo + Lata: 107.5 grs.

Peso Suelo Seco + Lata 91.3 grs.

Peso Agua 16.2 grs.

Peso Lata 24.6 grs.

Peso Suelo Seco 66.7 grs.

Humedad Higroscópica 24.3 %

Factor de Corrección Hum Higroscópica 0.8

Límite Líquido (LL) 42.0

Límite Plástico (LP) 27.7

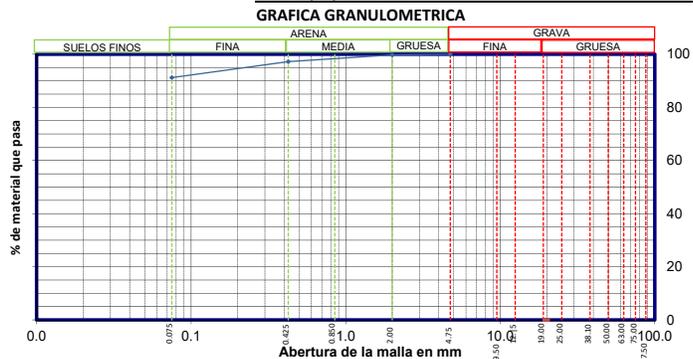
Índice de Plasticidad (IP) 14.3

Observaciones: _____

Descripción visual: Limo arcilloso, color

Clasificación SUCS: ML - Limo

Clasificación AASHTO: A-7-5 (10)



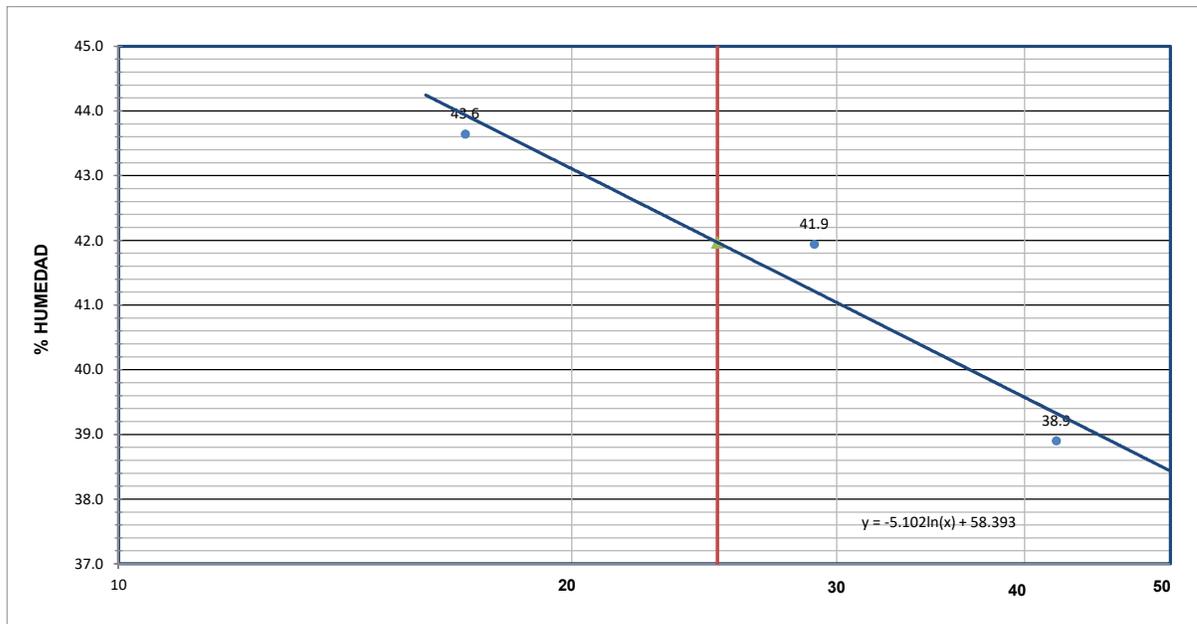
 Laboratorio de Suelos y Materiales	LIMITES DE ATTERBERG	CÓDIGO: RO-08-13
		VERSIÓN : 05

Ref. Norma ASTM D 4318 ¹⁰

Cliente: n/a Orden de Trabajo: n/a
 Proyecto: Rediseño Estructural de Pavimento en Paso Los Alcaldes, La Lima, Cortés, 2023. Código de Proyecto: n/a
 Localización: La Lima, Cortés Posición GPS: n/a n/a
 Estación: n/a Sondeo No.: 1 Muestra No.: #2
 Profundidad: 0.40 a 0.80 mts. Ensayado Por: Proyecto 1 Fecha: -
 Color: n/a Revisado Por: n/a Fecha: -

LIMITES DE ATTERBERG

Lata No.	Límite Líquido			Límite Plástico	
	48	124	108	81	
Número de golpes	17	29	42		
Peso Suelo Húmedo + Lata	26.44	23.57	22.35	23.62	
Peso Suelo Seco + Lata	21.67	19.85	19.18	20.81	
Peso del Agua	4.77	3.72	3.17	2.81	
Peso de la Lata	10.74	10.98	11.03	10.68	
Peso Suelo Seco	10.93	8.87	8.15	10.13	
% de Humedad	43.6	41.9	38.9	27.7	



NUMERO DE GOLPES

LIMITE DE CONTRACCION

Molde No.	n/a	n/a
Peso Suelo Húmedo + Molde	n/a	n/a
Peso Suelo Seco + Molde	n/a	n/a
Peso del Agua	n/a	n/a
Peso del Molde	n/a	n/a
Peso Suelo Seco	n/a	n/a
% de Humedad	n/a	n/a
Volumen del Molde	n/a	n/a
Volumen del Suelo Seco	n/a	n/a
Límite de Contracción	n/a	n/a

RESULTADOS

Límite Líquido 42.0 %
 Límite Plástico 27.7 %
 Índice de Plasticidad 14.2 %
 Límite de Contracción - %
 Observaciones _____

Ref. Norma ASTM D 6913 ^{04 E1}

Cliente: n/a

Orden de Trabajo: n/a

Proyecto: Rediseño Estructural de Pavimento en Paso Los Alcaldes, La Lima, Cortés, 2023.

Código de Proyecto: n/a

Localización: Banco de Material "El Zate", San Manuel

Posición GPS: n/a n/a

Estación: n/a

Sondeo No.: n/a

Muestra No.: n/a

Profundidad: n/a mts.

Ensayado por: Proyecto 1

Fecha: -

Revisado Por: -

Fecha: -

AGREGADO GRUESO

Peso muestra total seca 17.98 Lb

TAMIZ		RETENIDO ACUMULATIVO	% RETENIDO	% PASADO
plg.	mm			
3 1/2"	87.5			
3"	75.0			
2 1/2"	63.0			
2"	50.0			
1 1/2"	38.1	0.00	0.0	100.0
1"	25.0	0.14	0.8	99.2
3/4"	19.0	0.81	4.5	95.5
1/2"	12.5	2.36	13.1	86.9
3/8"	9.5	4.07	22.6	77.4
No.4	4.8	8.14	45.3	54.7

AGREGADO FINO

Peso muestra + tara 368.2 grs.

Peso de la tara 57.9 grs.

Muestra secada al aire 310.3 grs.

Muestra total seca 302.4 grs.

TAMIZ		RETENIDO ACUMULATIVO	% RETENIDO	% PASADO	% PASADO CORREGIDO
plg.	mm				
No.10	2.0	77.6	25.7	74.3	40.7
No.20	0.9	149.3	49.4	50.6	27.7
No.40	0.4	196.3	64.9	35.1	19.2
No.200	0.1	253.7	83.9	16.1	8.8

% Grava: 45.3 % Arena: 45.9 % Finos: 8.8

D₁₀: 1.8 D₃₀: 1.1 D₆₀: 5.9

Cu: 3.3 Cc: 0.1

H. NATURAL H. GRANUL.

Lata No. : 151 grs.

Peso Suelo Húmedo + Lata: 130.6 grs.

Peso Suelo Seco + Lata 127.9 grs.

Peso Agua 2.7 grs.

Peso Lata 24.9 grs.

Peso Suelo Seco 103.0 grs.

Humedad Higroscópica 2.6 %

Factor de Corrección Hum Higroscópica 1.0

Límite Líquido (LL) 24.4

Límite Plástico (LP) 19.3

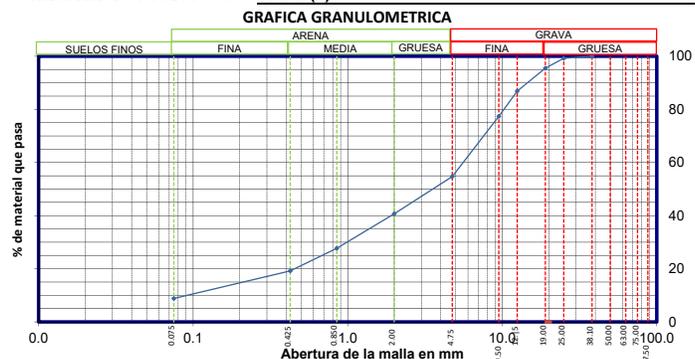
Índice de Plasticidad (IP) 5.1

Observaciones: _____

Descripción visual: Grava y arena con pocos finos, color café

Clasificación SUCS: SP-SC - Arena pobremente gradada con arcilla y grava.

Clasificación AASHTO: A-1-a (0)



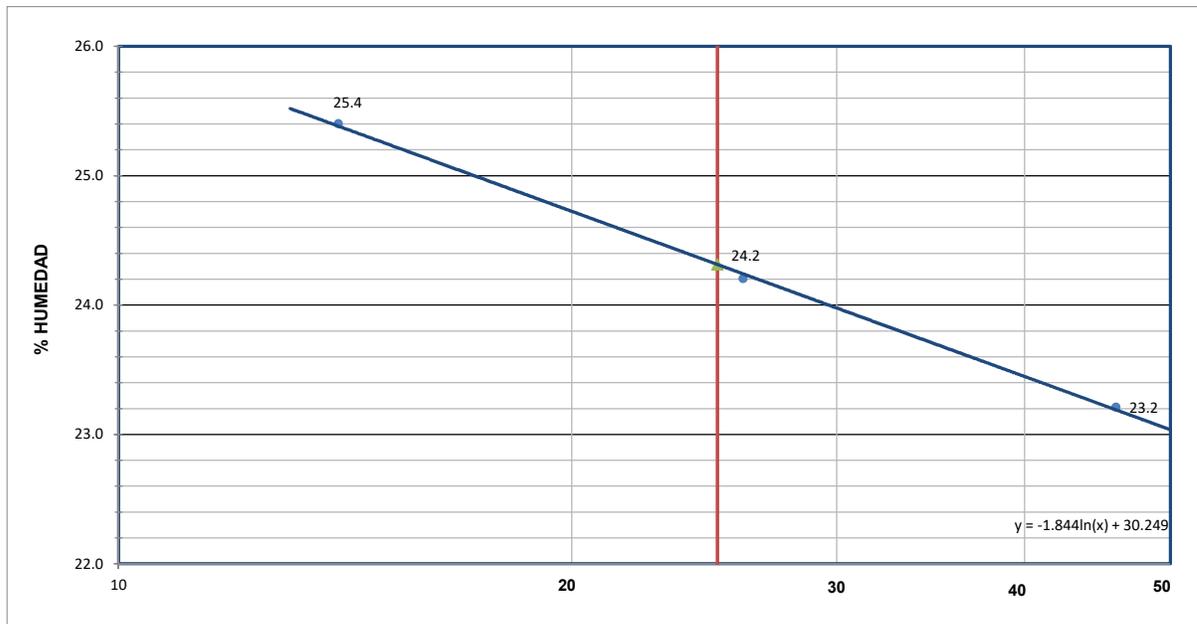
 Laboratorio de Suelos y Materiales	LIMITES DE ATTERBERG	CÓDIGO: RO-08-13
		VERSIÓN : 05

Ref. Norma ASTM D 4318 ¹⁰

Cliente:	<u>n/a</u>	Orden de Trabajo:	<u>n/a</u>
Proyecto:	<u>Rediseño Estructural de Pavimento en Paso Los Alcaldes, La Lima, Cortés, 2023.</u>	Código de Proyecto:	<u>n/a</u>
Localización:	<u>Banco de Material "El Zate", San Manuel</u>	Posición GPS:	<u>n/a</u> <u>n/a</u>
Estación:	<u>n/a</u>	Sondeo No.:	<u>n/a</u>
Profundidad:	<u>n/a</u> mts.	Ensayado Por:	<u>Proyecto 1</u>
Color:	<u>n/a</u>	Revisado Por:	<u>n/a</u>

LIMITES DE ATTERBERG

Lata No.	Limite Líquido			Limite Plástico	
	136	105	103	15	
Número de golpes	14	26	46		
Peso Suelo Húmedo + Lata	24.89	27.03	23.52	27.18	
Peso Suelo Seco + Lata	22.04	23.84	21.09	24.61	
Peso del Agua	2.85	3.19	2.43	2.57	
Peso de la Lata	10.82	10.66	10.62	11.30	
Peso Suelo Seco	11.22	13.18	10.47	13.31	
% de Humedad	25.4	24.2	23.2	19.3	



NUMERO DE GOLPES

LIMITE DE CONTRACCION

Molde No.	<u>n/a</u>	<u>n/a</u>
Peso Suelo Húmedo + Molde	<u>n/a</u>	<u>n/a</u>
Peso Suelo Seco + Molde	<u>n/a</u>	<u>n/a</u>
Peso del Agua	<u>n/a</u>	<u>n/a</u>
Peso del Molde	<u>n/a</u>	<u>n/a</u>
Peso Suelo Seco	<u>n/a</u>	<u>n/a</u>
% de Humedad	<u>n/a</u>	<u>n/a</u>
Volumen del Molde	<u>n/a</u>	<u>n/a</u>
Volumen del Suelo Seco	<u>n/a</u>	<u>n/a</u>
Límite de Contracción	<u>n/a</u>	<u>n/a</u>

RESULTADOS

Límite Líquido	<u>24.3</u>	%
Límite Plástico	<u>19.3</u>	%
Índice de Plasticidad	<u>5.0</u>	%
Límite de Contracción	<u>-</u>	%
Observaciones	<u></u>	

 Laboratorio de Suelos y Materiales	DETERMINACION DE LA RELACION HUMEDAD OPTIMA - DENSIDAD SECA MAXIMA (PROCTOR)	CÓDIGO: RO-08-17
		VERSIÓN : 04

Ref. Norma ASTM D 1883 07 E2

Cliente : n/a Orden de Trabajo: n/a
 Proyecto: Rediseño Estructural de Pavimento en Paso Los Alcaldes, La Lima, Cortés, 2023. Codigo: n/a
 Localización: Banco de Material "El Zate", San Manuel Banco: El Zate Estación: n/a
 PCA: 1 Muestra: 1 Profundidad: n/a
 Ensayado por: Proyecto 1 Fecha: - Material: n/a
 Revisado por: n/a Fecha: - Color: n/a

Método Modificado No. De Capas 5 No. De Golpes por Capa 56 Vol. del Molde 0.07378

Muestra Recolectada Por:

Cliente: Saybe:

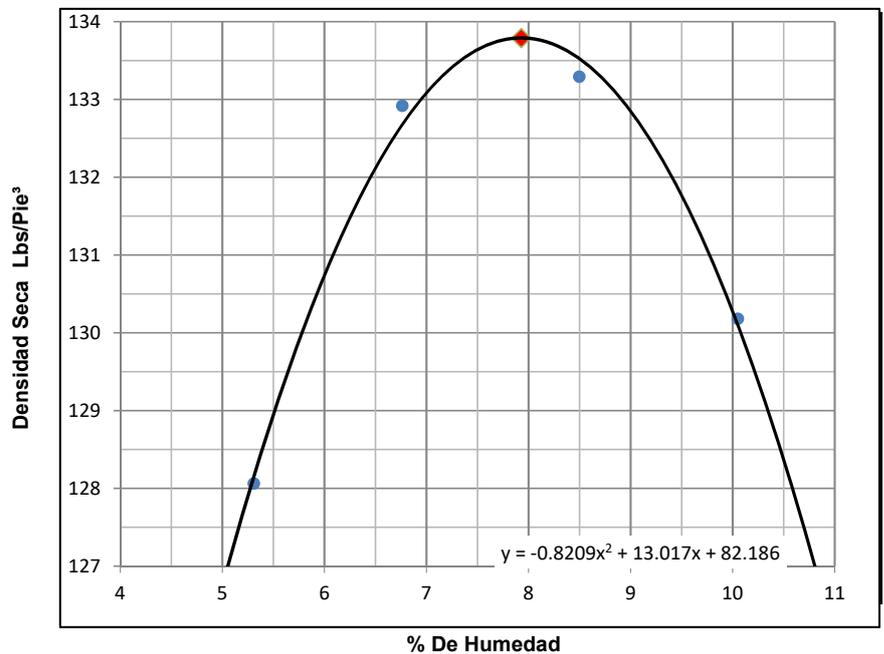
Ref. de Normas	
Proctor Estándar	ASTM D 698 - 07 E1
Proctor Modificado	ASTM D 1557 - 09

Tamiz	Peso	%	Pesos Proporcionales para _____ Kgs.
3/4			
No. 4+			
No. 4-			
TOTAL			

Densidad Máxima 133.8 Lbs/pie³

Humedad Óptima 7.9 %

Grafica



DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y LA HÚMEDAD ÓPTIMA

Humedad de mezcla	3%		6%		9%		12%			
Molde No.										
Peso suelo húmedo + molde	15.77		16.29		16.49		16.39			
Peso del molde	5.82		5.82		5.82		5.82			
Peso del suelo húmedo	9.95		10.47		10.67		10.57			
Densidad húmeda	134.9		141.9		144.6		143.3			
Lata No.	L	91	49	40	23	68	82	9		
Peso lata + suelo húmeda	65.7	63.3	75.3	73.9	81.3	70.3	76.6	75		
Peso lata + suelo seco	63.3	61	71.7	70.5	76.4	66.3	71.4	69.9		
Peso de la humedad	2.4	2.3	3.6	3.4	4.9	4	5.2	5.1		
Peso de la lata vacía	17.3	18.4	20	18.7	19.6	18.5	19.2	19.6		
Peso del suelo seco	46	42.6	51.7	51.8	56.8	47.8	52.2	50.3		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.2	5.4	7.0	6.6	8.6	8.4	10.0	10.1		
CONTENIDO DE HUMEDAD PROM.(%)	5.3		6.8		8.5		10.1			
DENSIDAD SECA (lbs/pie3)	128.1		132.9		133.3		130.2			

Observaciones: _____



Laboratorio de Suelos y Materiales

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA PARA CBR

CÓDIGO: RO-08-15

VERSIÓN : 04

Ref. Norma ASTM D 1883 07E2

Cliente : n/a Orden de Trabajo: n/a
 Proyecto: Rediseño Estructural de Pavimento en Paso Los Alcaldes, La Lima, Cortés, 2023. Código de Proyecto: n/a
 Localización: Manuel Banco: El Zate Estación: n/a
 PCA: 1 Muestra: 1 Profundidad: n/a
 Ensayado por: Proyecto 1 Fecha: - Método: Modificado
 Revisado por: n/a Fecha: - CBR No. 1

Humedad Higroscópica

Latita No.	- No. 4	- No. 4
		9
Latita + suelo húmedo (g)	153	139.4
Latita + suelo seco (g)	145.1	132.5
Peso de la humedad (g)	7.9	6.9
Peso de la latita (g)	51.4	49.3
Peso del suelo seco (g)	93.7	83.2
% de humedad	8.4	8.3
% de humedad Promedio	8.4	

Preparación de la Muestra

Tamiz	% original	Peso Suelo secado al aire	% de Humedad	Peso suelo Seco	Humedad Óptima	Peso Agua requerida	Peso Agua en el suelo	Agua Agregado
- No. 4								
- No. 4		18,000	7.9	16,682	7.9	1318	1,318	0
Total Agua a Agregar							0	

Humedad y Densidad de la Muestra Ensayada

Molde No.	D	E	F
No. De Capas	5	5	5
No. De Golpes por Capa	10	30	65
Condiciones de la Muestra	Optima	Optima	Optima
Peso Suelo Húmedo + Molde (lbs)	20.54	20.88	21.31
Peso del Molde (lbs)	9.50	9.50	9.50
Peso del Suelo Húmedo (lbs)	11.0	11.38	11.81
Volumen del suelo, pie ³	0.08171	0.08171	0.08171
Densidad Húmeda, lbs/pie ³	135.1	139.3	144.5
Humedad del cilindro			
Latita No.		85	96
Peso Latita + Suelo Húmedo (gr)		125.8	127.8
Peso latita + Suelo Seco (gr)		119.0	120.9
Peso de la Humedad (gr)		6.8	6.9
Peso de la Latita (gr)		32.5	33.5
Peso del Suelo Seco (gr)		86.5	87.4
% de Humedad		7.9	7.9
% de Humedad Media		7.9	
Densidad Seca, lbs/pie ³	125.2	129.1	134.0

Observacion: _____

GEOMEMBRANA HDPE

60 - 1.50 mm



1. GEOMEMBRANA

Plásticos Agrícolas y Geomembrana S.A.C. fabricante de Geomembrana de Polietileno de alta densidad, fabricado bajo estrictos controles de calidad, con 97.5% de resina virgen de HDPE con 2.5% de Negro de carbón como estabilizador a rayos ultravioleta, aditivos antioxidantes y estabilizadores térmicos, los cuales permiten garantizar dicho material por 5 años. Pueden fabricarse en anchos de 6.5 a 8.00 m y en espesores de 0.50, 0.75, 1.00, 1.50 y 2.00 mm.

2. APLICACIONES

- Revestimiento de canales.
- Revestimiento de techos, cimentaciones, cisternas, techos, pozas, embalses, presas, etc
- Barreras impermeables (horizontales y verticales).
- Pad y pond de lixiviación.
- Depósitos de relaves.
- Reservorios.
- Presas.
- Lagunas artificiales.

3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

PROPIEDADES RELEVANTES	NORMA	UND	VALOR	FRECUENCIA DE ENSAYO
Espesor Promedio	ASTM D 5199	mm	1.50	por rollo
Espesor Mínimo		mm	1.35	
Densidad (mínimo)	ASTM 1505 ASTM D 792	g/cc	0.94	90.000 kg
Resistencia a la Tracción (V.M. Mínimo) (1) - Resistencia a la Rotura - Resistencia en Fluencia - Elongación a la Rotura - Elongación a la Frecuencia	ASTM D 6693 Tipo IV	KN/m KN/m % %	40 22 700 12	9.000 kg
Resistencia al Rasgado (V.M. Mínimo)	ASTM D 1004	N	191	20.000 kg
Resistencia al Punzonado (V.M. Mínimo)	ASTM D 4833	N	480	20.000 kg
Envejecimiento medio ambiental (SCR)	ASTM D 5397	hr	300	Por GRI GM-10
Contenido de negro de carbono	ASTM D 4218	%	2.0 - 3.0	9.000 kg
Dispersión de negro de carbono (2)	ASTM D 5596	-	Cat. 1 ó 2	-
Tiempo Oxidación Inducida OIT Alta Presión (3)	ASTM D 5885	min.	> 400	por formulación
Envejecimiento al Horno a 85°C (% Min Ret de OIT a Alta Presión después de 90 días)	ASTM D 5721 ASTM D 5885	min.	> 80	por formulación
Resistencia al UV (% Min Ret de OIT a Alta Presión después de 1600 horas)	ASTM D 7238 ASTM G 154 ASTM D 5885	min.	> 50	por formulación
Rollo Ancho (4)	-	m	7.00	-
Rollo Largo	-	m	150	-
Rollo Área	-	m ²	1050	-
Unidad de Venta	-	m ²	-	-

(1) Dirección de máquina (DM) y dirección transversal a máquina (DTM) el valor medio de los resultados está en base a 5 ensayos en cada dirección.

a) Elongación en el punto de fluencia está calculado con un espacio entre mordazas de 33 mm.

b) Elongación en el punto de rotura está calculado con un espacio entre mordazas de 50 mm.

(2) La dispersión de negro de carbono (sólo los aglomerados esféricos) mediante 10 observaciones al microscopio (9 en categoría 1 ó 2 y 1 en categoría 3).

(3) En fábricas hay la opción de seleccionar uno de los métodos de OIT mostrados en la Tabla para evaluar el contenido de antioxidante en la geomembrana.

(4) En fábrica hay la opción de fabricar en ancho de 6.50 m hasta 8.00 m.