

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE CIENCIAS DE ARQUITECTURA E
INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



“DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO, PARA LAS VIAS DE SERVICIO VEHICULAR EN EL TERMINAL PORTUARIO DE MATARANI”

Tesis presentado por el bachiller: JEAN
FRANCO ARONI VILLANUEVA

Para optar el Título Profesional de:
INGENIERO CIVIL

Asesor: ING. JULY LILIAM NEIRA RENAS

Arequipa - Perú
2017



*Este trabajo de tesis está dedicado
A la memoria de mi Madre Jesus Libertad,
a mi Sr. Padre Benigno,
por toda la comprensión y apoyo en mi vida diaria;
y a mis hermanos Orlando y Raúl,
por todas las enseñanzas que me brindan diariamente;*

JEAN FRANCO ARONI

*“He observado, constantemente,
que para prosperar en el mundo
hay que tener aire de tonto sin serlo”*

Montesquieu

*“Pueblo que no aprende su historia,
se encuentra condenada a repetirla”*

Rosseau

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por guiar mis pasos en todo momento, permitiendo acumular grandes vivencias en mi quehacer diario, viendo el alba de un nuevo día.

A MIS PADRES, JESUS LIBERTAD Y BENIGNO

Por la enorme tarea encomendada al tenerme entre su seno familiar, brindándome lo justo y necesario para poder ser profesional.

A MIS HERMANOS ORLANDO Y RAUL

Por la confianza y el apoyo oportuno en mis obligaciones como estudiante universitario.

A LOS MIEMBROS DE LA ESCUELA PROFESIONAL FIC-UCSM

Por sus asesorías y motivaciones constantes al realizar el presente informe de suficiencia. Y por la confianza y comprensión oportuna de mis quehaceres diarios.

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
LISTA DE CUADROS.....	6
LISTA DE FIGURAS.....	8
LISTA DE SIGLAS.....	10
 CAPITULO I: MONOGRAFÍA DEL PUERTO DE MATARANI	
1.1.- Límites y Localización.....	11
1.2.- Política y Administración.....	12
1.3.- Suelo y Topografía.....	13
1.4.- Vías de Comunicación.....	15
 CAPITULO II: ESTUDIOS PRELIMINARES	
2.1.- Justificación para el diseño del Pavimento Rígido.....	17
2.2.- Factibilidad del Proyecto.....	19
 CAPITULO III: PROCESO Y ANÁLISIS DE CALIDAD	
3.1.- Elementos estructurales de un Pavimento Rígido.....	20
3.1.1.- Elementos que conforman un Pavimento Rígido.....	20
3.1.2.- Procedimiento de diseño.....	23
3.2.- Variables de Diseño.....	24
3.3.-Topografía Complementaria.....	36
3.4.-Evaluación del Tránsito.....	39
3.4.1.-Recopilación y toma de Datos.....	40
3.4.2.-Tránsito de Diseño.....	40
3.4.2.1.-Factor Direccional y Factor Carril.....	41
3.4.2.2.-Calculo de Tasas de Crecimiento y Proyección.....	42
3.4.2.3.-Calculo del Número de repeticiones de Ejes Equivalentes (EE).....	45
3.5.-Evaluación del Pavimento Rígido.....	58
3.5.1.-Ensayos de Muestras en Laboratorio.....	58
3.5.1.1.-Ensayo para la Clasificación del Suelo.....	58
3.5.1.1.1.-Contenido de Humedad Óptima.....	61
3.5.1.1.2.-Análisis Granulométrico por Tamizado.....	62

3.5.1.1.3.-Límites de Consistencia.....	64
3.5.1.1.4.-Ensayo de Proctor Modificado.....	65
3.5.1.2.-Ensayo para la determinación de la Resistencia del Suelo.....	67
3.5.1.2.1.-Ensayo de Valor Soporte del Suelo (CBR).....	67
3.5.2.-Análisis de Resultados.....	71
3.5.3. Ensayo a Compresión de probetas Roca pura.....	72

CAPITULO IV: DISEÑO DE LOSA PARA EL PAVIMENTO RÍGIDO

4.1.- Especificaciones sobre los Componentes del Concreto.....	80
4.1.1- Cemento Portland.....	80
4.1.2- Agua.....	81
4.1.3- Agregados	82
4.1.3.1-Agregado Grueso.....	82
4.1.3.2-Agregado Fino.....	84
4.2.- Diseño de Mezclas del Concreto.....	85
4.2.1. Parámetros de Diseño de Mezcla del Concreto.....	85
4.2.2. Ensayos de Laboratorio.....	90
4.2.3. Dosificación del Concreto Método ACI 211.1-84.....	95
4.3.- Dimensionamiento del Espesor de Losa del Pavimento Rígido.....	101
4.3.1.- Procedimiento de Diseño.....	101
4.4.- Aplicación del software “ECUACIÓN AATHO 93” (Versión 2.0).....	112
4.5.- Diseño de Juntas	113
4.5.1. Juntas según su ubicación.....	113
4.5.2. Juntas según su función.....	114
4.5.3. Diseño del Pasajuntas.....	117
4.5.4. Disposición de las Juntas.....	118

CAPITULO V: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y CONTROL DE CALIDAD

5.1.- Construcción y Conformación de la Subrasante.....	125
5.2.-Procedimiento de Vaciado y Colocación de junta de construcción.....	99

CAPITULO VI: ANÁLISIS ECONÓMICO

CONCLUSIONES.....	102
RECOMENDACIONES.....	103
BIBLIOGRAFÍA.....	104

RESUMEN

En nuestro país, el transporte por carretera es el de mayor contribución en la actividad sectorial, por lo que es necesario que éste opere con base a parámetros de eficiencia. Debido a la gran variedad de índices y escalas para establecer los criterios de aceptación de la funcionalidad de una carretera, se llegó a considerar la conveniencia de adoptar un "Pavimento Rígido", para las vías de servicio vehicular del Terminal Portuario de Matarani. Un tramo de vía de gran demanda de vehículos pesados, el empleo del Pavimento Rígido es la mejor alternativa dado las condiciones del aumento en el sector de la Industria en General en el Sur del País.

El presente estudio se encarga de realizar el diseño de un Pavimento Rígido en las instalaciones del Terminal Portuario de Matarani en el tramos que comprende la Zona de ingreso Puerta N°3 a la Puerta N°1, con una longitud de tramo de 2061 metros

En el sector de la carretera donde se realizó la evaluación superficial presenta un tipo de pavimento flexible con base estabilizada con emulsión asfáltica con espesor de 8cm a 15 cm sobre la Subrasante

Para realizar este tipo de diseño se toma La Metodología AASHTO 93 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDOS. Se ha elegido el método AASHTO, porque a diferencia de otros métodos, éste método introduce el concepto de serviciabilidad en el diseño de pavimentos. Los parámetros de diseño AASHTO 93 para el diseño de un pavimento rígido son: Espesor, Serviabilidad, Transito, Transferencia de Carga, Propiedades del Concreto, Resistencia a la Subrasante, Drenaje y Confiabilidad. Cada uno de estos datos tiene un análisis particular dado su grado de complejidad. Posteriormente estos datos se introducen a la formula AASTHO 93 donde se calcula el espesor de la carpeta de rodadura (losa) solicitado.

Finalmente el dato obtenido se corrobora con la aplicación del software "ECUACIÓN AATHO 93" (Versión 2.0)

Palabras clave:

1. Puerto de Matarani
2. Pavimento Rígido
3. Serviabilidad
4. ECUACIÓN AATHO 93

Puerto de Matarani



Fuente: Google Earth

Tramo de Estudio Puerto de Matarani (—)



Fuente: Google Earth

SUMMARY

In our country, Road transport is the largest contributor to sectoral activity, So it is necessary that it operates based on efficiency parameters. By a great variety of indexes and scales to establish the criteria of acceptance of the functionality of a highway, It was considered the advisability of adopting a "Rigid Pavement" for the vehicular service roads of the Matarani Port Terminal. A part of the road in great demand, The use of the Rigid Pavement is the best alternative given the conditions of the increase in the General Industry sector in the South of the Country.

The present study is responsible for the design of a rigid pavement in the facilities of the Port Terminal of Matarani in the sections that includes the Entrance Zone Door N ° 3 to Door N ° 1, with a length of section of 2061 meters

In the road sector where the surface evaluation was carried out, there is a type of flexible pavement with a stabilized base with asphalt emulsion with a thickness of 8cm to 15cm on the Subbase

To carry out this type of design the AASHTO 93 Methodology is taken for the design of rigid dampers. The AASHTO method has been chosen, The AASHTO method has been chosen, because unlike other methods, This method introduces the concept of serviceability in pavement design. The AASHTO 93 design parameters for the design of a rigid pavement are: Thickness, Serviceability, Transit, Load Transfer, Concrete Properties, Surface course resistance, Drainage and Reliability. Each of these data has a particular analysis given its degree of complexity. Subsequently, these data are entered into the AASTHO formula 93 where the thickness of the requested slab is calculated.

Finally, the data obtained is corroborated by the application of the software "Equation AATHO 93"

Keywords:

1. Port of Matarani
2. Rigid Pavements
3. Servisability
4. Equation AATHO 93

LISTA DE CUADROS

CUADRO N° 1.01. Tipo de Suelo y Capacidad de Soporte.....	14
CUADRO N° 3.01. Porcentaje de Ejes Equivalentes.....	25
CUADRO N° 3.02. Valores Comunes de Tasa de Crecimiento.....	26
CUADRO N° 3.03. Valores de coeficientes de Transmisión de Carga J.....	28
CUADRO N° 3.04. Módulo de Ruptura Recomendado (MR).....	30
CUADRO N° 3.05. Valores típicos de Desviación Estándar.....	31
CUADRO N° 3.06. Valores para Zr en función de la Confiabilidad R.....	31
CUADRO N° 3.07. Tipos de suelo de subrasante y valores aproximados de k.....	33
CUADRO N° 3.08. Calidad del drenaje.....	34
CUADRO N° 3.09. Valores para el Coeficiente de drenaje Cd.....	34
CUADRO N° 3.10. Confiabilidad recomendada en función del tipo de camino.....	35
CUADRO N° 3.11. Desviación Estándar y Confiabilidad.....	36
CUADRO N° 3.12. Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar la Tránsito en el Carril de Diseño	42
CUADRO N° 3.13. Factores de crecimiento Acumulado (Fca) Para el cálculo de número de repeticiones de EE.....	45
CUADRO N° 3.14. Cuadro resumen de Aforo Vehicular.....	50
CUADRO N° 3.15. Calculo del IMD y Clasificación Vehicular.....	51
CUADRO N° 3.16. Índice Medio Diario total (IMD).....	52
CUADRO N° 3.17. Relación de cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Pavimentos Rígidos.....	53
CUADRO N° 3.18. Calculo del Factor Camión.....	54
CUADRO N° 3.19. Resultados Calicata N°01.....	71
CUADRO N° 3.20. Resultados Calicata N°03.....	72
CUADRO N° 3.21. Resultados de Rotura de probetas de concreto.....	75
CUADRO N° 3.22 Resultados de rotura de cubos de piedra.....	78
CUADRO N° 4.01. Tipos de Cementos Portland.....	81
CUADRO N° 4.02. Requerimientos de Agua para el concreto Hidráulico.....	82
CUADRO N° 4.03. Requerimientos de Granulometría del Agregado Grueso.....	83
CUADRO N° 4.04. Parámetros para la sección del Agregado Fino.....	84
CUADRO N° 4.05. Asentamientos Recomendados Para Varios Tipos de Construcción	86

CUADRO N° 4.06. Requerimientos Aproximados de Agua de Mezclado y de Contenidos de Aire para Diferentes Valores de Asentamiento y Tamaños Máximos de Agregados.....	87
CUADRO N° 4.07. Máxima Relación Agua-Cemento Permisible para Concretos Sometida a Exposición Severa.....	88
CUADRO N° 4.08. Volumen de Agregado Grueso por Unidad de Volumen de Concreto	89
CUADRO N° 4.09. Granulometría Agregado Grueso.....	91
CUADRO N° 4.10. Granulometría Agregado Fino.....	92
CUADRO N° 4.11. Cantidad de cada de fracción de agregado para determinar el grado de la muestra	96
CUADRO N° 4.12. Determinación de la carga Abrasiva	96
CUADRO N° 4.13. Resultados de Ensayos Arena y Grava.....	97
CUADRO N° 4.14. Dosificación concreto 280kg/cm ²	101
CUADRO N° 4.15. Serviabilidad por tipo de Caminos.....	104
CUADRO N° 4.16. Valores de coeficiente de transmisión de carga J.....	105
CUADRO N° 4.17. Calidad de Drenaje.....	110
CUADRO N° 4.18. Determinación del Drenaje.....	111
CUADRO N° 4.19. Determinación de la Desviación Estándar.....	112
CUADRO N° 4.20. Resumen de Variables de Diseño.....	113
CUADRO N° 4.21. Dimensiones de Losas.....	116
CUADRO N° 4.22. Diámetros y longitudes de las pasajuntas de acuerdo al espesor de la losa.....	119
CUADRO N° 4.23. Espaciamiento de los Pasajuntas de acero.....	120

LISTA DE FIGURAS

FIGURA N° 1.01. Mapa de Ubicación Puerto de Matarani.....	11
FIGURA N° 1.02. Tipos de Suelo en el puerto de Matarani.....	13
FIGURA N° 1.03. Esquema Topográfico - Puerto de Matarani	14
FIGURA N° 1.04. Vía de comunicación tramo Puerto de Matarani – Arequipa...15	
FIGURA N° 1.05. Vía de comunicación tramo Puerto Matarani – Tacna.....	16
FIGURA N° 2.01. Reparación de pavimentos existentes en el Puerto.....	18
FIGURA N° 3.01. Esquema de comportamiento de Pavimentos.....	20
FIGURA N° 3.02. Elementos que conforman el Pavimento Rígido.....	21
FIGURA N° 3.03. Junta 0% efectiva.	28
FIGURA N° 3.04. Junta 100% efectiva.....	28
FIGURA N° 3.05. Pavimentos con soporte lateral.....	29
FIGURA N° 3.06. Esquema de Progresivas en Planta.....	36
FIGURA N° 3.07. Esquema de Progresivas y Perfil Longitudinal respectivamente – Recorrido N°01.....	37
FIGURA N° 3.08. Esquema de Progresivas y Perfil Longitudinal respectivamente – Recorrido N°02.....	38
FIGURA N° 3.09. Calzada Típica en el interior del Puerto.....	43
FIGURA N° 3.10. Alternativa 01 de recorrido de vehículos.....	48
FIGURA N° 3.11. Alternativa 02 de recorrido de vehículo.....	49
FIGURA N° 3.12. Sobre carga de Ejes Equivalentes por vehículo.....	56
FIGURA N° 3.13. Ubicación de calicatas para el estudio de Suelos.....	60
FIGURA N° 3.14. Toma de muestra Calicata N°01.....	71
FIGURA N° 3.15. Toma de muestra Calicata N°03.....	72
FIGURA N° 3.16. Recorrido en tramo Puramente Roca.....	73
FIGURA N° 3.17. Ensayo a compresión de muestras cilíndricas de Roca.....	74
FIGURA N° 3.18. Ensayo a compresión de Piezas cubicas de roca.....	77
FIGURA N° 4.01. Ensayo ASTM C78.....	104
FIGURA N° 4.02. Procedimiento de ensayo ASTM C78.....	104
FIGURA N°4.03. Relación aproximada entre los valores de k y otras propiedades del suelo	107
FIGURA N° 4.04. Cálculo del Espesor de Losa.....	111
FIGURA N° 4.05. Datos en Software.....	112

FIGURA N° 4.06. Junta de expansión tipo JC-1.....	115
FIGURA N° 4.07. Junta de construcción tipo JC-2.....	116
FIGURA N° 4.08. Junta de construcción tipo JC-3.....	116
FIGURA N° 4.09. Disposición de Juntas.....	119



SIGLAS

AASHO	Asociación Americana Oficial de Carreteras Estatales
AASHTO	Asociación Americana Oficial de Transportes
ASTM	Sociedad Americana de Pruebas y Materiales
TISUR	Terminal Internacional del Sur
EE	Ejes Equivalentes
MR	Módulo de Rotura
Zr	Desviación Normal Estándar
CBR	Relación de Soporte California
PSI	Libra sobre Pulgada Cuadrada
Cd	Coeficiente de Drenaje
So	Desviación Estándar
R	Confiabilidad
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
IMDA	Índice Medio Diario Anual
Fca	Factor de crecimiento Acumulado
Fd	Factor Direccional
Fc	Factor Carril
Fvp	Factor Vehículo Pesado
Fp	Factor De Presión De Neumático
LL	Límite Líquido
LP	Límite Plástico
K	Factor de Resistencia Ala Subrasante

CAPÍTULO I.- MONOGRAFÍA DEL PUERTO DE MATARANI

1.1 LÍMITES Y LOCALIZACIÓN

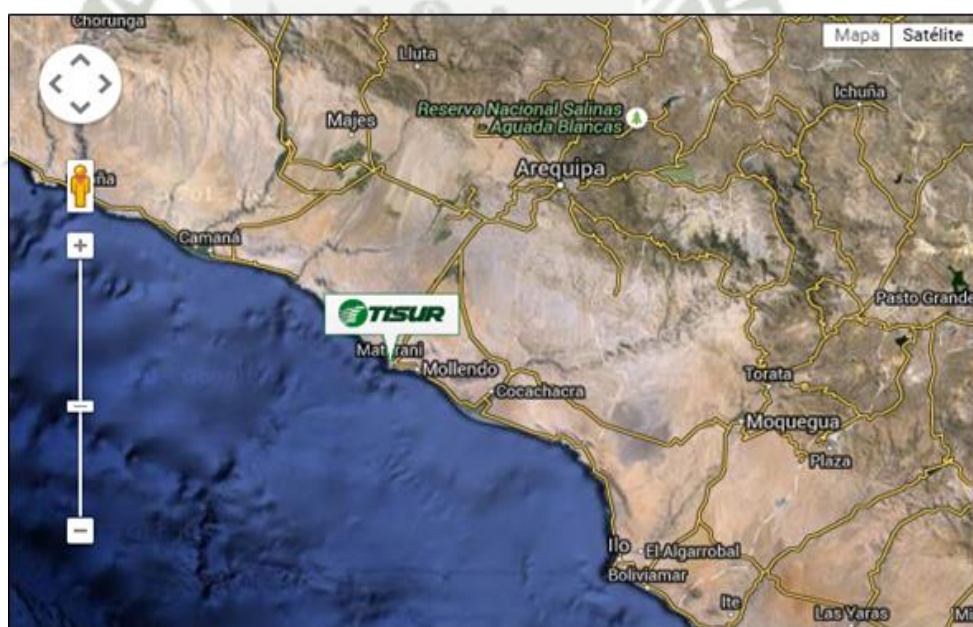
Ubicación Geográfica

El Terminal Internacional del Sur está ubicado en el distrito de Islay en Islay, Arequipa -Perú. A una distancia de 120 km. De la ciudad de Arequipa Constituye uno de los tres puertos del Pacífico Sur Peruano (Marcona e Ilo) por donde sale la carretera Interoceánica hacia el sur del Perú y los países vecinos de Brasil y Bolivia interconectando por estas vías al atlántico brasileño. Este puerto, logró ubicarse a partir del año 2008 como el segundo con mayor tráfico del Perú después del Callao.

Latitud: 16° 59' 42.5" Sur

Longitud: 72° 06' 13.2" Oeste

Figura N° 1.01. Mapa de Ubicación Puerto de Matarani



Fuente: Google Earth

En la sección de Anexos – Plano – Plano PT-02 muestra el plano de Ubicación y Localización con mayor detalle.

1.2 POLÍTICA Y ADMINISTRACIÓN

Terminal Internacional del Sur (TISUR)

TISUR, es una empresa privada perteneciente al GRUPO ROMERO, creada con la convicción de promover el desarrollo económico en la Región Sur a través del desarrollo de la actividad portuaria de la provincia de Eslay.

El 18 de agosto de 1999, el Estado Peruano a través del Ministerio de Transportes, adjudica por treinta años el Terminal Portuario de Matarían, mediante el contrato de concesión para su construcción, conservación y explotación a la empresa Terminal Internacional del Sur S.A. TISUR, convirtiéndose en el primer operador privado de un puerto público en el Perú.



1.3 SUELO Y TOPOGRAFÍA

Suelo

De acuerdo al estudio realizado en los 3 puntos de toma de muestras, con su respectiva área de influencia, los resultados fueron los siguientes:

Figura N° 1.02. Tipos de Suelo en el puerto de Matarían



Fuente: Google Earth

Topografía

La topografía del terreno se la puede clasificar de acuerdo con el siguiente cuadro:

Tipo de topografía en función a la inclinación del terreno respecto a la horizontal

CUADRO N° 1.01. TIPOS DE TOPOGRAFÍA

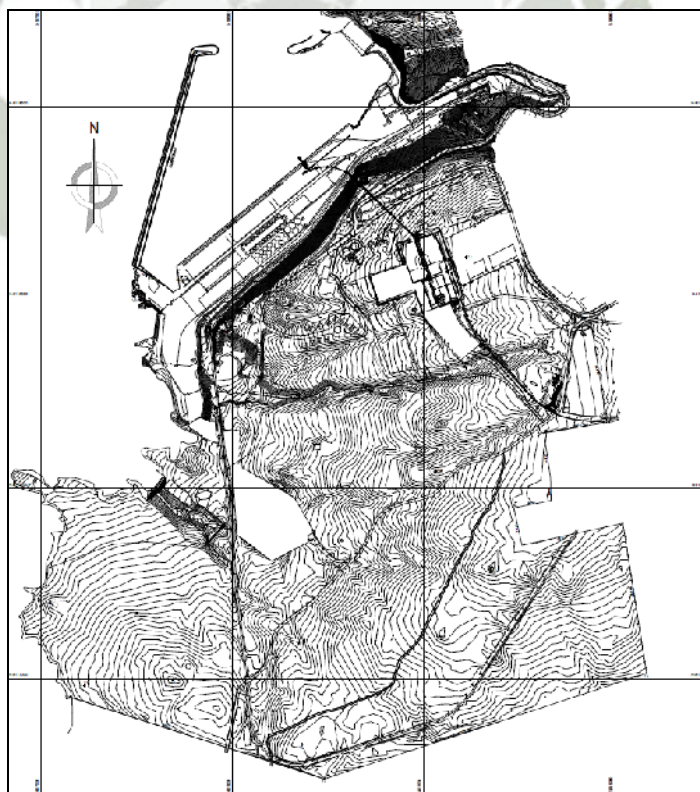
TIPO DE TERRENO RESPECTO DE LA HORIZONTAL	TIPO DE TOPOGRAFIA
00° a 10°	Llana
10° a 20°	Ondulada
20° a 30°	Accidentada
Más de 30°	Montañosa

FUENTE: Tratado de Topografía

AUTOR: DAVIS, Raymond E.; FOOTE, Francis S. KELLY Joel W

La topografía es accidentada típico de la Costa Sur del país (Ver PLANO PT-01 PLANO TOPOGRÁFICO DEL PUERTO DE MATARANI)

Figura N° 1.03. Esquema Topográfico - Puerto de Matarán



1.4 VÍAS DE COMUNICACIÓN

ACCESIBILIDAD:

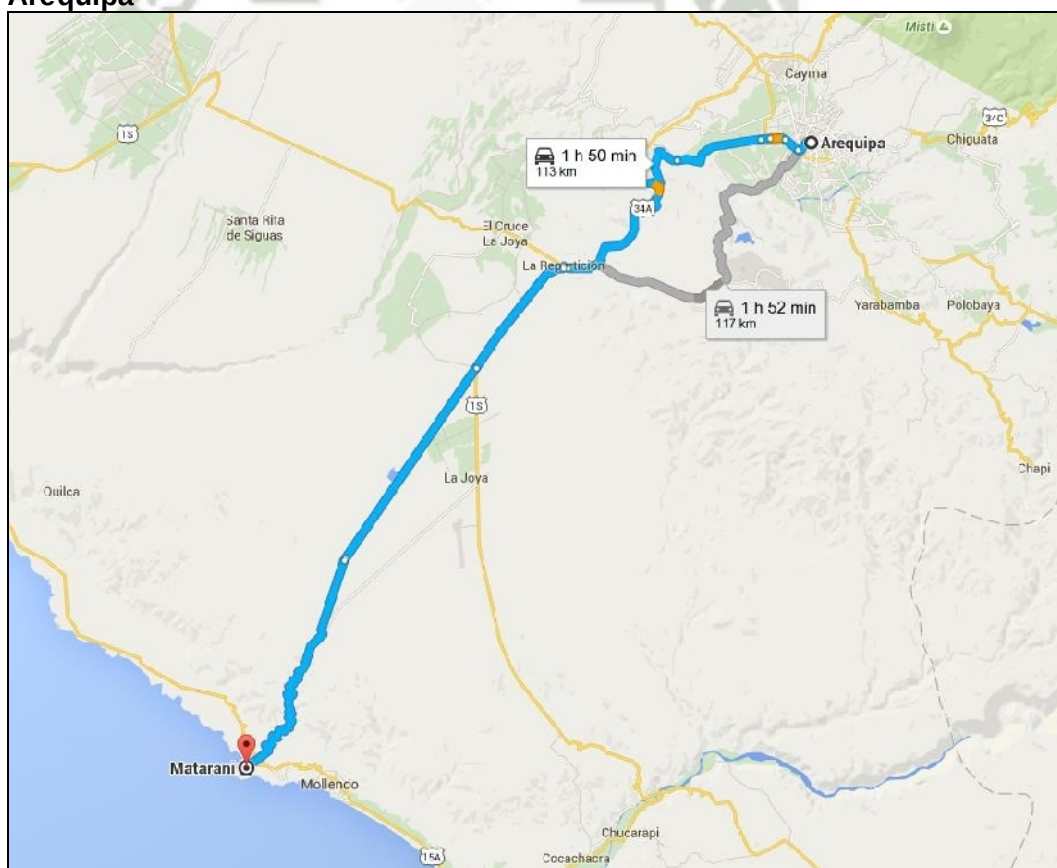
La forma de llegar al puerto de Matarán es de la siguiente manera:

DESDE	HASTA	TIPO VÍA	MEDIO DE TRANSPORTE	DISTANCIA	HORA
Arequipa	Matarani	Asfaltada	Vehicular	113 km	1h 50 min
Tacna	Matarani	Asfaltada	Vehicular	297.9 km	4h 10 min

Por Arequipa

Por la carretera 34A e Interoceánica Sur (113 km)

Figura N° 1.04. Vía de comunicación tramo Puerto de Matarani - Arequipa

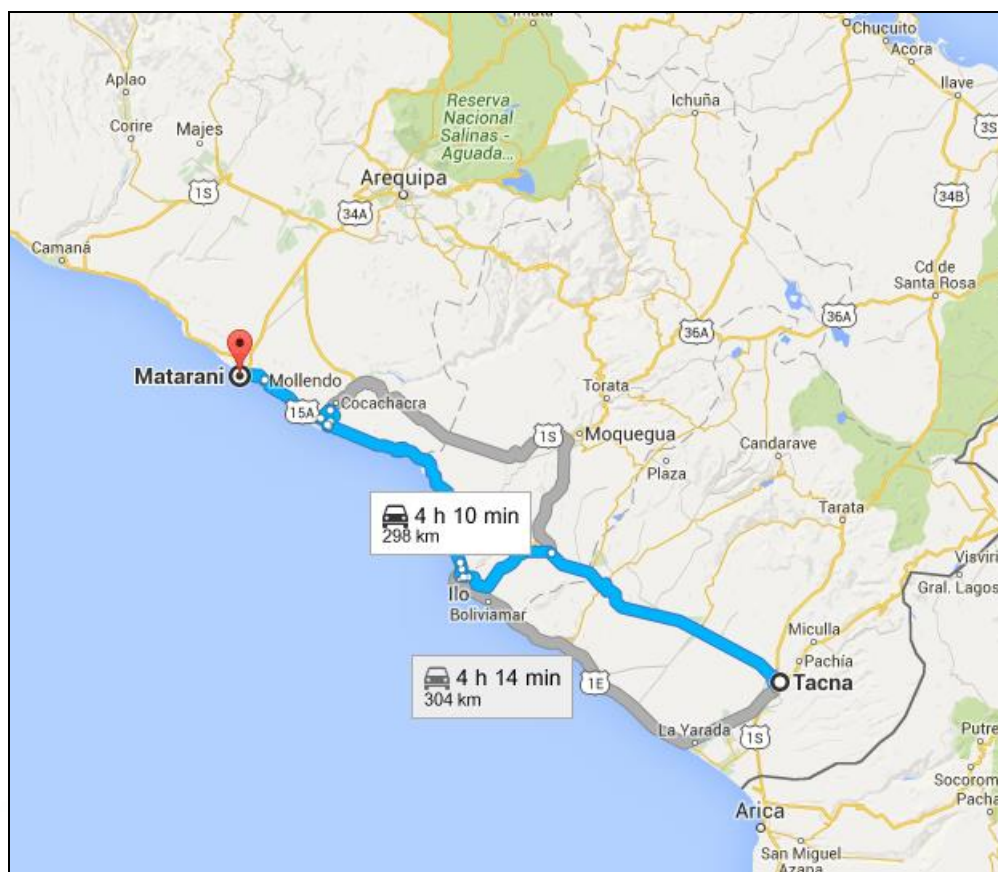


Fuente: Google Earth

Por Tacna

Por la carretera Panamericana Sur/Carretera 1S y Costanera Nte. (297.9 km)

Figura N° 1.05. Vía de comunicación tramo Puerto Matarani – Tacna



Fuente: Google Earth

CAPÍTULO II.- ESTUDIOS PRELIMINARES

2.1 JUSTIFICACIÓN PARA EL DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO

La elaboración del presente proyecto es en concordancia con la política de inversión pública y privada que se viene dando en la región Sur del País, siendo el Puerto de Matarani el segundo puerto más importante del Perú, por lo que su necesidad de mejoramiento civil debe ser garantizado para cubrir la gran demanda de exportación e importación materia para todo tipo de industria, siendo las más importante la industria Minera y Comercial.

Los caminos pavimentados en el Terminal Portuario de Matarani (TISUR) se ven sometidos desde su puesta en servicio y a lo largo de toda su vida útil, a diversos procesos de DETERIORO y FALLAS; tales como ahuellamiento, grietas e incluso baches, ya que estos son causados principalmente por su ubicación geográfica (Vía Costanera), Precipitaciones pluviales, Tránsito continuo de vehículos de alto tonelaje, la maniobrabilidad de los vehículos pesados en espacios reducidos, y por último la falta de un diseño de pavimento exclusivo para este tipo de demanda. Es por esto y dada la necesidad de optimizar los recursos que se emplean en el diseño, ejecución y conservación de los mismos se plantea el diseño de un pavimento rígido diseñado exclusivamente para estas instalaciones.

FIGURA N° 2.01. Reparación de pavimentos existentes en el Puerto



Fuente: Elaboración propia

2.2 FACTIBILIDAD DEL PROYECTO

En los últimos años la oficina de proyectos civiles del puerto de TISUR se vio con la necesidad de ejecutar proyectos de reparación de pavimentos en sus principales vías en el interior del terminal portuario, teniendo un promedio de hasta 500m de pavimento reparado cada año, representando este un sobregasto. Es por esta razón y la necesidad de tener una buena calidad de vías que se propone el cambio de tipo de pavimento. Si bien que por políticas de la empresa no se pudo obtener más información de algunos datos como montos de inversión, presupuestos destinados para mantenimiento y reparación de sus vías de servicio vehicular, entre otros, dado el periodo de vida útil que se proyectó para el nuevo pavimento rígido que es alrededor de los 20 años, el terminal portuario de Matarani se verá favorecido por la construcción del nuevo tipo de pavimento, a continuación se mencionan algunas ventajas que se obtendrán por la construcción del este tipo de pavimento en el terminal portuario:

- Mayor grado de Serviciabilidad
- Mayor tiempo de vida útil
- Menor presupuesto para mantenimiento de vías
- Menor presupuesto para reparación de vías
- Mejor caudal vehicular
- Mayor satisfacción de los conductores

CAPITULO 3.- PROCESO Y ANÁLISIS DE CALIDAD

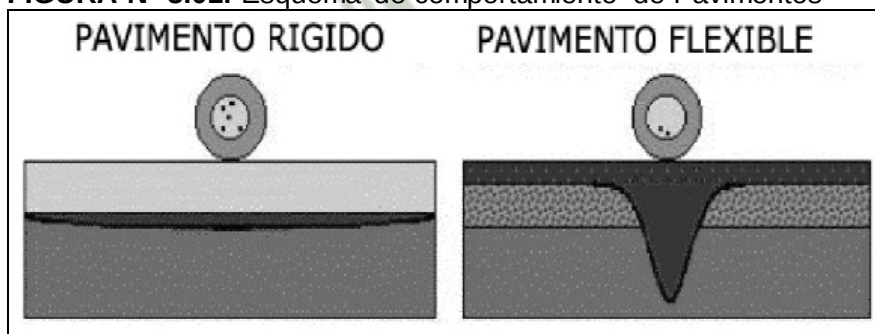
3.1 Elementos estructurales de una Pavimento Rígido

En este capítulo se desarrollará en forma concisa los conceptos básicos sobre pavimentos rígidos, para tener una idea general de los tipos de pavimentos, así como de los principales elementos que conforman el pavimento de concreto como son: subrasnate, subbase, losa de concreto, juntas, selladores, tipos de pavimento, etc. Asimismo, se describirá brevemente cada uno de los factores o parámetros necesarios para el diseño de pavimentos rígidos según el método AASHTO 93.

3.1.1 Elementos que conforman un Pavimento Rígido

Un pavimento de concreto o 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. Todo lo contrario sucede en los pavimentos flexibles, que al tener menor rigidez, transmiten los esfuerzos hacia las capas inferiores lo cual trae como consecuencia mayores tensiones en la subrasante, como se puede apreciar en la figura

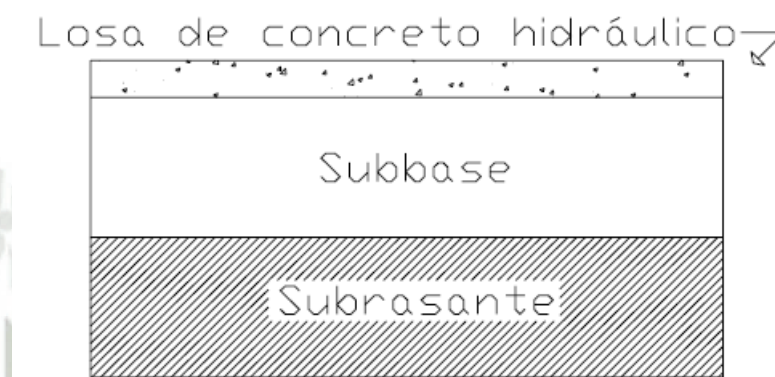
FIGURA N° 3.01. Esquema de comportamiento de Pavimentos



Fuente: Guía AASHTO, 1993

Los elementos que conforman un pavimento rígido son: subrasante, subbase y la losa de concreto hidráulico. A continuación se hará una breve descripción de cada uno de los elementos que conforman el pavimento rígido.

FIGURA N° 3.02. Elementos que conforman el Pavimento Rígido



Fuente: Guía AASHTO, 1993

a) Subrasante

Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento, preparada y compactada, que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. La función de la subrasante es dar un apoyo razonablemente uniforme, esta capa puede estar formada en corte o relleno.

El espesor de pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la subrasante, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad, por consiguiente, el diseño de un pavimento es esencialmente el ajuste de la carga de diseño por rueda a la capacidad de la subrasante. Se considera como la cimentación del pavimento y una de sus funciones principales es la de soportar las cargas que transmite el pavimento y darle sustentación, así como evitar que el terraplén contamine al pavimento y que sea absorbido por las terracerías.

b) Subbase

Es la capa de la estructura de pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de subrasante la pueda soportar absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la subbase. La subbase debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento.

Se utiliza además como capa de drenaje y contralor de ascensión capilar de agua, protegiendo así a la estructura de pavimento, por lo que generalmente se usan materiales granulares. Al haber capilaridad en época de heladas, se produce un hinchamiento del agua, causado por el congelamiento, lo que produce fallas en el pavimento, si éste no dispone de una subrasante o subbase adecuada.

Entre otras funciones que debe cumplir son:

- Incrementar el módulo (K) de reacción de la subrasante.
- Proporcionar una plataforma de trabajo para los equipos de construcción.

c) Losa (Superficie de Rodadura)

Es la capa superior de la estructura de pavimento, construida con concreto hidráulico, por lo que debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, basan su capacidad portante en la losa, más que en la capacidad de la subrasante, dado que no usan capa de base.

3.1.2 Procedimiento de Diseño

Para el diseño del pavimento rígido se seguirá el método AASTHO 93 que se presenta a continuación:

La fórmula general para el diseño de pavimentos rígidos está basada en los resultados obtenidos de la prueba AASHTO.

La fórmula es la siguiente:

$$\log_{10}(E_{18}) = Z_r S_0 + 7.35 \log_{10}(D + 1) - 0.006 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10}\left(\frac{S'_c C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J \left(D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c / k)^{0.25}}\right)}\right)$$

Donde:

W_{82} = número previsto de ejes equivalentes de 18 kips (8.2 Ton) también conocido como ESAL

Z_r = desviación normal estándar

S_0 = desvío estándar de todas las variables.

D = espesor de pavimento de concreto, en milímetros.

ΔPSI = diferencia entre los índices de servicio inicial y final

P_t = índice de serviciabilidad final

S'_c = módulo de Ruptura

C_d = coeficiente de drenaje

J = coeficiente de transmisión de carga en las juntas

E_c = módulo de elasticidad del concreto, en Mpa

K = módulo de reacción de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

El procedimiento en este caso dado por el cálculo de cada una de las variables que nos solicita la formula a excepción del espesor que será nuestro resultado a obtener y que lograra el equilibrio en la ecuación. El espesor (D) es resultado del problema.

3.2 VARIABLES DE DISEÑO

a) Espesor

El espesor del pavimento de concreto es la variable que se pretende determinar al realizar un diseño, el resultado del espesor se ve afectado por todas las demás variables que interviene en los cálculos.

b) Serviciabilidad

La serviciabilidad se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (autos y camiones) que circulan en la vía, se mide en una escala del 0 al 5 en donde 0 (cero) significa una calificación para pavimento intransitable y 5 (cinco) para un pavimento excelente y que es una valor ideal que en la práctica no se da. El valor de 0 es un indicador muy pesimista, pues AASHTO 93 emplea el valor de 1.5 como índice de serviciabilidad terminal. La serviciabilidad es una medida subjetiva de la calificación del pavimento, sin embargo la tendencia es poder definirla con parámetros medibles.

AASHTO 93 caracteriza el servicio en dos parámetros: índice de servicio inicial (P_i) e índice de servicio final o terminal (P_t). En la ecuación de diseño general se ingresa la diferencia entre los valores de servicialidad inicial y final, determinándose una variación entre ambos índices (ΔPSI).

c) Tránsito

El tránsito es una de las variables más significativas del diseño del pavimento y sin embargo es una de las que más incertidumbre presenta al momento de estimarse. Es importante hacer notar que debemos contar

con la información más precisa posible del tráfico para el diseño, ya que de no ser así podríamos tener diseños inseguros o con un grado importante de sobre diseño, debido a esto, en este trabajo se tratará de manera sencilla esta parte.

La metodología AASHTO 93 considera la vida útil de un pavimento relacionada al número de repeticiones de carga que podrá soportar el pavimento antes de llegar a las condiciones de servicio final predeterminadas para el camino. El método AASHTO utiliza en su formulación el número de repeticiones esperadas de carga de Ejes Equivalentes, es decir, que antes de entrar a las fórmulas de diseño, debemos transformar los Ejes de Pesos Normales de los vehículos que circulan por el camino, en Ejes Sencillos Equivalentes de 18 kips (8.2Ton) también conocidos como ESAL's.

Lo conducente es realizar los cálculos para el carril de diseño, seleccionado para estos fines por ser el que mejor representa las condiciones críticas de servicio de la calle o camino. Existen algunos factores que nos ayudan a determinar con precisión el tráfico que circula en el carril de diseño, estos factores se muestran en la tabla siguiente:

CUADRO N° 3.01. Porcentaje de Ejes Equivalentes

Número de Carriles en una dirección	Porcentaje de ejes simples equivalentes de 82 KN en el carril de diseño
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4	50 - 75

Fuente:MANUAL DE CARRETERAS "Sección Suelos y Pavimentos del MTC"

AASHTO diseña los pavimentos por **fatiga**. La fatiga se entiende como el número de repeticiones o ciclos de carga y descarga que actúan sobre un elemento. En realidad al establecer una vida útil de diseño, lo que estamos haciendo es tratar de estimar, en un periodo de tiempo, el número de repeticiones de carga a las que estará sometido el pavimento.

La vida útil mínima con la que se debe diseñar un pavimento rígido es de 20 años, es común realizar diseños para 30, 40 ó más de 50 años. Otro factor que hay que tomar en cuenta es la tasa de crecimiento anual, que depende del desarrollo económico – social, de la capacidad de la vía, tipo de vehículo que pueden ser más de un tipo que de otro. Es conveniente prever este crecimiento de tráfico, tomando en consideración una tasa de crecimiento anual con la que se calcula un factor de crecimiento de tráfico.

Es importante investigar adecuadamente la tasa de crecimiento apropiada para el caso en particular que se esté considerando. A continuación se presentan algunos valores típicos de tasas de crecimiento, sin embargo estos pueden variar según el caso. Valores comunes de tasa de crecimiento.

CUADRO N° 3.02. Valores Comunes de Tasa de Crecimiento

CASO	TASA DE CRECIMIENTO
Crecimiento Normal	1% a 3%
Vías complementarias saturadas	0% a 1%
Con tráfico inducido *	4% a 5%
Alto crecimiento *	Mayor a 5%

*solamente de 3 a 5 años

El Factor de Crecimiento del Tráfico considera los años de vida útil más un número de años adicionales debidos al crecimiento propio de la vía.

$$FTC = \frac{(1 + g)^n - 1}{g}$$

Donde:

g : Tasa de crecimiento.
n : años de vida útil.

d) Transferencia de Carga

También se conoce como coeficiente de transmisión de carga (J) y es la capacidad que tiene una losa del pavimento de transmitir las fuerzas cortantes con sus losas adyacentes, con el objetivo de minimizar las deformaciones y los esfuerzos en la estructura del pavimento. Mientras mejor sea la transferencia de cargas, mejor será el comportamiento de las losas del pavimento.

La efectividad de la transferencia de carga entre las losas adyacentes depende de varios factores:

- Cantidad de tráfico
- Utilización de pasajuntas
- Soporte lateral de las losas

La utilización de pasajuntas es la manera más conveniente de lograr la efectividad en la transferencia de cargas, por lo que se recomienda su utilización cuando:

- El tráfico pesado sea mayor al 25% del tráfico total.
- El número de ejes equivalentes de diseño sea mayor de 5.0 millones de ESAL'S.

Esta transferencia de cargas se realiza a través de los extremos de las losas (juntas o grietas) y su valor depende del tipo de pavimento, del tipo de borde u hombro y de la colocación de los elementos de transmisión de carga.

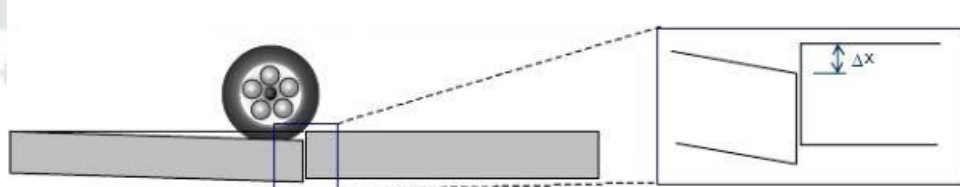
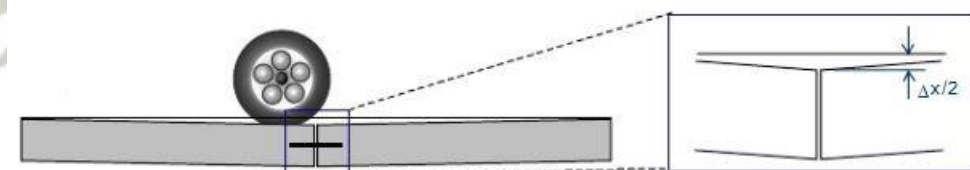
En la siguiente tabla se muestran los valores del coeficiente de transmisión de carga en función de estos parámetros:

CUADRO N° 3.03. Valores de coeficientes de Transmisión de Carga J

Tipo de pavimento	Elementos de transmisión de carga Concreto Hidráulico	
	si	no
No reforzado o armado con juntas	2.5 – 3.2	3.6 – 4.2
Armado continuo	2.3 – 2.9	-

Fuente: Guía para el Diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

El coeficiente de transmisión de carga considera el esfuerzo de transferencia a través de la junta o grieta como se observa en las siguientes figuras.

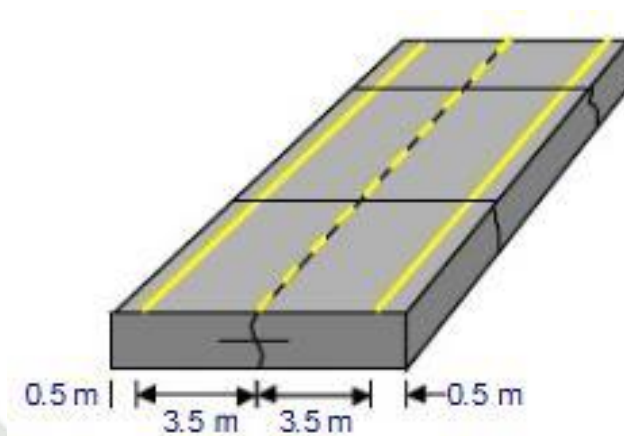

FIGURA N° 3.03. Junta 0% efectiva. La carga la soporta una sola losa.

FIGURA N° 3.04. Junta 100% efectiva. La carga la soportan entre las dos losas.

Soporte lateral es el confinamiento que produce el soporte lateral y contribuye a reducir los esfuerzos máximos que se generan en el concreto por efecto de las cargas.

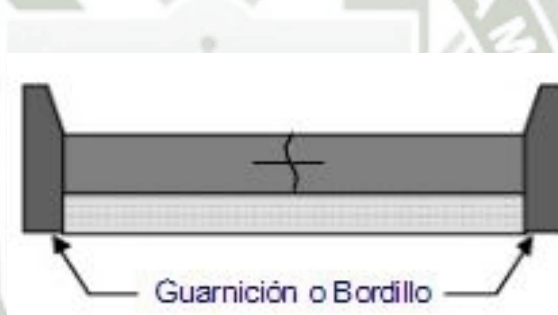
Un pavimento de concreto puede considerarse lateralmente soportado cuando tenga algunas de las siguientes características en su sección:

FIGURA N° 3.05. Pavimentos con soporte lateral

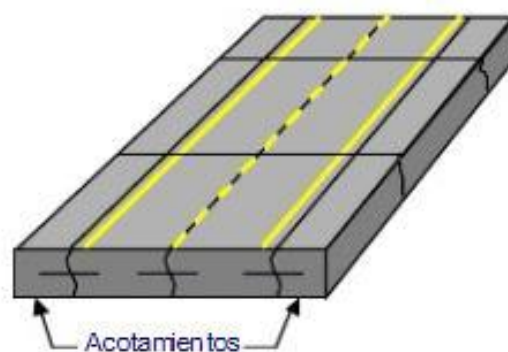
- Carril ancho ≥ 4.0



- Confinamiento con guarniciones o banquetas



- Con acotamientos laterales



e) Propiedades del Concreto

Son dos las propiedades del concreto que influyen en el diseño y en su comportamiento a lo largo de su vida útil.

- Resistencia a la tensión por flexión o Módulo de Ruptura (MR)
- Módulo de elasticidad del concreto (E_c)

Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera resistencia del concreto trabajando a flexión, que se conoce como resistencia a la flexión por tensión (S'_c) o Módulo de ruptura (MR) normalmente especificada a los 28 días.

Existe una prueba normalizada por la ASTM C78 para la obtención del módulo de ruptura la cual consiste en aplicar carga a la viga de concreto en los tercios de su claro de apoyo. Se puede realizar otra prueba similar aplicándole carga el centro del claro; los resultados obtenidos son diferentes aproximadamente entre 15% a 20% mayores.

En la siguiente tabla se muestra el Módulo de Ruptura (MR) recomendado.

CUADRO N° 3.04. Módulo de Ruptura Recomendado (MR)

Tipo de Pavimento	MR recomendado	
	Kg/cm ²	psi
Autopistas	48.0	682.7
Carreteras	48.0	682.7
Zonas industriales	45.0	640.1
Urbanas Principales	45.0	640.1
Urbanas secundarias	42.0	597.4

Fuente: Guía para el Diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993.

AASHTO permite utilizar la resistencia a la flexión promedio que se haya obtenido del resultado de ensayos a flexión de las mezclas diseñadas para cumplir la resistencia especificada del proyecto.

$$\text{MR promedio} = \text{MR especificado} + Z_r \times (\text{desviación estándar del MR})$$



Desviación normal estándar

Los valores típicos utilizados para la **desviación estándar** son:

CUADRO N° 3.05. Valores típicos de Desviación Estándar

		Promedio
Concreto remezclado	6% a 12%	9.0%
Mezclado central	5% a 10%	7.5%

Fuente: Guía para el Diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993.

La desviación normal estándar (Z_r) define que, para un conjunto de variables (espesor de las capas, características de los materiales, condiciones de drenaje, etc.) que intervienen en un pavimento, el tránsito que puede soportar el mismo a lo largo de un periodo de diseño. A continuación se muestra en el cuadro N°3.06 la desviación normal estándar en función de la confiabilidad (R).

CUADRO N° 3.06. Valores para Z_r en función de la Confiabilidad R .

Confiabilidad R , %	Desviación normal estándar, Z_r	Confiabilidad R , %	Desviación normal estándar, Z_r
50	-0.000	93	-1.476
60	-0.253	94	-1.555
70	-0.524	95	-1.645
75	-0.674	96	-1.881
80	-0.841	97	-2.054
85	-1.037	98	-2.054
90	-1.282	99	-2.327
91	-1.340	99.9	-3.090
92	-1.405	99.99	-3.750

Fuente: Guía para el Diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993.

El módulo de elasticidad del hormigón controla la forma de falla a rotura que tendrá la losa y su capacidad a deformarse por carga antes de generar una grieta.

Se puede estimar el valor del módulo de elasticidad del hormigón, para lo cual se puede utilizar la siguiente relación propuesta por el American Concrete Institute:

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c}$$

Donde:

E_c = Módulo de Elasticidad del hormigón MPa.

f'_c = Resistencia a la compresión cilíndrica MPa.

f) Resistencia a la Subrasante

La resistencia a la subrasante se obtiene mediante el módulo de reacción del suelo (K) por medio de la prueba de placa.

El módulo de reacción del suelo corresponde a la capacidad portante que tiene el terreno natural en donde se soportará el cuerpo del pavimento.

El valor del módulo de reacción se puede obtener directamente del terreno mediante la prueba de placa ASTM D1195 Y D1196. El resultado de la prueba indica la característica de resistencia que implica la elasticidad del suelo. Esto es igual al coeficiente del esfuerzo aplicado por una placa entre las deformaciones correspondientes, producida por este esfuerzo. Dado que la prueba de placa es tardada y cara, el valor de k, es usualmente estimado por correlación a una prueba simple, tal como la Relación de Soporte de California (CBR). El resultado es válido ya que no se requiere una determinación exacta del valor de k; las variaciones normales de un valor estimado no afectan apreciablemente los requerimientos del espesor del pavimento.

Cuando se diseña un pavimento es probable que tenga diferentes valores de K a lo largo del tramo por diseñar, por lo que se recomienda utilizar el valor promedio de los módulos K para el diseño.

Si no se cuenta con información geotécnica del sitio, la Tabla 3.9 proporciona órdenes de magnitud en los módulos de reacción de las capas de apoyo.

CUADRO N°3.07.Tipos de suelo de subrasante y valores aproximados de k

Tipos de Suelo	Soporte	Rango de valores de K (PCI)
Suelo de grano fino en el cual el tamaño de las partículas de limo y arcilla predominan	Bajo	75 - 120
Arenas y mezclas de arena con gravas, con una cantidad considerable de limo y arcilla	Medio	130 - 170
Arenas y mezclas de arena con grava, relativamente libre de finos.	Alto	180 - 220
Subbase tratada con cemento	Muy alto	250 - 400

Fuente: Salazar Rodríguez Aurelio. Guía para diseño y construcción de pavimentos rígidos

g) Drenaje

En cualquier tipo de pavimento, el drenaje es un factor importante en el comportamiento de la estructura del pavimento a lo largo de su vida útil y por lo tanto en el diseño del mismo. Se puede evaluar mediante el coeficiente de drenaje (Cd) el cual depende de:

- **Calidad del drenaje.**

Viene determinado por el tiempo que tarda el agua infiltrada en ser evacuada de la estructura del pavimento

- **Exposición a la saturación.**

Porcentaje de tiempo durante el año en que un pavimento está expuesto a niveles de humedad que se aproximan a la saturación. Este valor depende de la precipitación media anual y de las condiciones del drenaje. Para el caso se definen varias condiciones del drenaje:

CUADRO N° 3.08. Calidad del drenaje.

Calidad del Drenaje	Tiempo en que tarde el agua en ser evacuada
Excelente	El suelo libera el 50% de agua en 2 horas
Bueno	El suelo libera el 50% de agua en 1 día
Mediano	El suelo libera el 50% de agua libre en 7 días
Malo	El suelo libera el 50% de agua libre en 1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Fuente: Guía para el Diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993.

Combinando todas las variables que interviene para llegar a determinar el coeficiente de drenaje C_d , se llega a los valores de la siguiente Tabla:

CUADRO N° 3.09. Valores para el Coeficiente de drenaje C_d .

Calidad del Drenaje	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menos del 1%	1% - 5%	5% - 25%	Más del 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Mediano	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Malo	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy malo	1.00 - 0.9	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: Guía para el Diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993.

Es importante evitar que exista presencia de agua, dado que en caso de presentarse afectará en gran medida a la respuesta estructural del pavimento. El agua atrapada puede producir efectos nocivos como:

- Reducción de la resistencia de materiales granulares.
- Reducción de la resistencia de la subrasante.
- Expulsión de finos.
- Levantamientos diferenciales de suelos expansivos.
- Expansión por congelamiento del suelo.

h) Confiabilidad

Los factores estadísticos que influyen en el comportamiento de los pavimentos son:

- Confiabilidad R
- Desviación estándar

La confiabilidad está definida como la probabilidad de que el sistema de pavimento se comporte de manera satisfactoria durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación. Otra manera de interpretar este concepto sería aquella que la probabilidad de que los problemas de deformación y resistencia estén por debajo de los permisibles durante la vida de diseño del pavimento.

CUADRO N° 3.10. Confiabilidad recomendada en función del tipo de camino.

Clasificación del camino	Urbano	Rural
Autopistas	85% - 99.9%	80% - 99.9%
Arterias principales	80% - 99%	75% - 99%
Colectoras	80% - 95%	75% - 95%
Locales	50% - 80%	50% - 80%

La confiabilidad puede relacionarse con un Factor de Seguridad y va asociada con la desviación estándar (S_o) ó también llamado error estándar. Este último representa el número de ejes que puede soportar el pavimento hasta que su índice de serviciabilidad descienda por debajo de un determinado índice de servicio final (P_t)

La desviación estándar (S_o) relacionada con la confiabilidad (R) se muestra a continuación:

CUADRO N° 3.11. Desviación Estándar y Confiabilidad

Desviación estándar (S_o)	Confiabilidad (R)					
	50%	60%	70%	80%	90%	95%
0.30	1.00	1.19	1.44	1.79	2.42	3.12
0.35	1.00	1.23	1.53	1.97	2.81	3.76
0.39	1.00	1.26	1.60	2.13	3.16	4.38
0.40	1.00	1.26	1.62	2.17	3.26	4.55

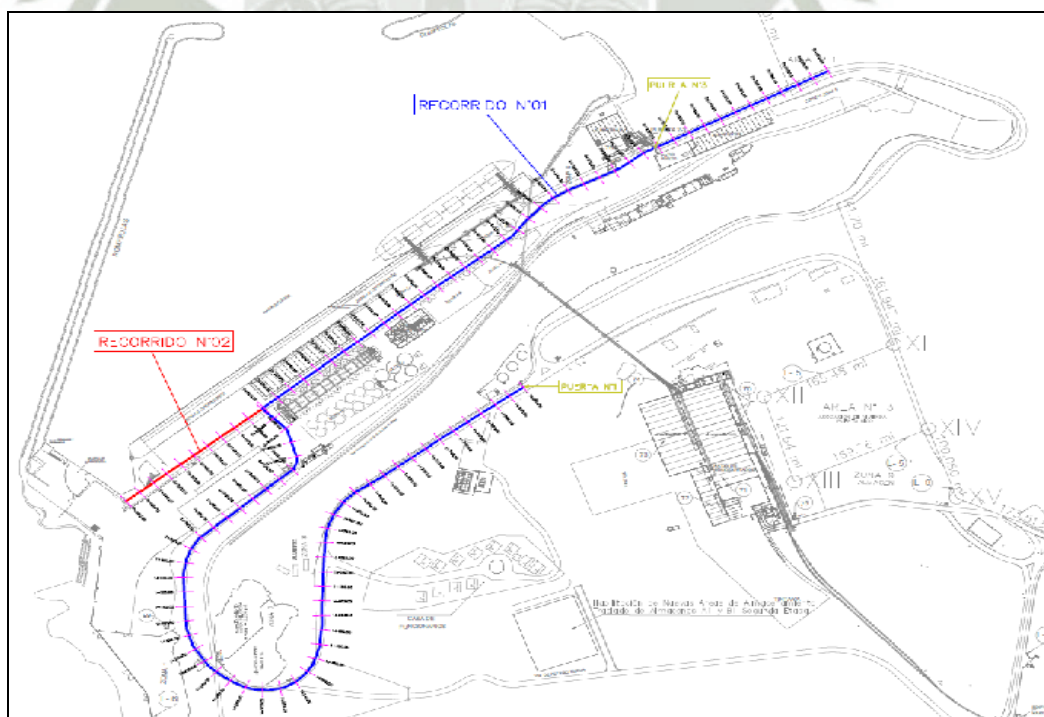
3.3 TOPOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Para el caso de complementar la información topográfica se realizó un levantamiento con GPS por el eje de la vía corroborando con el plano topográfico.

Revisar Plano **PT-1 PLANO PROGRESIVAS GENERAL**

En plano se realizó 2 recorridos para poder obtener 2 tramos con progresivas y perfiles longitudinales los cuales son RECORRIDO N°01 Y RECORRIDO N°02

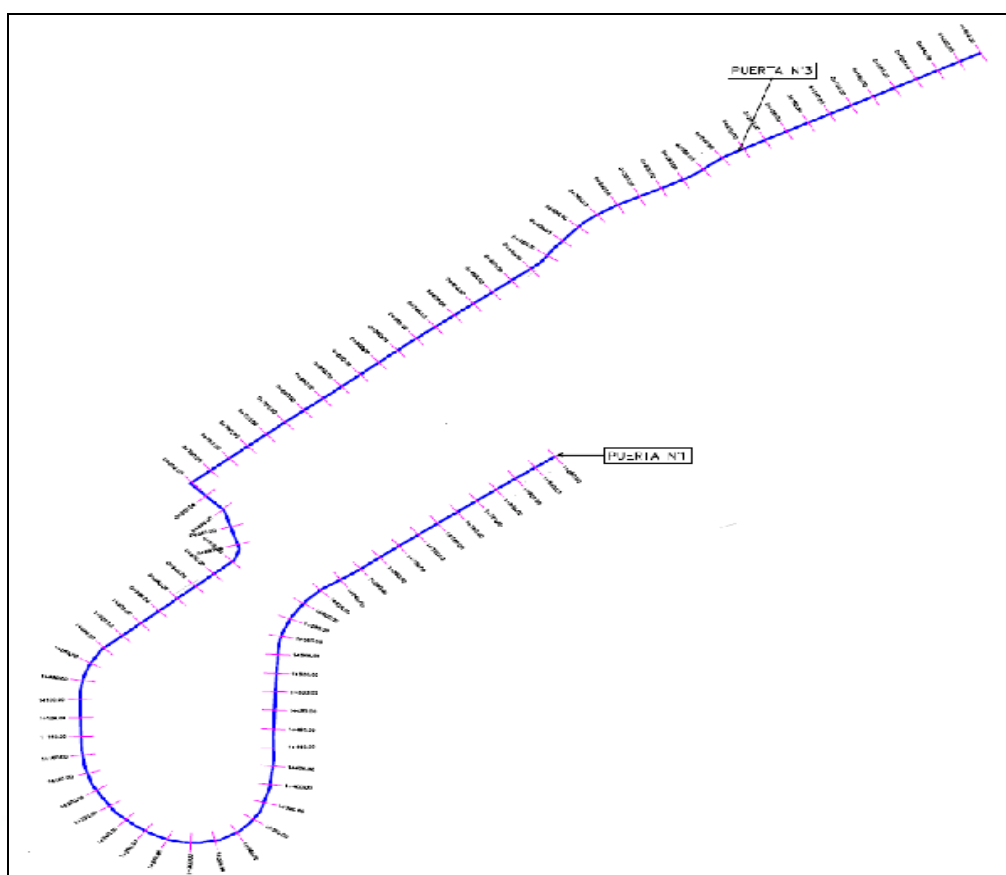
FIGURA N° 3.06. Esquema de Progresivas en Planta



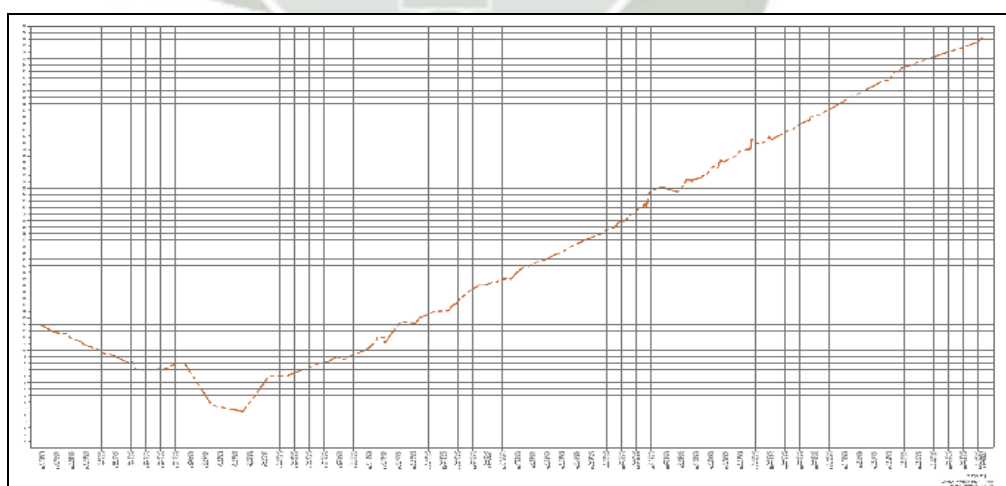
Recorrido N°01

Este tramo de recorrido tiene una longitud de 1860 metros y sus pendientes varían entre 0% y 6%.

FIGURA N° 3.07. Esquema de Progresivas Recorrido N°01



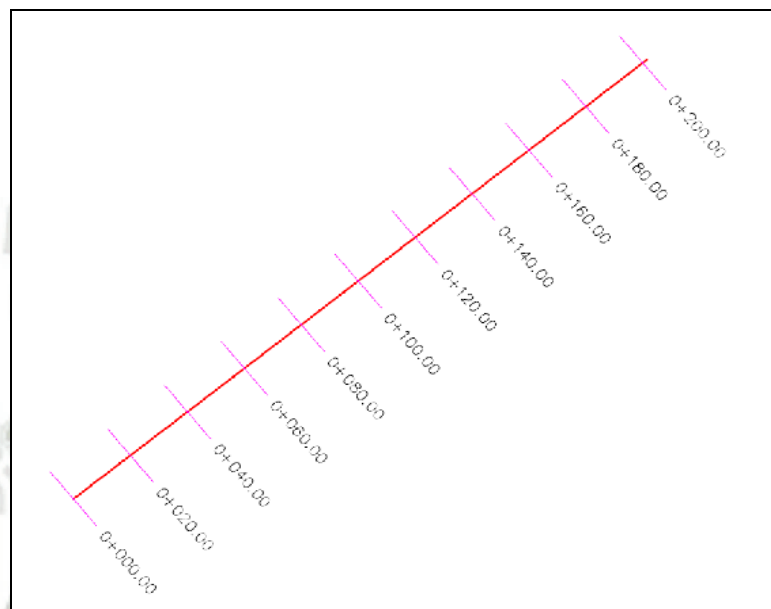
Esquema Perfil Longitudinal Recorrido N°01



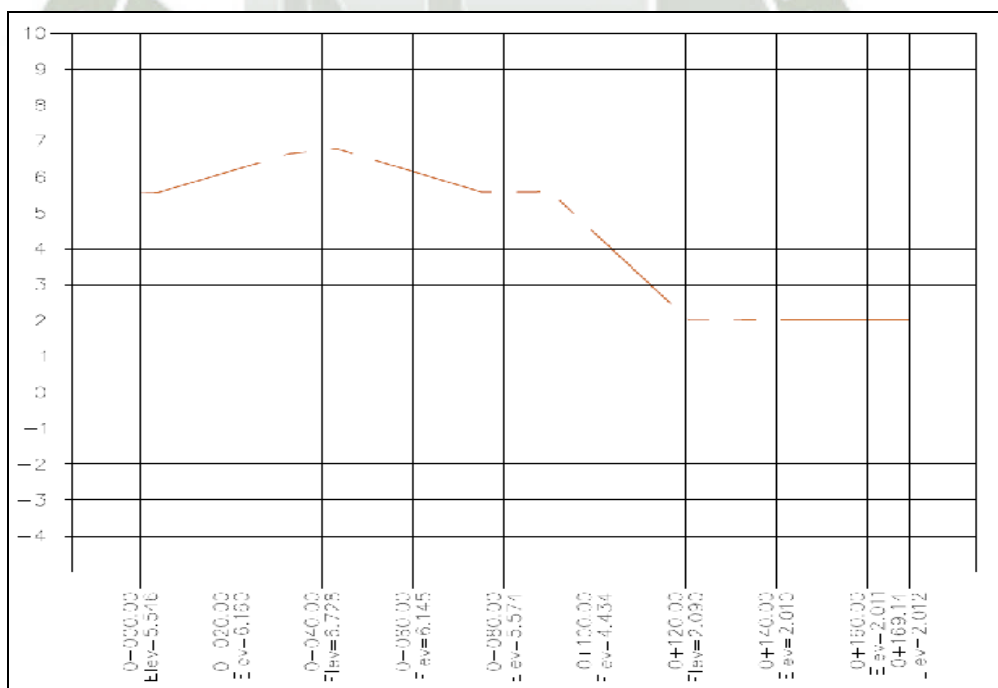
Recorrido N°02

Este tramo de recorrido tiene una longitud de 200 metros y sus pendientes varían entre 0% y 7%.

FIGURA N° 3.08. Esquema de Progresivas Recorrido N°02



PROGRASIVAS Y PERFIL LONGITUDINAL – RECORRIDO N°02



3.4 EVALUACIÓN DEL TRANSITO

La necesidad de información del tráfico se define desde los puntos de vista el diseño estructural del pavimento y el de la capacidad de los tramos viales para conocer hasta que límites de volumen de tráfico puede estimarse crecerá la demanda que afectará a la estructura vial durante el periodo de análisis vial adoptado para un estudio.

El estudio de tráfico deberá proporcionar la información del índice medio diario anual (IMDA) para cada tramo vial materia de un estudio. Es conveniente para ello que los términos de referencia de cada estudio ya proporcionen la identificación de los tramos homogéneos

Para cada uno de los tramos además de la demanda volumétrica actual deberá conocerse la clasificación por tipo de vehículos. El cálculo del IMDA requiere de los índices de variación mensual, información que el MTC dispone y que puede proporcionar de los registros continuos que obtiene actualmente en las estaciones existentes de peaje y de pesaje del propio MTC y de las correspondientes a los contratos de concesiones viales. La existencia de esta información es importante para construir una base de datos muy útil, como referencia regional que permitirá reducir los requerimientos de estudio y los costos que actualmente se tienen cuando se realizan estos estudios. Adicionalmente el uso de esta información oficial garantizará una mejor consistencia entre la información y utilizada para los diversos estudio

La información directa requerida para estos estudios del tráfico en principio y salvo necesidades con objetivos más precisos o distintos, se conformará muestreos orientados a calcular el IMDA del tramo, empezando por la demanda volumétrica actual de los flujos clasificados por tipos de vehículos cada sentido de tráfico. La demanda por Carga por Eje, y la presión de los neumáticos en el caso de vehículos pesados (camiones y ómnibus) guardan relación directa con el deterioro del pavimento. Contando con la referencia regional previamente descrita, en términos generales será suficiente realizar las nuevas investigaciones puntuales por tramo en solo dos días, teniendo en cuenta que el tráfico esté bajo condición normal. Uno de los días

corresponde a un día laborable típico y el otro a un día sábado. Los términos de referencia del estudio deberán precisar si el caso amerita estudiar durante más días o en periodos climáticos distintos, dependiendo del conocimiento previo de la demanda que tenga la Autoridad Competente.

3.4.1 Recopilación y toma de datos

Procedimiento:

El conteo se realizó en el ingreso numero N°3 de donde se inicia el tramo 0+000.00 (inicio de tramo en estudio) de lunes a domingo

El intervalo de tiempo de conteo fue:

- 7 AM – 6 AM

Para realizar el conteo de los vehículos, se siguió el siguiente procedimiento:

1. Se determinó claramente cuál es la clase de vehículo que se debe contar, y cuáles vehículos se incluyen en ésta. Para este trabajo de investigación incluimos TODOS los vehículos.
2. Escogimos un punto de referencia en la tramo de estudio (Zona de ingreso Puerta N°03) Empezamos contar cada vehículo al pasar por este punto de referencia. El uso del mismo punto de referencia para todas las clases de vehículos, hace que los conteos sean más exactos y eventos como trancones o vehículos detenidos no afecten el conteo.

3.4.2 Tránsito de diseño

Según el “MANUAL DE CARRETERAS”, SUELOS, GEOLOGIA Y PAVIMENTOS, en la sección SUELOS Y PAVIMENTOS del MTC-2014, se debe tener algunos factores y cálculos para el estudio de la proyección de la demanda para el periodo de análisis; y en este contexto, para establecer el número de ejes equivalentes (EE) de diseño para el

pavimento. Estos datos fueron elaborados en base a datos de la guía AASHTO 93, los cuales se mencionan a continuación con relación a nuestro tramo de estudio.

3.4.2.1 Factor direccional y factor carril

Este factor corresponde al número de vehículos pesados que circulan en una dirección o sentido de tráfico, normalmente corresponde a la mitad del total del tránsito circulante en ambas direcciones, pero en algunos casos puede ser mayor en una dirección que en otra, y que según el conteo de tráfico el para nuestro tramo de estudio, los vehículos pesados que ingresan por la puerta N°03 también salen por esta misma puerta, lo cual el flujo de tránsito es igual en ambas direcciones.

El factor de distribución carril expresado como una relación, que corresponde al carril que recibe el mayor número de EE, donde el tránsito por dirección mayormente se canaliza por ese carril.

El tráfico para el carril de diseño del pavimento tendrá en cuenta el número de direcciones o sentidos y el número de carriles por calzada de carretera, según el porcentaje o factor ponderado aplicado al IMD (ver cuadro N°3.12)

CUADRO N° 3.12. Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar la Tránsito en el Carril de Diseño

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMD a total de las 2 calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: "MANUAL DE CARRETERAS" SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS DEL MTC / Guía AASHTO, 1993.

Para nuestro tramo de estudio es de 1 sola calzada y de un carril por sentido, en este caso nosotros consideramos que AMBOS CARRILES TIENEN EL MISMO FLUJO VEHICULAR por motivos de que la empresa (TISUR) tiene este recorrido tanto de ingreso como de salida la puerta N°03 para realizar sus despachos de tus cargas teniendo para

FIGURA N° 3.09. Calzada Típica en el interior del Puerto



3.4.2.2 Cálculo de tasas de crecimiento y proyección

El Crecimiento Normal del tránsito, es el incremento del volumen de tránsito debido al aumento normal en el uso de los vehículos. El cual se cuantifica a través de una tasa de crecimiento vehicular, para un periodo de diseño de “n” años, empleando la siguiente fórmula:.

$$T_n = T_o(1 + r)^{n-1}$$

Donde:

- T_n : Tránsito proyectado al año “n” en veh/día
- T_o : Tránsito actual (año base o) en veh/día
- n : Número de años del periodo de diseño
- r : Tasa anual de crecimiento del tránsito

Una metodología alternativa o complementaria en el caso de no contar con información histórica o en caso que la misma resulte insuficiente es realizar un análisis elástico de las variables macroeconómicas (PBI, Demografía, etc.) del área de influencia del proyecto, considerando los resultados de una encuesta de origen - destino.

En el presente caso, compuesto básicamente por unidades vehículos pesados, se ha considerado como tasa de crecimiento del tráfico ligero a la proyección de la tasa de crecimiento poblacional para el periodo 2008-2028 de la Provincia de Islay y como tasa de crecimiento del tráfico pesado a la proyección de la tasa de crecimiento del Producto Bruto Interno del departamento de la Arequipa. En resumen las tasas de crecimiento del tráfico vehicular ligero y pesado que han sido consideradas para la proyección del tráfico, son las siguientes:

Según el **CUADRO N° 3.02**. Tomaremos el valor de 3% para la tasa de crecimiento Anual basándonos en los criterios anteriormente mencionados para el cálculo de la Tasa de Crecimiento

Entonces para el cálculo del Factor de crecimiento Acumulado (Fca) tenemos la siguiente igualdad:

$$Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

Donde:

r : Tasa anual de crecimiento
n : Periodo de diseño

Por consiguiente para nuestro tramo de diseño:

r : 3 %
n : 20 años

$$Fca = \frac{(1+0.03)^{20} - 1}{0.03}$$

$$Fca = 26.87$$

El método AASHTO 93 da a conocer una tabla en la cual se obtiene el valor de El Factor de crecimiento acumulado (Fca), el cual se muestra a continuación:

CUADRO N° 3.13. Factores de crecimiento Acumulado (Fca)

Para el cálculo de número de repeticiones de EE

Periodo de análisis (años)	Factor sin crecimiento	Tasa anual de crecimiento (r)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.09	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.18	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	5.19	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.47	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.00	7.43	7.66	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.00	8.58	8.89	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.00	9.75	10.16	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	11.46	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	12.81	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	14.19	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	15.62	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.00	15.97	17.09	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.00	17.29	18.60	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	20.16	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.00	20.01	21.76	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.00	21.41	23.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.00	22.84	25.12	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.00	24.30	26.87	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28

3.4.2.3 Cálculo del Número de repeticiones de ejes equivalentes (EE)

El efecto del tránsito se mide en la unidad definida, por AASHTO, como ejes equivalentes (EE) acumulados durante el periodo de diseño tomado en el análisis.

AASHTO definió como un EE, al efecto de deterioro causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8.2 tn de peso, con neumáticos a la presión de 80 lbs/pulg². Los ejes equivalentes (EE) son factores de equivalencia que representan el factor destructivo de las distintas cargas, por tipo de eje que conforman cada tipo de vehículo pesado, sobre la estructura del pavimento.

Para el cálculo del Número de Ejes Equivalentes AASTHO 93 nos da la siguiente expresión:

$$N_{\text{rep de EE}_{8.2\text{TN}}} = \sum [EE_{\text{dia-carril}} \times F_{ca} \times 365]$$

Donde:

$N_{\text{rep de EE}_{8.2\text{TN}}}$: Numero de repeticiones de Ejes equivalentes de 8.2 tn

$EE_{\text{dia-carril}}$: Ejes equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño. Resulta del IMD por cada tipo de vehículo pesado, por el Factor Direccional, por el Factor Carril de diseño, por el factor Vehículo Pesado del tipo seleccionado y por el Factor de Presión de Neumáticos. Para cada tipo de vehículo pesado, se aplica la siguiente relación:

$$EE_{\text{dia-carril}} = \text{IMD}_{\text{pi}} \times F_d \times F_c \times F_{\text{vpi}} \times F_{\text{pi}}$$

Donde:

IMD_{pi} : Índice medio Diario según tipo de vehículo pesado seleccionado

F_d : Factor Direccional

F_c : Factor carril de Diseño

F_{vp} : Factor vehículo pesado

F_p : Factor de presión de Neumático

Fca : Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo

365 : Número de días del año

Σ : Sumatorio de ejes equivalentes de todos los tipos de vehículo pesados, por días para el carril de diseño por Factor de crecimiento acumulado por 365 días del año

1.- Cálculos de los ejes equivalentes por cada tipo de vehículos pesados

$$EE_{\text{dia-carril}} = IMD_{pi} \times Fd \times Fc \times Fv_{pi} \times F_{pi}$$

a) Cálculo de Índice Medio Diario (IMD)

Ver Anexo N°01 AFORO VEHICULAR Y CALCULO DEL IMD

Para calcular el IMD se recopiló datos reales de la demanda vehicular que presenta nuestro tramo de estudio, los datos obtenidos son los siguientes:

FIGURA N° 3.10. Alternativa 01 de recorrido de vehículos

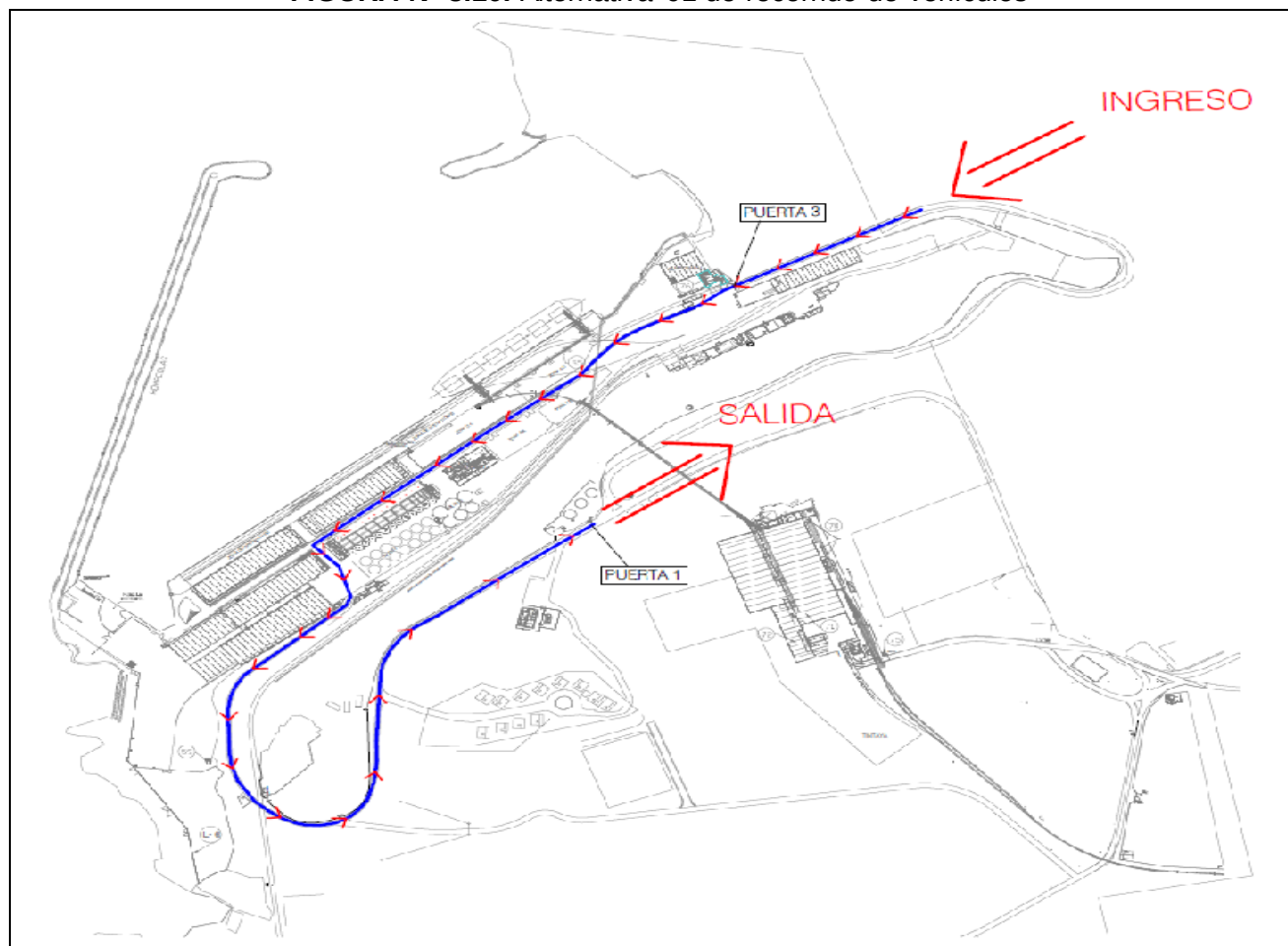
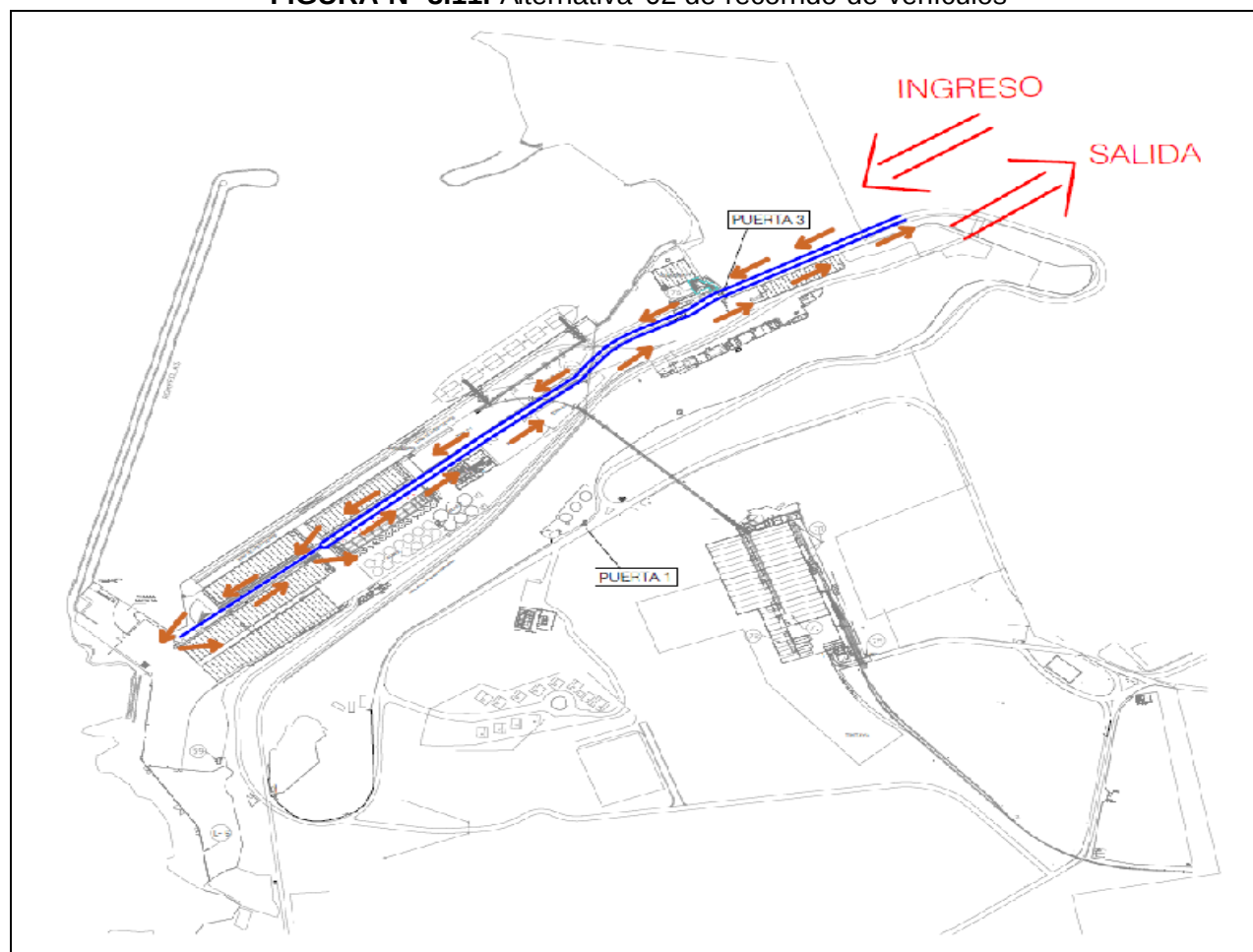


FIGURA N° 3.11. Alternativa 02 de recorrido de vehículos



CUADRO N° 3.14. Cuadro resumen de Aforo Vehicular

AFORO VEHICULAR ACUMULADO SEMANAL (DÍA 1 AL 7)																			
OBRA		: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO, PARA LAS VIAS DE SERVICIO VEHICULAR EN EL TERMINAL PORTUARIO DE MATARANI"																	
TRAMO		: PUERTA N°03																	
FECHA		: DEL 16 AL 23 DE MAYO DEL 2016																	
HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
DIAGRA. VEH																			
0 a.m	1 a.m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 a.m	2 a.m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 a.m	3 a.m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3 a.m	4 a.m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	7	-	22
4 a.m	5 a.m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	12	-	24
5 a.m	6 a.m	-	-	-	-	-	-	-	4	-	15	10	15	38	-	13	9	-	104
6 a.m	7 a.m	-	-	-	-	19	-	-	11	-	24	10	8	27	-	-	3	-	102
7 a.m	8 a.m	-	-	-	-	7	-	-	-	4	5	2	9	16	2	2	4	-	51
8 a.m	9 a.m	-	-	-	-	-	-	-	-	6	18	1	4	18	-	4	4	-	55
9 a.m	10 a.m	-	-	-	-	-	-	-	-	4	11	-	18	13	-	-	-	-	46
10 a.m	11 a.m	-	-	-	-	-	-	-	-	4	25	7	37	32	6	-	4	-	115
11 a.m	12 a.m	-	-	-	-	10	-	-	-	-	8	12	30	23	-	2	8	-	93
12 m	13 p.m	-	-	-	-	14	-	-	-	-	19	13	17	15	-	6	5	-	89
13 p.m	14 p.m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	8	7	20	4	4	7	-	75
14 p.m	15 p.m	-	-	-	-	-	-	-	-	5	29	5	15	30	-	-	8	-	92
15 p.m	16 p.m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	5	18	30	-	-	7	-	82
16 p.m	17 p.m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	9	19	32	-	-	10	-	88
17 p.m	18 p.m	-	-	-	-	-	-	-	-	5	30	12	32	30	-	-	8	-	117
18 p.m	19 p.m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	4	32	30	-	-	10	-	93
19 p.m	20 p.m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	9	25	23	-	-	8	-	83
20 p.m	21 p.m	-	-	-	-	-	-	-	-	5	20	2	11	15	-	-	-	-	53
21 p.m	22 p.m	-	-	-	-	-	-	-	-	5	8	8	16	11	-	3	4	-	55
22 p.m	23 p.m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	2	9	15	-	-	6	-	53
23 p.m	24 p.m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	3	20	8	-	-	5	-	56
TOTAL	E	-	-	-	-	50	-	-	15	38	345	122	342	434	12	61	129	-	1,548

CUADRO N° 3.15. Calculo del IMD y Clasificación Vehicular

IMD ANUAL Y CLASIFICACION VEHICULAR

IMD (Veh/dia)

OBRA . "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO, PARA LAS VÍAS DE SERVICIO VEHICULAR EN EL TERMINAL PORTUARIO DE MATARANI"

TRAMO PUERTA N°03

FECHA : DEL 16 AL 23 DE MAYO DEL 2016

[illegible]

Los conteos volumétricos realizados tienen por objeto conocer los volúmenes de tráfico vehicular que soporta el tramo en estudio, así como su composición vehicular y la variación diaria.

Para convertir el volumen de tráfico obtenido del conteo, en Índice Medio Diario (IMD), se ha empleado la siguiente fórmula

$$I.M.D. = \frac{5V_{DL} + V_S + V_D}{7} \times F.C$$

Donde:

V_{DL} : Promedio de Volumen de tránsito de Días Laborales

V_S : Volumen de tránsito del Sábado

V_D : Volumen de tránsito del Domingo

$F.C$: Factor de Corrección, obtenido de una Estación de Mayor Control.

CUADRO N° 3.16. Índice Medio Diario total (IMD)

TIPO DE VEHICULO	I.M.D	DISTRIBUCIÓN (%)
Camionetas Pick Up	-	-
Camioneta Rural	-	-
Omnibus 2E	87	3
Omnibus 3E	-	-
Camion 2 E	-	-
Camion 3 E	26	1
Camion 4 E	66	2
SEMITARYLER S1/2S2	600	22
SEMITARYLER 2S3	212	8
SEMITARYLER 3S1/3S2	594	22
SEMITARYLER $\geq 3S3$	754	28
TRAYLER 2T2	21	1
TRAYLER 2T3	106	4
TRAYLER 3T2	224	8
TRAYLER 3T3	-	-
TOTAL I.M.D	2690	100

En el cuadro anterior se apreciar que hay mayor incidencia de Semitarylers $\geq 3S3$, seguido de Semitarylers S1/2S2 y Semitarylers 3S1/3S2, los

cuales han sido tomados para el diseño de los carriles de sobrepaso.

b) Calculo del Factor Direccional (Fd)

Fd = 0.5 (Ver cuadro N° 3.12.)

c) Calculo del Factor Carril (Fc)

Fc = 1.00 (Ver cuadro N° 3.12.)

d) Factor vehículo pesado (Fvp)

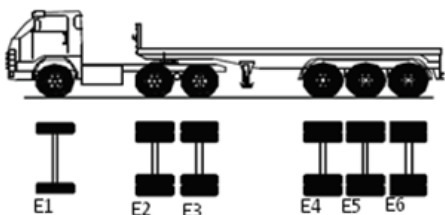
Se define como el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo la sumatoria de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado. Para nuestro caso tomaremos como referencia la información del Manual de Carreteras.

CUADRO N° 3.17. Relación de cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Pavimentos Rígidos

Tipos de eje	Eje equivalente (EE _{8.2cm})
Eje simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = \{P/6.6\}^{4.1}$
Ejes simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = \{P/8.2\}^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = \{P/14.8\}^{4.1}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = \{P/15.1\}^{4.1}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = \{P/20.7\}^{4.0}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = \{P/21.8\}^{4.0}$
P=peso real por eje en toneladas	

Fuente: "MANUAL DE CARRETERAS" SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS DEL MTC / Guía AASHTO, 1993.

CUADRO N° 3.18. Calculo del Factor Camión

Configuración vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos						Longitud máxima (m)
T3S3							20.5
	$EE_{S1}=(P/6.6)^{4.1}$		$EE_{TA}=(P/13.3)^{4.1}$		$EE_{TR}=(P/17.5)^{4.0}$		
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Carga según censo de carga (Ton)	7	8		7	8	8	
Carga según censo de carga (Ton)	7	16		23			
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Tandem		Eje Tridem			
Tipos de Rueda	Rueda Simple	Rueda doble		Rueda doble			Total facttor Camión T3S3
Peso	7	16		23			6.39
Facctor E.E.	1.273	2.134		2.984			

Fuente: "MANUAL DE CARRETERAS" SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS DEL MTC / Guía AASHTO, 1993.

e) Factor de presión de Neumático (Fp)

$$F_p = 1$$

Entonces :

$$EE_{\text{dia-carril}} = IMD_{pi} \times F_d \times F_c \times F_{vpi} \times F_{pi}$$

$$EE_{\text{dia-carril}} = 2715 \times 0.5 \times 1 \times 6.39 \times 1$$

$$EE_{\text{dia-carril}} = 8594.55$$

2.- Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo

$$F_{ca} = 26.87$$

Entonces tenemos para el cálculo del Número de Repeticiones de ejes Equivalentes de 8.2 tn.:

$$N_{\text{rep de EE}_{8.2\text{TN}}} = \sum [EE_{\text{dia-carril}} \times F_{\text{ca}} \times 365]$$

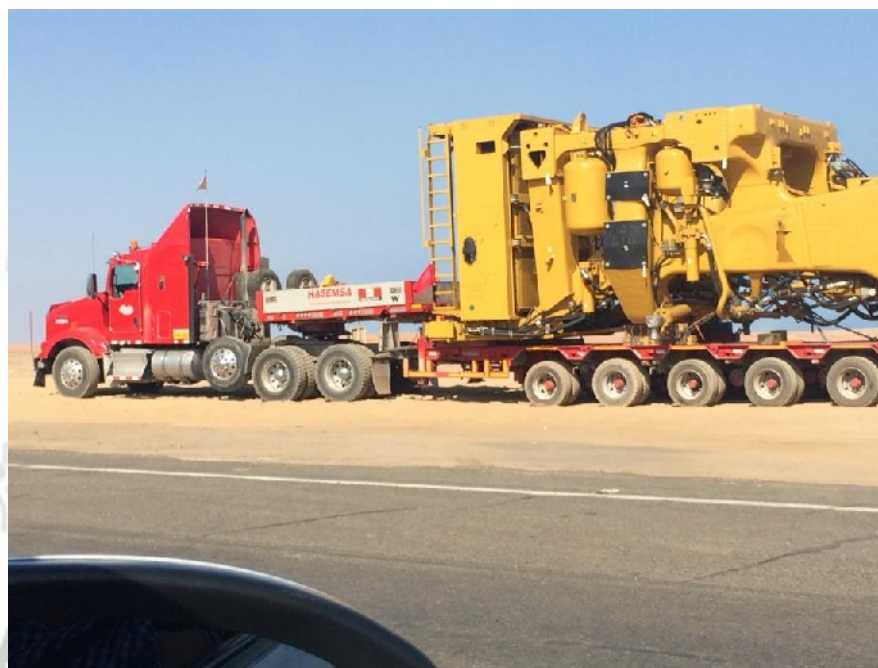
$$N_{\text{rep de EE}_{8.2\text{TN}}} = 8594.55 \times 26.87 \times 365]$$

$$N_{\text{rep de EE}_{8.2\text{TN}}} = 84291478.85$$



A continuación se muestran algunas imágenes de la cantidad de Ejes Equivalentes (EE) que puede aplicar un solo vehículo articulado dentro del Terminal Portuario de Matarani.

FIGURA N° 3.12. Sobre carga de Ejes Equivalentes



Cama baja - remolque articulado 9 ejes.



Cama baja - remolque articulado 9 ejes.



Cama baja - remolque articulado 12 ejes



Cama baja - remolque articulado 12 ejes

3.5 EVALUACIÓN DEL PAVIENTO RÍGIDO

3.5.1 ENSAYO DE MUESTRAS EN LABORATORIO

3.5.1.1 ENSAYO PARA LA CLASIFICACIÓN DEL SUELO

La metodología seguida para la ejecución del estudio, comprendió básicamente en una investigación de campo a lo largo de la zona de estudio, mediante prospecciones de exploración (03 calicatas) hasta una profundidad de 1m aproximadamente y a intervalos de distancia que no excedan 700 m. y en las que se tomaron muestras representativas según estratos existentes.

De los materiales encontrados en las calicatas se obtuvieron muestras disturbadas, las que fueron descritas e identificadas mediante un número de muestra y profundidad, luego fueron colocadas en bolsas de herméticamente cerradas para su traslado al laboratorio de mecánica de suelos de la UCSM. Durante la ejecución de las investigaciones de campo se llevó un registro en el que se anotó el espesor de cada una de las capas del subsuelo, sus características de gradación y el estado de compacidad de cada uno de los materiales.

A las profundidades estudiadas, no se encontró la capa freática.

Cabe mencionar que las muestras de suelos fueron clasificadas y seleccionadas siguiendo el procedimiento descrito en ASTM D-2488 "Practica Recomendada para la descripción de suelos" las que fueron sometidas a los siguientes ensayos.

- Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D-422)
- Constantes físicas (ASTM D-4318)
- Humedad Natural (ASTM D-2216)

- Clasificación SUCS (ASTM D-2487)
- Clasificación AASHTO (ASTM D.3282)
- Proctor Modificado (ASTM D-1557)
- CBR (ASTM D.1883)

En base a la información obtenida durante los trabajos de campo y los resultados de los ensayos de laboratorio, se efectuó la clasificación de suelos de los materiales, para ello se ha empleado los sistemas SUCS y AASHTO, para luego correlacionarlos de acuerdo a las características litológicas similares, lo cual se consigna en las columnas estratigráficas correspondiente.

Ubicación de calicatas

Según recorrido a lo largo de la zona de estudio se identificaron 3 TRAMOS bien diferenciados en donde se realizaron las calicatas, Calicata 1, Calicata 2 y Calicata 3.

FIGURA N° 3.13. Ubicación de calicatas para el estudio de Suelos



Fuente: Google Earth

En la zona 2 no se pudo realizar la calicata debido a que la subrasante presenta estrato rocoso y solo se tomó muestras de roca para ser ensayadas en laboratorio.

3.5.1.1.1 Contenido de Humedad (NORMA ASTM D 2216)

Se realizó excavaciones y cerca de 1m de profundidad para la zona 1 y zona 2 donde aflora el estrato rocoso, se realizó muestreo de cada estrato y se realizaron los ensayos en laboratorio y se muestra a continuación:

Calicata N°01

Muestras	1	2	3
Peso del recipiente (gf)	344.0	352.0	340.0
Peso de la muestra húmeda + el recipiente (gf)	981.9	902.8	979.0
Peso de la muestra seca + recipiente (gf)	954.8	879.3	952.0
Peso del agua en la muestra (gf)	27.1	23.5	27.0
Peso de la muestra seca (gf)	610.8	527.3	612.0
Contenido de humedad (%)	4.4	4.5	4.4
PROMEDIO (%)			4.4

Calicata N°03

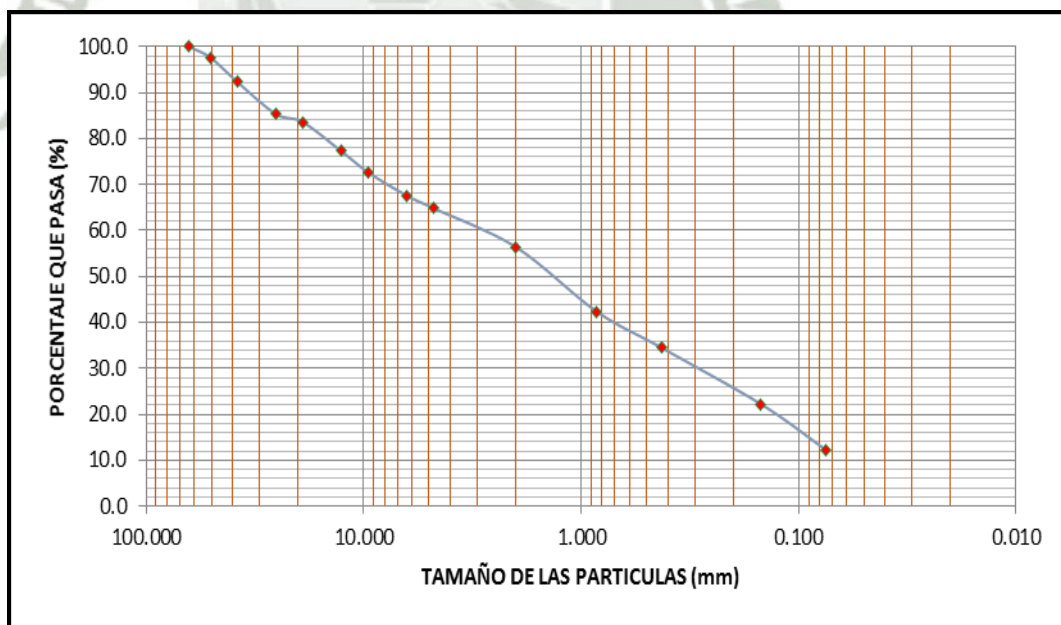
Muestras	1	2	3
Peso del recipiente (gf)	339.2	343.5	330.0
Peso de la muestra húmeda + el recipiente (gf)	792.2	907.1	824.0
Peso de la muestra seca + recipiente (gf)	768.7	876.7	798.0
Peso del agua en la muestra (gf)	23.5	30.4	26.0
Peso de la muestra seca (gf)	429.5	533.2	468.0
Contenido de humedad (%)	5.5	5.7	5.6
PROMEDIO (%)			5.6

3.5.1.1.2 Análisis Granulométrico por tamizado (NORMA ASTM D-6913)

Calicata N°01

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET.	%RET. AC.	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000	0	0.0	0.0	100.0	Arena limosa de color marron oscuro de mediana compacidad con clastos redondeados a subredondeados.
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0	
2"	50.800	67	2.3	2.3	97.7	
1 1/2"	38.100	157	5.3	7.6	92.4	
1"	25.400	205	7.0	14.6	85.4	CLASIFICACION SUCS : SM
3/4"	19.050	53	1.8	16.4	83.6	Arena limosa con grava
1/2"	12.700	186	6.3	22.7	77.3	CLASIFICACION AASHTO : A-1-b(0) Buena
3/8"	9.525	137	4.7	27.3	72.7	PESO TOTAL : 2942 gf
1/4"	6.350	148	5.0	32.4	67.6	
N° 4	4.760	82	2.8	35.2	64.8	
N° 10	2.000	248.9	8.4	43.6	56.4	
N° 20	0.850	413.0	14.0	57.6	42.4	
N° 40	0.425	234.0	8.0	65.6	34.4	
N° 100	0.149	360.1	12.2	77.8	22.2	OBSERVACIONES:
N° 200	0.075	291.9	9.9	87.7	12.3	% Grava: : 35.2
< N° 200	FONDO	361.3	12.3	100.0	0.0	% Arena: : 52.6
						% Finos: : 12.3

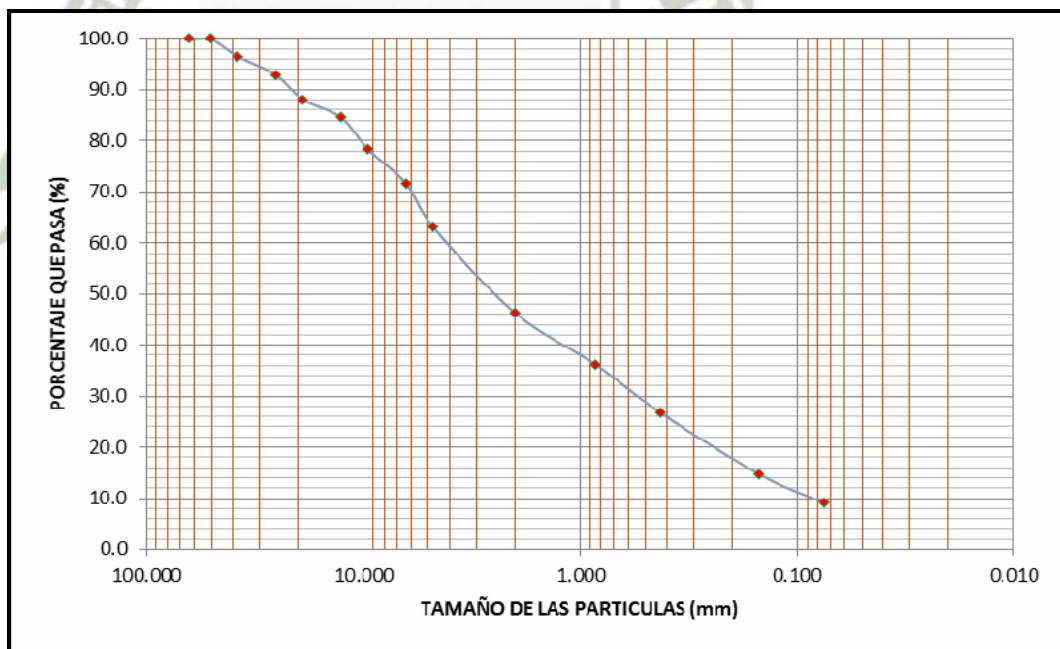
CURVA GRANULOMETRICA



Calicata N°03

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET.	%RET. AC.	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
					100.0	
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0	Arena limosa con grava de coloracion marrón oscuro, de mediana compacidad y bajo contenido de humedad
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.100	146	3.4	3.4	96.6	
1"	25.400	153	3.6	7.0	93.0	CLASIFICACION SUICS : SP SM
3/4"	19.050	206	4.8	11.9	88.1	Arena limosa mal graduada
1/2"	12.700	148	3.5	15.4	84.6	CLASIFICACION AASHTO: A-1-b(0) Bueno
3/8"	9.525	265	6.3	21.6	78.4	PESO TOTAL : 4240 gf
1/4"	6.350	285	6.7	28.3	71.7	
N° 4	4.760	363	8.5	36.9	63.1	:
N° 10	2.000	711.5	16.8	53.7	46.3	
N° 20	0.850	429.1	10.1	63.8	36.2	
N° 40	0.425	401.9	9.5	73.3	26.7	
N° 100	0.149	511.4	12.1	85.3	14.7	OBSERVACIONES:
N° 200	0.075	236.4	5.6	90.9	9.1	% Grava: : 36.9
< N° 200	FONDO	385.6	9.1	100.0	0.0	% Arena: : 54.0
						% Finos: : 9.1

CURVA GRANULOMETRICA



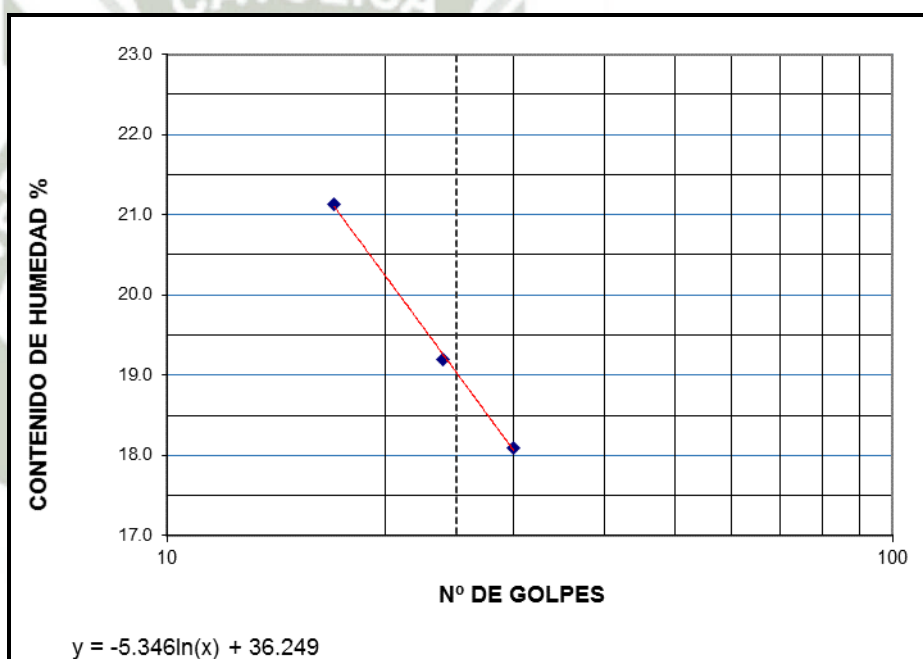
3.5.1.1.3 Límites de Consistencia (NORMA ASTM D 4318)

Calicata N°01

Límite líquido (LL)

Cápsula	1	2	3
Peso del suelo húmedo + cápsula (gf)	40.98	41.14	42.35
Peso del suelo seco + cápsula (gf)	38.10	38.10	38.86
Peso de la cápsula (gf)	22.19	22.27	22.34
Peso del suelo seco (gf)	15.91	15.83	16.52
Peso del agua (gf)	2.88	3.04	3.49
Contenido de humedad (%)	18.10	19.20	21.13
Número de golpes, N	30	25	17

Límite Plástico (LL) : NO PRESENTA



Límite líquido	19%
Límite plástico	NP
Índice de plasticidad Ip	NP

Calicata N°03

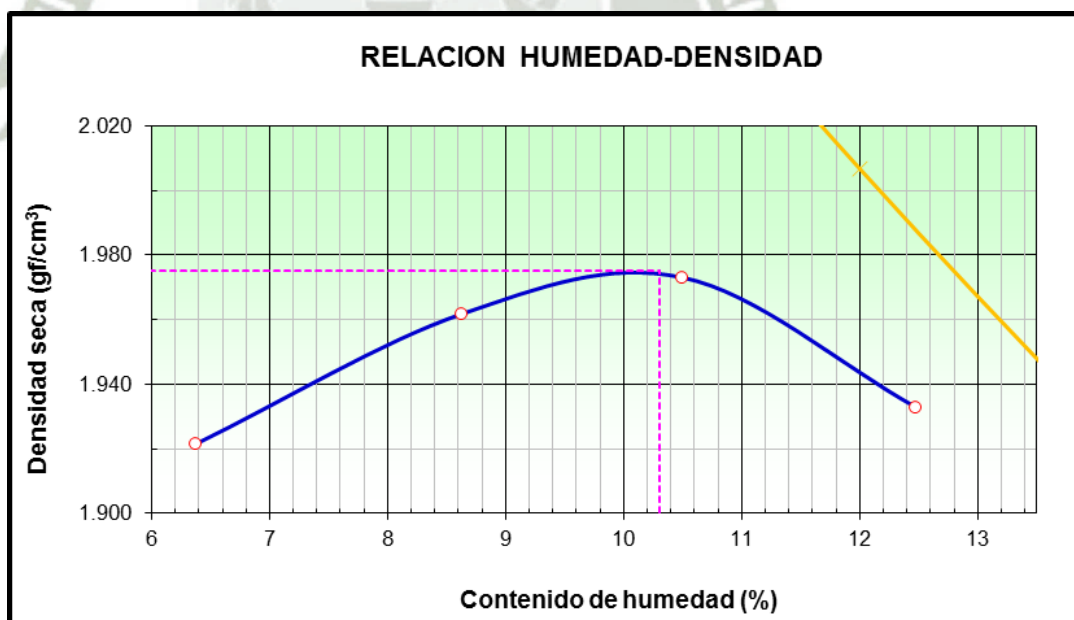
LL : NO PRESENTA

LP : NO PRESENTA

3.5.1.1.4 Ensayo Proctor Modificado (NORMA ASTM D 1557)

Calicata N°01

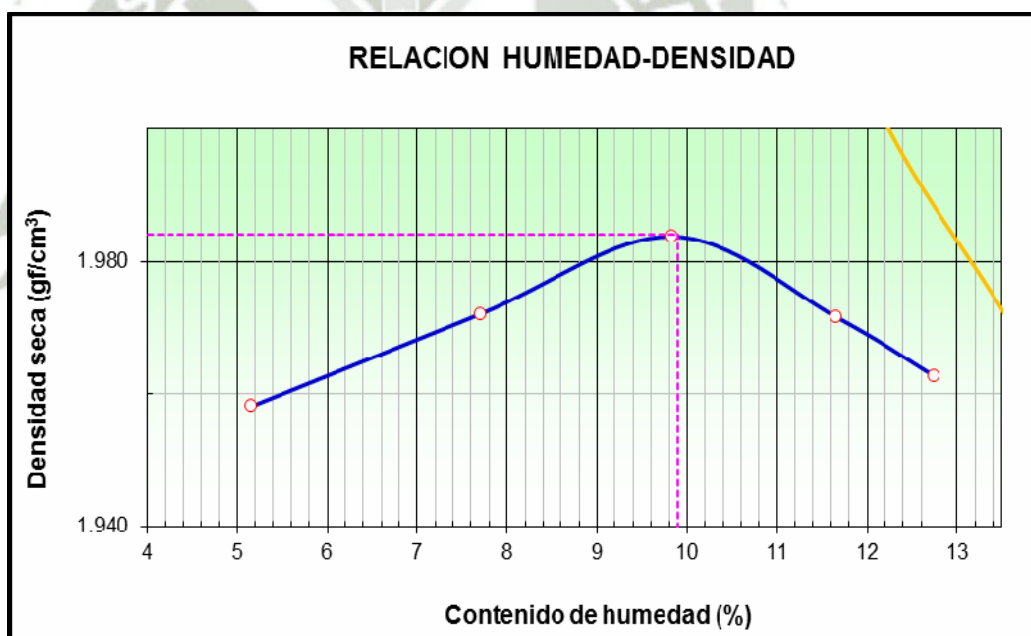
Peso suelo + molde	gf	10825.00	11009.00	11113.00	11100.00	
Peso molde	gf	6500.00	6500.00	6500.00	6500.00	
Peso suelo húmedo compactado	gf	4325.00	4509.00	4613.00	4600.00	
Volumen del molde	cm ³	2115.90	2115.90	2115.90	2115.90	
Peso volumétrico húmedo	gf	2.04	2.13	2.18	2.17	
Recipiente N°		10	14	11	9	
Peso del suelo húmedo+tara	gf	703.11	658.60	729.30	743.45	
Peso del suelo seco + tara	gf	681.40	633.50	692.50	698.60	
Tara	gf	343.50	342.60	341.90	339.20	
Peso de agua	gf	21.71	25.10	36.80	44.85	
Peso del suelo seco	gf	340.50	290.90	350.60	359.40	
Contenido de agua	%	6.38	8.63	10.50	12.48	
Peso volumétrico seco	gf/cm ³	1.922	1.962	1.973	1.933	
Densidad máxima (gf/cm ³)						1.975
Humedad óptima (%)						10.3



Calicata N°03

Peso suelo + molde	gf	10857.00	10994.00	11110.00	11158.00	11182.00
Peso molde	gf	6500.00	6500.00	6500.00	6500.00	6500.00
Peso suelo húmedo compactado	gf	4357.00	4494.00	4610.00	4658.00	4682.00
Volumen del molde	cm ³	2115.90	2115.90	2115.90	2115.90	2115.90
Peso volumétrico húmedo	gf	2.06	2.12	2.18	2.20	2.21
Recipiente N°		1	2	3	4	5
Peso del suelo húmedo+tara	gf	698.97	655.75	726.86	740.50	691.90
Peso del suelo seco + tara	gf	681.40	633.50	692.50	698.60	652.50
Tara	gf	343.70	344.60	342.90	339.20	343.20
Peso de agua	gf	17.57	22.25	34.36	41.90	39.40
Peso del suelo seco	gf	340.50	288.90	349.60	359.40	309.30
Contenido de agua	%	5.16	7.70	9.83	11.66	12.74
Peso volumétrico seco	gf/cm ³	1.958	1.972	1.984	1.972	1.963

Densidad máxima (gr/cm ³)	1.984
Humedad óptima (%)	9.9



3.5.1.2 ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL SUELO

3.5.1.2.1 Ensayo de Valor Soporte del Suelo (CBR)

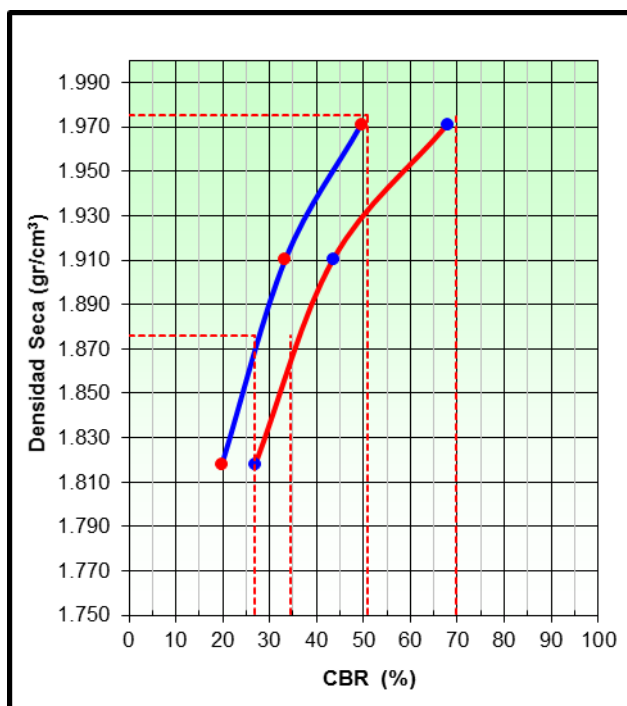
Calicata N°01

Compactación

Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (gf)	12160.00		11745.00		11850.00	
Peso de molde (gf)	7543.00		7276.00		7627.00	
Peso del suelo húmedo (gf)	4617.00		4469.00		4223.00	
Volumen del molde (cm ³)	2118.80		2118.30		2104.90	
Densidad húmeda (gf/cm ³)	2.179		2.110		2.006	
Tara (N°)	1		3		5	
Peso suelo húmedo + tara (gf)	845.00		902.00		782.00	
Peso suelo seco + tara (gf)	781.30		832.90		725.30	
Peso de tara (gf)	177.20		170.50		177.80	
Peso de agua (gf)	63.70		69.10		56.70	
Peso de suelo seco (gf)	604.10		662.40		547.50	
Contenido de humedad (%)	10.54		10.43		10.36	
Densidad seca (gf/cm ³)	1.971		1.910		1.818	

Penetración

CARGA		MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
PENETRACION	STAND.	CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	pulg.	Lectura Dial	lb/pulg ²	lb/pulg ²	%	Lectura Dial	lb/pulg ²	lb/pulg ²	%	Lectura Dial	lb/pulg ²	lb/pulg ²	%
0.000	0.000	0		0		0		0		0		0	
0.635	0.025	25		91		22		81		10		40	
1.270	0.050	65		229		52		184		25		91	
1.905	0.075	105		367		75		263		40		143	
2.540	0.100	1000	148	517	495.1	49.5	100	350	333.4	33.3	54	191	198.0
3.810	0.150		216	753			140	489			88	308	
5.080	0.200	1500	288	1003	1018.6	67.9	185	645	652.9	43.5	115	402	403.8
6.350	0.250		365	1269			225	784			145	506	
7.620	0.300		432	1500			273	951			170	593	
10.160	0.400		525	1818			355	1235			205	715	
12.700	0.500		570	1972			405	1407			230	802	



ENSAYO PRELIMINAR DE COMPACTACION:

METODO DE COMPACTACION: ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³): 1.975
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.3
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³): 1.876

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.2":	69.7	0.1":	50.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.2":	34.4	0.1":	26.9

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	=	50.8 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	26.9 (%)

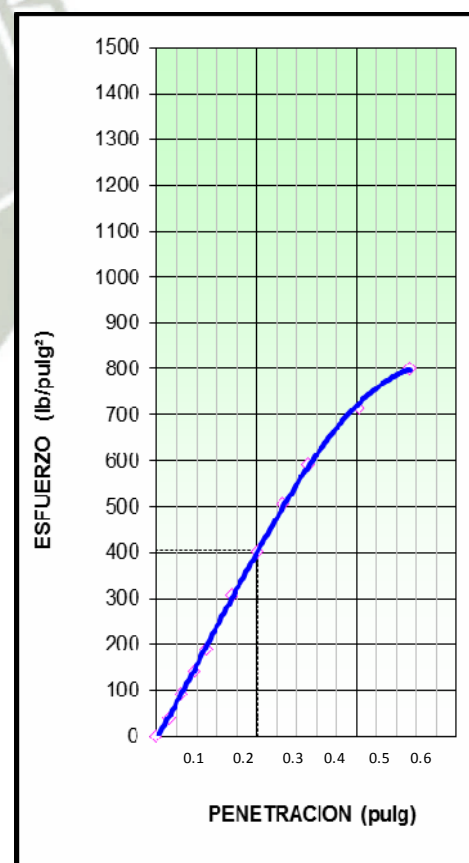
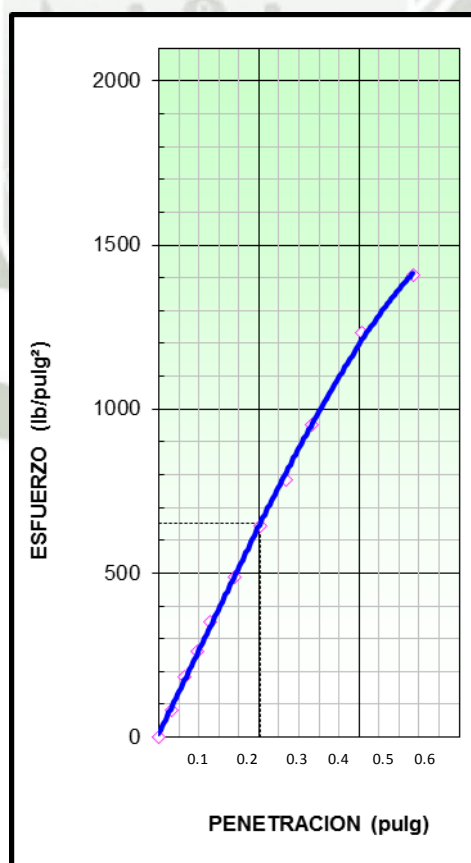
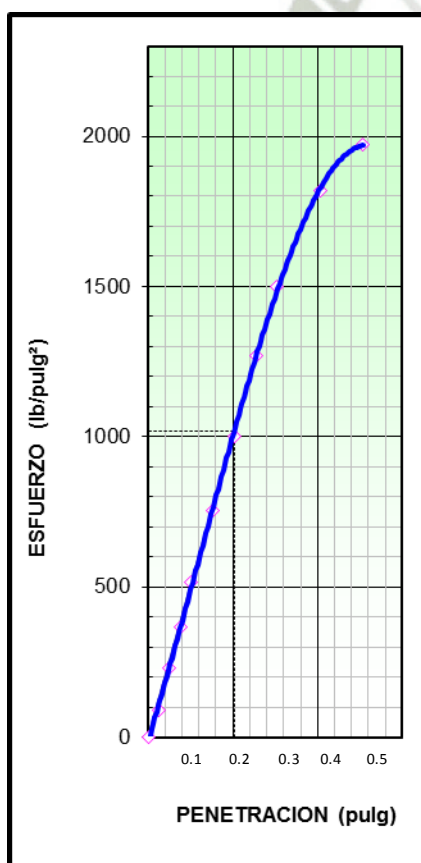
OBSERVACIONES:

SUELO NO EXPANSIVO

EC = 56 GOLPES

EC = 26 GOLPES

EC = 12 GOLPES



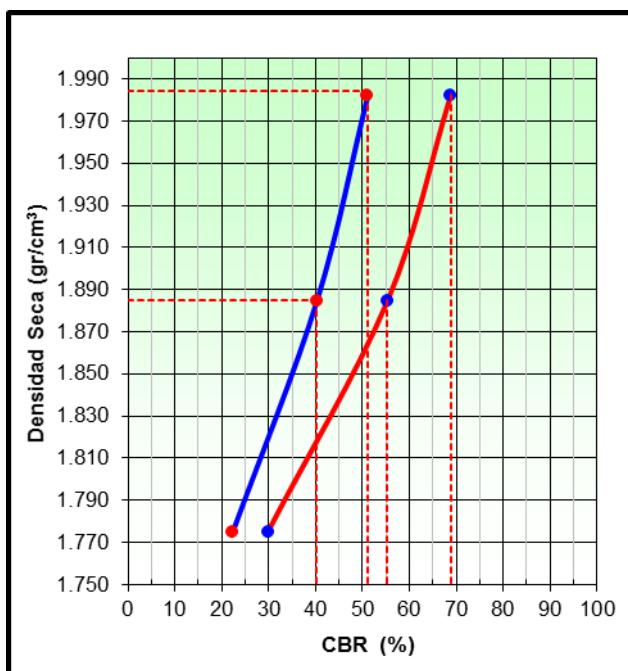
Calicata N°02

Compactación

Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (gf)	12971.00		12695.00		11767.00	
Peso de molde (gf)	8349.00		8304.00		7635.00	
Peso del suelo húmedo (gf)	4622.00		4391.00		4132.00	
Volumen del molde (cm³)	2117.80		2118.60		2114.90	
Densidad húmeda (gf/cm³)	2.182		2.073		1.954	
Tara (N°)	1		3		5	
Peso suelo húmedo + tara (gf)	715.60		662.80		759.50	
Peso suelo seco + tara (gf)	681.40		633.70		725.30	
Peso de tara (gf)	343.50		341.90		177.80	
Peso de agua (gf)	34.20		29.10		34.20	
Peso de suelo seco (gf)	337.90		291.80		339.70	
Contenido de humedad (%)	10.12		9.97		10.07	
Densidad seca (gf/cm³)	1.982		1.885		1.775	

Penetración

CARGA			MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
PENETRACION		STAND.	CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	pulg.	lb/pulg²	Lectura Dial	lb/pulg²	%	Lectura Dial	lb/pulg²	%	Lectura Dial	lb/pulg²	%	Lectura Dial	lb/pulg²	%
0.000	0.000		0	0		0	0		0	0		0	0	
0.635	0.025		30	109		26	95		10	40				
1.270	0.050		62	218		58	205		33	119				
1.905	0.075		98	343		78	274		46	163				
2.540	0.100	1000	152	530	511.1	51.1	113	395	403.0	40.3	62	218	223.7	22.4
3.810	0.150		225	784		168	586		100	350				
5.080	0.200	1500	308	1072	1031.4	68.8	249	868	830.1	55.3	132	461	447.6	29.8
6.350	0.250		362	1259		298	1038		152	530				
7.620	0.300		421	1462		356	1238		184	642				
10.160	0.400		533	1846		422	1465		237	826				
12.700	0.500		584	2020		475	1647		261	910				



ENSAYO PRELIMINAR DE COMPACTACION:

METODO DE COMPACTACION: ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³): 1.984
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 9.9
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³): 1.885

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.2": 66.9	0.1": 51.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.2": 55.3	0.1": 40.3

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	=	51.3 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	40.3 (%)

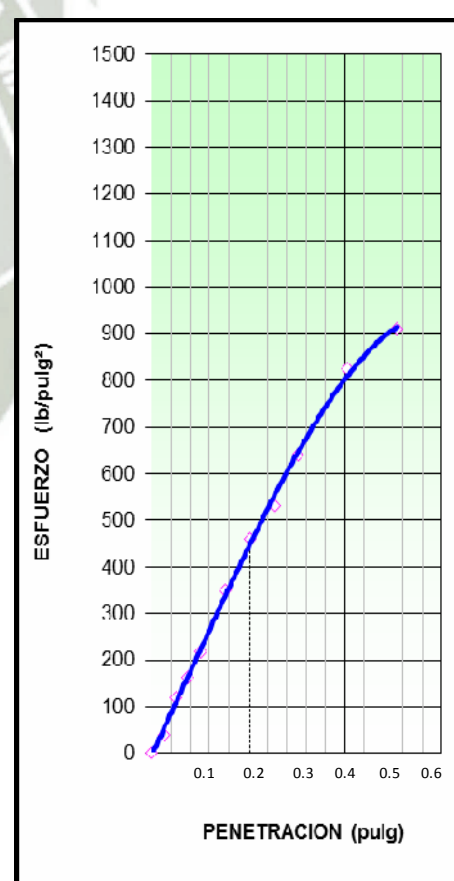
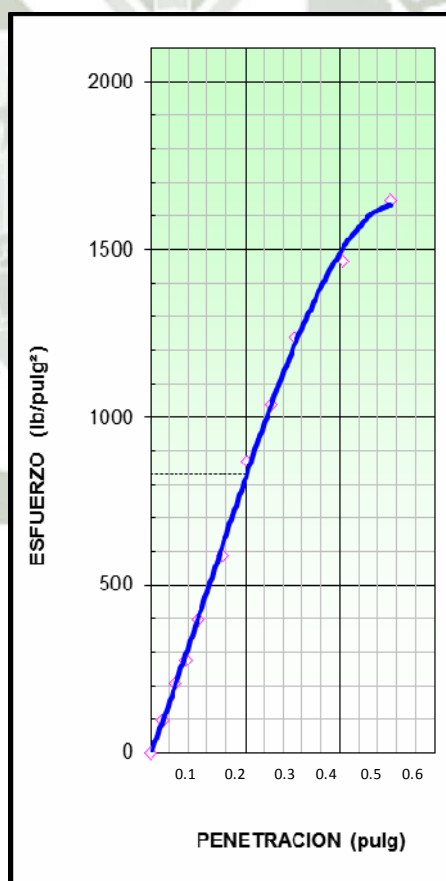
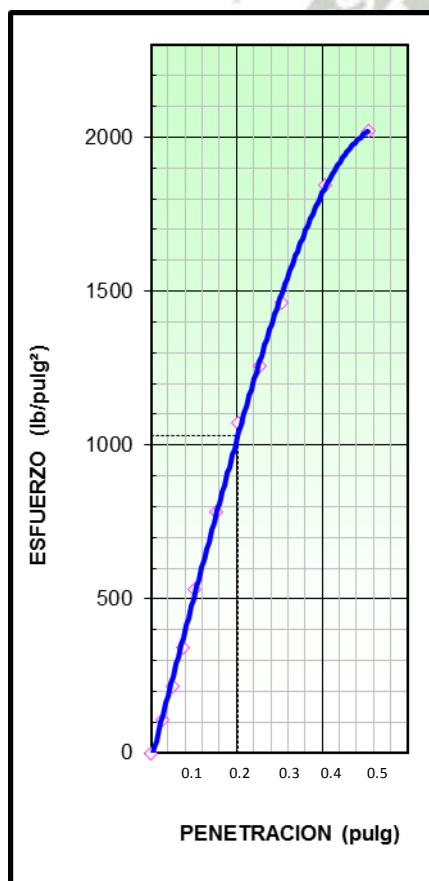
OBSERVACIONES:

SUELO NO EXPANSIVO

EC = 56 GOPEs

EC = 26 GOLPES

EC = 12 GOLPES



3.5.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Análisis de Calicata N°01

De los ensayos realizados en la Calicata N°01 se obtuvieron los siguientes datos

CUADRO N° 3.19. Resultados Calicata N°01

Calicata	N°01
% GRAVA	= 35.2
% ARENA	= 52.6
% FINOS	= 12.3
LL	= 19.0
IP	= NP
CLASIFICACIÓN	= SM/A-1-B (0)
MÁXIMA DENSIDAD	= 1.975
HUMEDAD ÓPTIMA	= 10.3%
CBR AL 100%	= 50.8
CBR AL 95%	= 26.9

El estrato muestreado es una arena limosa de color marrón oscuro de mediana compacidad con clastos redondeados a subredondeados.

La profundidad de excavación fue aproximadamente 1 m, ya que al llegar a esta profundidad se encontró roca.

FIGURA N° 3.14. Toma de muestra Calicata N°01



Análisis de Calicata N°03

De los ensayos realizados en la calicata N°03 obtuvimos los siguientes datos de laboratorio

CUADRO N° 3.20. Resultados Calicata N°03

Calicata	N°03
% GRAVA	= 36.9
% ARENA	= 54.0
% FINOS	= 9.1
LL	= NP
IP	= NP
CLASIFICACIÓN	= SP-SM/A-1-B (0)
MÁXIMA DENSIDAD	= 1.984
HUMEDAD ÓPTIMA	= 9.9%
CBR AL 100%	= 51.3
CBR AL 95%	= 40.3

El estrato muestreado es una arena limosa con grava de coloración marrón oscuro de mediana compacidad y bajo contenido de humedad.

FIGURA N° 3.15. Toma de muestra Calicata N°02



3.5.3 ENSAYO A COMPRESION DE PROBETAS DE ROCA PURA

Análisis de Calicata N°02

A diferencia de las otras 2 calicatas la Calicata N°02 se encuentra ubicado en una zona de presencia de Roca pura por lo que no se pudo realizar calicatas por lo que se tomaron muestras de roca en forma aleatoria en todo su área de influencia.

Se realizó el recorrido del tramo puramente conformado de Roca

FIGURA N° 3.16. Recorrido en tramo Puramente Roca



El procedimiento que se siguió fue tomar dos muestras representativas de Rocas para después a una de ellas someterla a un ensayo de diamantina en el cual se obtuvieron 3 probetas de concreto de 2 3/4 pulg. de diámetro por 5.5 pulg. de altura. Mientras que a la segunda muestra se le realizó un ensayo que consta en cortar parte de la roca en cubos de 5 cm. de lado.

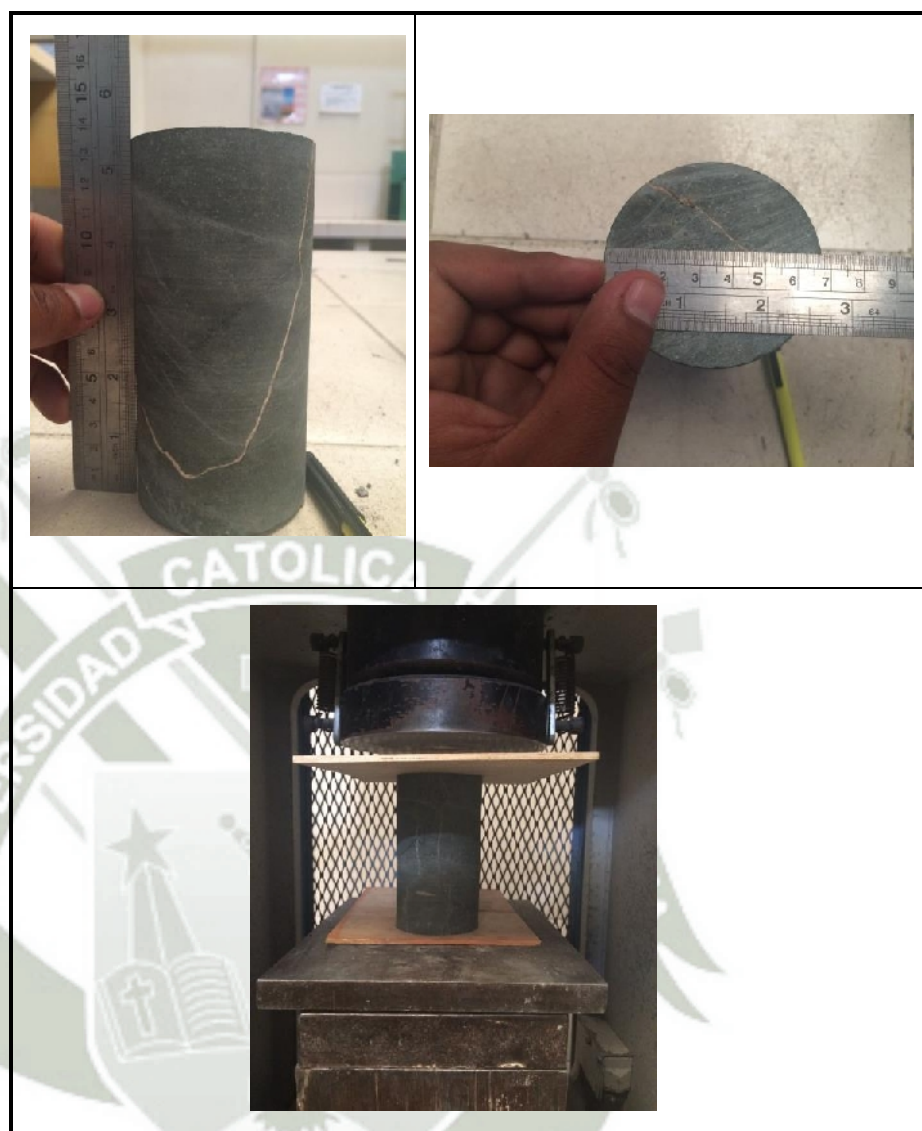
A) Rotura de probetas de Piedra

Para la obtención de las probetas de piedra se realizó un ensayo de diamantina con una broca (punta de diamante) de 2 3/4 plg, de diámetro

FIGURA N° 3.17. Ensayo a compresión de muestras cilíndricas de Roca

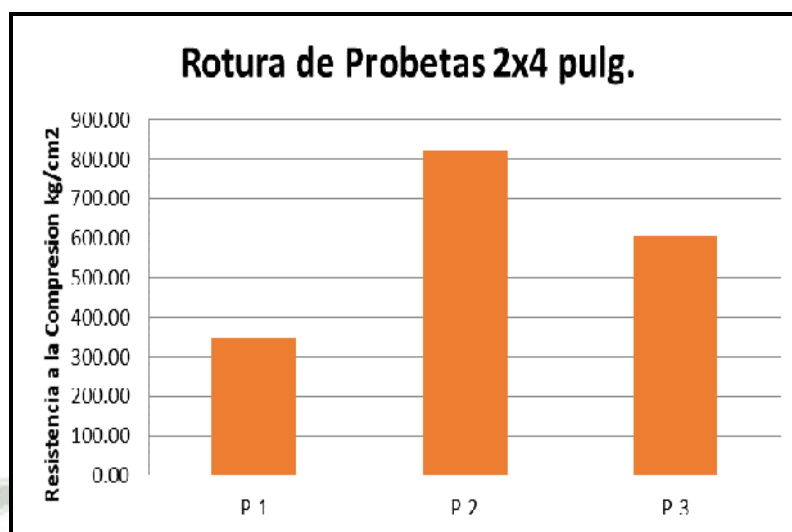


Posteriormente se procedió a la toma de medidas y rotura



CUADRO N° 3.21. Resultados de Rotura de probetas de Roca

Probeta Cilíndrica	D1 (cm)	D2 (cm)	DIAMET. PROM. (cm)	AREA (cm ²)	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)	Esfuerzo Promedio (kgf/cm ²)
P-1	6.98	6.96	6.97	38.16	13280	348.05	592.28
P-2	6.95	6.95	6.95	37.94	31210	822.68	
P-3	6.97	6.95	6.96	38.05	23060	606.11	



B) Rotura de cubos de Roca

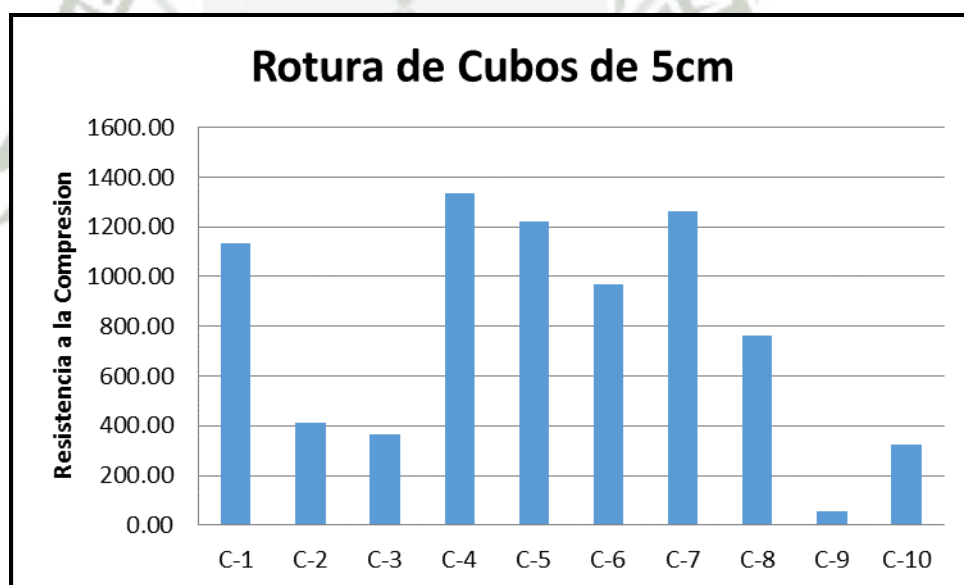
De la segunda roca tomada como muestra se cortaron cubos de 5cm de lado, para posteriormente someterlas a ensayo de compresión

FIGURA N° 3.18. Ensayo a compresión de Piezas cubicas de roca



CUADRO N° 3.22. Resultados de Rotura de cubos de piedra

Cubos Cuadrados	L1 (cm)	L2 (cm)	L. PROM. (cm)	AREA (cm ²)	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)	Observación	Esfuerzo Promedio (kgf/cm ²)
C-1	5.10	5.00	5.05	25.50	28920	1134.01	ok	865.30
C-2	5.00	5.05	5.03	25.25	10400	411.87	ok	
C-3	5.10	5.00	5.05	25.50	9330	365.85	ok	
C-4	5.05	5.10	5.08	25.76	34440	1337.18	ok	
C-5	5.10	5.00	5.05	25.50	31150	1221.45	ok	
C-6	5.00	5.10	5.05	25.50	24730	969.71	ok	
C-7	5.05	5.05	5.05	25.50	32170	1261.44	ok	
C-8	5.00	5.10	5.05	25.50	19500	764.63	ok	
C-9	5.10	5.05	5.08	25.76	1390	53.97	Prueba descartada	
C-10	5.00	5.00	5.00	25.00	8040	321.60	ok	



De acuerdo a los datos obtenidos en la roturas de las probetas y cubos de piedra se pueden concluir:

- En promedio la resistencia a la compresión de las 3 probetas de roca de la zona N°2, de dimensiones $2 \frac{3}{4} \times 5.5$ pulg. fue de 592.28 kgf/cm² con una variación aproximada del 40% con relación a la menor resistencia obtenida
- En promedio la resistencia a la compresión de los 10 cubos de roca de la zona 2 de dimensiones 5 cm de largo fue de 865.30 kgf/cm²
- Se Concluye de manera general que basándonos en los resultados obtenidos en laboratorio y guiándonos de la tabla mostrada líneas abajo, podemos indicar que el material predominante en el tramo 2 es una Roca conformada por areniscas y calizas

Resistencia en kg/cm ²	Tipo de Roca
Arriba de 2,800	Algunos basaltos y cuarzitas
1,750-2,800	Granitos de grano fino, dioritas y basaltos compactos, calizas, cuarzitas y areniscas bien cementadas
700-1,750	Promedio de las areniscas y calizas, granitos de grano medio y grueso, gneis
350-700	Areniscas y calizas porosas, lutitas
Abajo de 350	Tobas, gis, areniscas muy porosas, lutitas de limo

CAPITULO 4.- DISEÑO DE LOSA PARA PAVIMENTO RÍGIDO

4.1 ESPECIFICACIONES SOBRE LOS COMPONENTES DEL CONCRETO

Como ya sabemos para el diseño de nuestra carpeta de rodadura usaremos concreto hidráulico por lo cual este se obtendrá mediante la mezcla de tres componentes esenciales, cemento, agua y agregados, a los cuales eventualmente se incorpora un cuarto componente que genéricamente se designa como aditivo. Al mezclar estos componentes y producir lo que se conoce como una revoltura de concreto, se introduce de manera simultánea un quinto participante representado por el aire

4.1.1 CEMENTO PORTLAND

Es un aglomerante hidrófilo, resultante de la calcinación de roca caliza, areniscas y arcillas, de manera de obtener un polvo muy fino que en presencia de agua endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherentes.

Las materias primas, finalmente molidas e íntimamente mezcladas, se calientan hasta principios de la fusión (1400-1450 °c), usualmente en grandes hornos giratorios, que pueden llegar a medir más de 200 m de longitud y 5.50 m de diámetro.

El material parcialmente fundido que sale del horno se le denomina “clinker” (pequeñas esferas de color gris negruzco, duras y de diferentes tamaños).

El clinker enfriado y molido a polvo muy fino, es lo que constituye el cemento Pórtland comercial. Durante la molienda se agrega una pequeña cantidad de yeso (3 ó 4 %), para regularizar la fragua del cemento.

Para la elección del tipo de cemento para nuestro proyecto tomaremos como referencia la norma ASTM C 150 (AASHTO M 85), la cual clasifica cada tipo de Cemento Pórtland según las condiciones en las que trabajará el concreto. Estas son:

CUADRO N° 4.01. Tipos de Cementos Portland

TYPES OF PORTLAND CEMENT ASTM C150 (AASHTO M 85)	
I	Normal
IA	Normal, air-entrainig
II	Moderate sulfat resistance
II	Moderate sulfat resistance, air-entraining
III	Hight early strenght
IIIA	Hight early strenght, air-entrainig
IV	Low heat of hydration
V	High sulfat resistance

Fuente: ASTM C 150 /(AASHTO M 85)

Ya que nuestro proyecto está ubicado a pocos metros del mar, y está expuesto a altos niveles de humedad todo el año, usaremos el Cemento Pórtland tipo V ya que la norma ASTM C 150 (AASHTO M 85) tiene un enfoque de análisis físico químico en el cual clasifica al cemento tipo V como un cemento de alta resistencia a los sulfatos.

4.1.2 AGUA

El agua es un elemento principal en la preparación del concreto, como también juega un papel importante en las reacciones del cemento durante el estado plástico, el proceso de fraguado y el estado endurecido de un concreto. El agua está relacionada con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto.

Casi cualquier agua natural que sea potable y que no tenga sabor u olor pronunciado, se puede utilizar para producir concreto. Sin embargo, algunas aguas no potables pueden ser adecuadas para el concreto.

Se puede utilizar para fabricar concreto si los cubos de mortero (Norma ASTM C109) producidos con ella alcanzan resistencia a los siete días iguales a al menos el 90% de especímenes testigo fabricados con agua potable o destilada.

El agua que contiene menos de 2,000 partes de millón (ppm) de sólidos disueltos totales generalmente pueden ser utilizada de manera satisfactoria para elaborar concreto. El agua que contenga más de 2,000

ppm de sólidos disueltos deberá ser ensayada para investigar su efecto sobre la resistencia y el tiempo de fraguado.

Los requisitos que debe cumplir el agua son:

CUADRO N° 4.02. Requerimientos de Agua para el concreto Hidráulico

Sustancias Disueltas	Valor Máximo Admisible
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de Magnesio	150 ppm
Sales Solubles	1500 ppm
P.H	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia Orgánica	10 pm

Fuente: ACI 211.1

4.1.3 AGREGADOS

4.1.3.1 AGREGADO GRUESO

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz 4.75 mm (N°4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumple con los límites establecidos en la norma técnica peruana NTP 400.037 ó ASTM C33. El agregado grueso puede ser grava, piedra chancada, etc.

Para el abastecimiento del agregado grueso se realizó ensayos con los agregados de la cantera de CACHULLO ubicado el distrito de Cocachacra a unos 61km del puerto de Matarani.

Los parámetros de para la selección de nuestro agregado grueso se basaron en la siguiente cuadro.

El Modulo de Fineza del Agregado Grueso es un concepto teórico determinado en un índice que refleja el tamaño de las partículas del agregado grueso, el módulo de fineza conforme a la norma NTP 400.011 es la sumatoria de los porcentajes retenidos de la malla 1 ½ " , ¾", 3/8", N° 4 , N° 8, N° 16 , N° 30, N° 50, N° 100. El módulo de finura del agregado grueso es útil en las mezclas de concreto y se obtiene, conforme a la norma NTP 400.011

CUADRO N° 4.03. Requerimientos de Granulometría del Agregado Grueso

N° ASTM	Tamaño Nominal	% QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS												
		100mm (4")	90mm (3 1/2")	75mm (3")	63mm (2 1/2")	50mm (2")	37.5mm (1 1/2")	25mm (1")	19mm (3/4")	12.5mm (1/2")	9.5mm (3/8")	4.75mm (N°4)	2.36mm (N°8)	1.18mm (N°16)
1	90 - 37.5mm 3 1/2" - 1 1/2"	100	90 - 100		25 - 60		0 - 15							
2	63 - 37.5mm 2 1/2" - 1 1/2"			100	90 - 100	35 - 70	0 - 15		0 - 5					
3	50 - 25mm 2" - 1"				100	90 - 100	35 - 70	0 - 15		0 - 5				
357	50 - 4.75mm 2" - N°4				100	95 - 100		35 - 70		10 - 30		0 - 5		
4	37.5 - 19.0mm 1 1/2" - 3/4"					100	90 - 100	20 - 55	0 - 15		0 - 5			
467	37.5 - .75mm 1 1/2" - N°4					100	95 - 100		35 - 70		10 - 30	0 - 5		
5	25 - 12.5mm 1" - 1/2"						100	90 - 100	20 - 55	0 - 10	0 - 5			
56	25 - 9.5mm 1" - 3/8"						100	95 - 100		25 - 60		0 - 10	0 - 5	
57	25 - .75mm 1" - N°4						100	95 - 100		25 - 60		0 - 10	0 - 5	
6	19 - 9.5mm 3/4" - 3/8"							100		20 - 55	0 - 15	0 - 5		
67	19 - 4.75mm 3/4" - N°4							100	90 - 100		20 - 55	0 - 10	0 - 5	
7	12.5 - 4.75mm 1/2" - N°4								100	90 - 100	40 - 70	0 - 15	0 - 5	
8	9.5 - 2.36mm 3/8" - N°8									100	85 - 100	10 - 30	0 - 10	0 - 5

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 400.037.

4.1.3.2 AGREGADO FINO

Se considera como agregado fino a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasan por el tamiz 9.5mm (3/8") y que cumple con los límites establecidos en la norma peruana NTP 400.037

Para el abastecimiento del agregado fino se realizó ensayos con los agregados de Distrito de COCACHACRA específicamente del rio TAMBO a uno 65 km del puerto de Matarani. Esta cantera es la más confiable con relación a otras canteras que contienen elevado material orgánico en su composición.

Los parámetros de para la selección de nuestro agregado fino se basaron en la siguiente tabla.

CUADRO N° 4.04. Parámetros para la sección del Agregado Fino

Malla	Diámetros	% que pasa
3/8 "	9.52mm	100
N° 4	4.76mm	95 – 100
N° 8	2.36mm	80 – 100
N° 16	1.18mm	50 – 85
N° 30	595 micrones	25 – 60
N° 50	297 micrones	10 - 30.
N° 100	149 micrones.	2 - 10.

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 400.037

El porcentaje retenido en dos mallas sucesivas no excederá del 45%, el porcentaje indicado para las mallas N° 50 y N° 100 podrá ser reducido a 5% y 0% respectivamente.

El Módulo de Fineza del agregado fino se define como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas de las series estandarizadas, dividido entre 100. Las series estandarizadas consisten en mallas, cada una es el doble del tamaño de la precedente: 100, 50, 30, 16, 8, 4, 3/8", hasta la malla de tamaño más grande según la norma NTP 400.011.

Los valores típicos tienen un rango entre 2,3 y 3,1 donde el valor más alto indica una gradación más gruesa.

4.2 DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO

EL esfuerzo a compresión de diseño será de 280 kg/cm² ya que la carpeta de rodadura será la que soporte mayores esfuerzos a diferencia del pavimento flexible.

Para realizar este diseño usaremos el procedimiento del comité del ACI 211.1 el cual ha desarrollado un procedimiento de diseño bastante simple el cual basándose en tablas preestablecidas, permite establecer valores de los diferentes materiales que integran la unidad cúbica de concreto en el cual resume su procedimiento de diseño de mezclas de concreto en 9 pasos que son:

- Elección del revenimiento
- Selección del tamaño máximo de agregado
- Estimación del Agua de Mezclado y Contenido de Aire
- Selección de la relación agua- cemento
- Cálculo del contenido de cemento
- Estimación del contenido de agregado grueso
- Estimación del contenido de agregado fino
- Ajuste por humedad del agregado
- Ajustes en las mezclas de prueba

4.2.1 Parámetros de Diseño de Mezcla del Concreto

4.2.1.1 Selección del Revenimiento (Slump)

Para proyectar el slump tomaremos como referencia la guía ACI211.1, la cual da a conocer los siguientes valores de slump para diferentes estructuras las cuales se mencionan en la siguiente Cuadro N°4.05:

CUADRO N° 4.05. Asentamientos Recomendados Para Varios
Tipos de Construcción

TIPO DE CONSTRUCCION	MAXIMO	MINIMO
Zapata y muros de cimentación reforzada	3"	1"
Zapata simple, cajones y muros sub-estruc.	3"	1"
Vigas y muros reforzados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Pavimentos y losas	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente: ACI 211.1

4.2.1.2 Selección del Tamaño Máximo del Agregado

Los concretos con mayor tamaño de agregados, requieren menos mortero por unidad de volumen de concreto que tamaños menores. El tamaño máximo del agregado deberá ser el mayor que sea económicamente compatible con las dimensiones de la estructura; en la medida en que el tamaño máximo del agregado grueso (piedra) nunca será mayor de:

- 1/5 de la dimensión más angosta entre caras del encofrado.
- 1/3 del espesor de las losas.
- 3/4 de la distancia libre entre barras o paquetes de barra o cables pretensores.

4.2.1.3 Estimación del Agua de Mezclado y Contenido de Aire

La cantidad de agua por la unidad de volumen de concreto necesaria para obtener el asentamiento deseado, depende del tamaño máximo, perfil, textura y granulometría de los agregados, así como de la cantidad de aire incorporado, no siendo apreciablemente afectada por la cantidad de cemento.

Para el caso de Aire incorporado el ACI 211.1 menciona la resistencia al intemperismo severo, especialmente a la congelación y deshielo es mejorado con la incorporación de

una cantidad adecuada de aire, tales así que para concretos expuestos a climas donde ocurre congelamiento deberá usarse aire incorporado.

Para nuestro diseño no utilizaremos aire incorporado ya que nuestro tramo de estudio está ubicado en una zona de temperaturas elevadas.

CUADRO N° 4.06. Requerimientos Aproximados de Agua de Mezclado y de Contenidos de Aire para Diferentes Valores de Asentamiento y Tamaños Máximos de Agregados

ASENTAMIENTO O SLUMP	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA							
Agua en lit. /m3 de Concreto para los Tamaños Máximos Nominales de Agregado Grueso y Consistencias Indicada								
e	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
CONCRETO SIN AIRE ATRAPADO								
1" - 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" - 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" - 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
CONCRETO CON AIRE ATRAPADO								
1" - 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" - 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" - 7"	216	205	197	184	174	166	154	---
Aire Atrapado	3.00%	2.50%	2.00%	1.50%	1.00%	0.50%	0.30%	0.20%

Fuente: ACI 211.1

4.2.1.4 Selección de la relación Agua – Cemento (A/C)

La norma ASTM-C150 indica que para estructuras sometidas exposiciones severas como sulfatos se deberá usar Cemento Portland tipo V y a su vez se podrá subir la relación agua – cemento en un 0.05 de lo normal. Se debe tener en cuenta que la resistencia producida por una relación agua-cemento dada se incrementará conforme el tamaño máximo del agregado disminuye.

La norma ASTM-C150 establece relaciones máximas permisibles para concretos sometidas a exposiciones severas, las cuales se muestran a continuación:

CUADRO N° 4.07. Máxima Relación Agua-Cemento Permissible para Concretos Sometida a Exposición Severa

TIPO DE ESTRUCTURA	Estructuras que están continua o frecuentemente húmedas y expuestas a congelación y deshielo	Estructuras expuestas al agua de mar o sulfatos
Secciones delgadas y todas aquellas secciones con menos de 3cm. de recubrimiento	*0.45	0.40**
Cualquier otro tipo de estructura	*0.45	0.40**

Fuente: Norma ASTM-C150

*

El concreto deberá ser con aire incorporado.

**

Si es usado cemento resistente a los sulfatos (tipo II o tipo V de la norma ASTM-C150), la relación agua-cemento permisible puede ser aumentado en 0.05.

4.2.1.5 Cálculo del contenido de cemento

Para el cálculo de la cantidad de cemento usaremos la siguiente expresión:

$$\text{Contenido de Cemento (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Agua de Mezclado (kg/m}^3\text{)}}{\text{Relacion (a/c)}}$$

4.2.1.6 Estimación del contenido de Agregado Grueso

Para la determinación de la cantidad de agregado grueso el método ACI proporciona una tabla de valores aproximados para estos volúmenes de agregados, como puede observarse, para similar trabajabilidad, el volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto, depende solamente de su tamaño máximo y del módulo de fineza del agregado fino.

El peso del agregado grueso por metro cúbico de concreto, en base al volumen seco y compactado del mismo, es igual al

valor obtenido de la tabla N°4.08 , multiplicado por el peso unitario seco y compactado del agregado grueso.

CUADRO N° 4.08. Volumen de Agregado Grueso por Unidad de Volumen de Concreto

Volumen de Agregado Grueso, Seco y Compactado para Diferentes Módulos de Fineza del Agregado Fino				
	2.4	2.6	2.8	3.0
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Norma ASTM C 150

$$\text{Cant. Agr. Grueso (kg)} = [\text{CUADRO N°4.08}] \times [\text{PUSC Agr. Grueso (kg/m}^3\text{)}]$$

4.2.1.7 Estimación del Contenido de Agregado Fino

Para el caso del agregado fino el volumen absoluto de este, es igual a la diferencia entre el volumen unitario del concreto y la suma de los volúmenes absolutos de los ingredientes ya conocidos (cemento, agua, aire, agregado grueso).

4.2.1.8 Ajustes por Contenido de Humedad

Este ajuste se da cuando los agregados utilizados en la preparación de un concreto, se encuentran húmedos por lo cual sus pesos secos se incrementan en el porcentaje de agua que contengan, tanto agua absorbida como superficial. Así el agua de mezclado añadida a la colada, debe ser reducida en una cantidad igual a la humedad libre aportada por los agregados, considerándose como tal el contenido total de humedad del agregado menos su porcentaje de absorción.

4.2.1.9 Ajustes en las mezclas de prueba

Una vez estimada la dosificación de concreto se procede a realizar la revoltura y ajustes correspondientes en el laboratorio.

4.2.2 Ensayos de Laboratorio

4.2.2.1 Análisis Granulométrico Agregado Grueso

El ensayo se realizó con las indicaciones de la norma ASTM C136 y la NTP 400.012. Mediante este método se obtiene la granulometría de los agregados al ser tamizados por las mallas normalizadas.

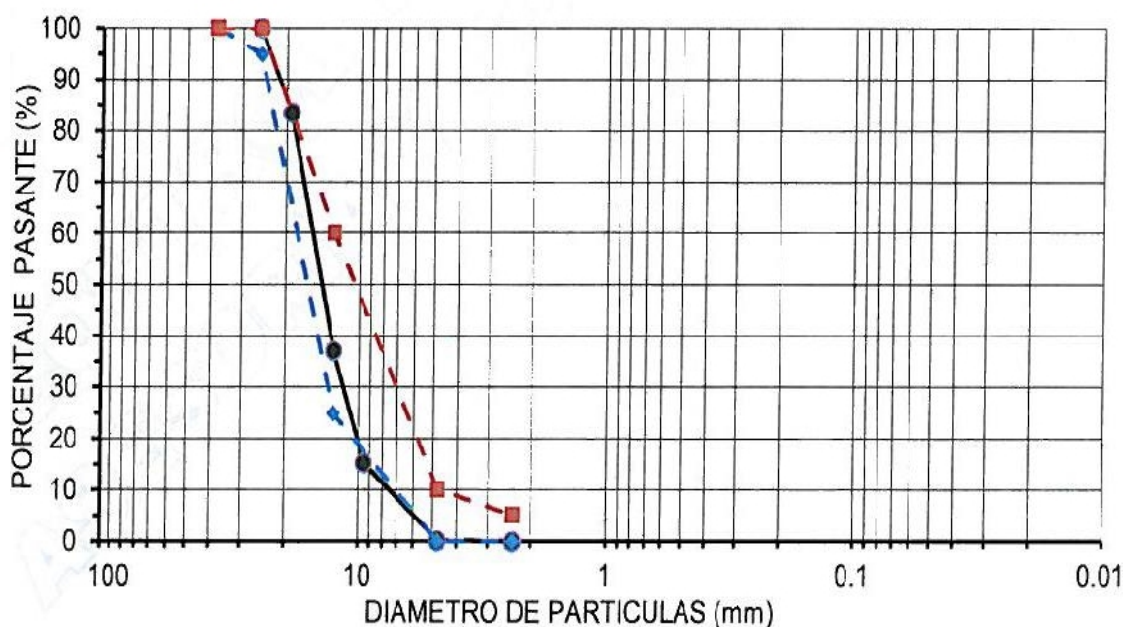
El objetivo del ensayo es el de trazar la curva granulométrica, y a partir de ello determinar el Tamaño Máximo Nominal para el caso del agregado grueso y el Módulo de Fineza para el caso del agregado fino.

Se entiende como Tamaño Máximo nominal (TM), como la abertura del menor tamiz de la serie usada que comienza a retener.

El módulo de finura (MF) se entiende como la suma de los porcentajes retenidos desde la malla #4 a la #100, dividido entre 100.

CUADRO N° 4.09. Granulometría Agregado Grueso

Tamiz	Diámetro (mm)	Wret+T (gf)	WRET. (gf)	%Wret	%Total Retenido	%Total Pasante	+/-U al 95%
4"	101.60						
3 ½"	88.90						
3"	76.20						
2 ½"	63.50						
2"	50.80						
1 ½"	38.10						
1"	25.40				0.0	100.0	
¾"	19.10	1526.0	1310.0	16.5	16.5	83.5	1.5
½"	12.70	3899.0	3683.0	46.4	62.9	37.1	1.5
3/8"	9.52	1950.0	1734.0	21.8	84.8	15.2	1.1
4	4.76	1414.0	1198.0	15.1	99.8	0.2	0.3
8	2.380	228.0	12.0	0.2	100.0	0.0	
16	1.190						
30	0.590						
50	0.300						
100	0.150	C u r v					
200	0.074						
-200							

Curva Granulométrica Agregado Grueso


$$MF (AG) = \frac{0 + 16.5 + 84.8 + 99.8 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100}{100} = 7.01$$

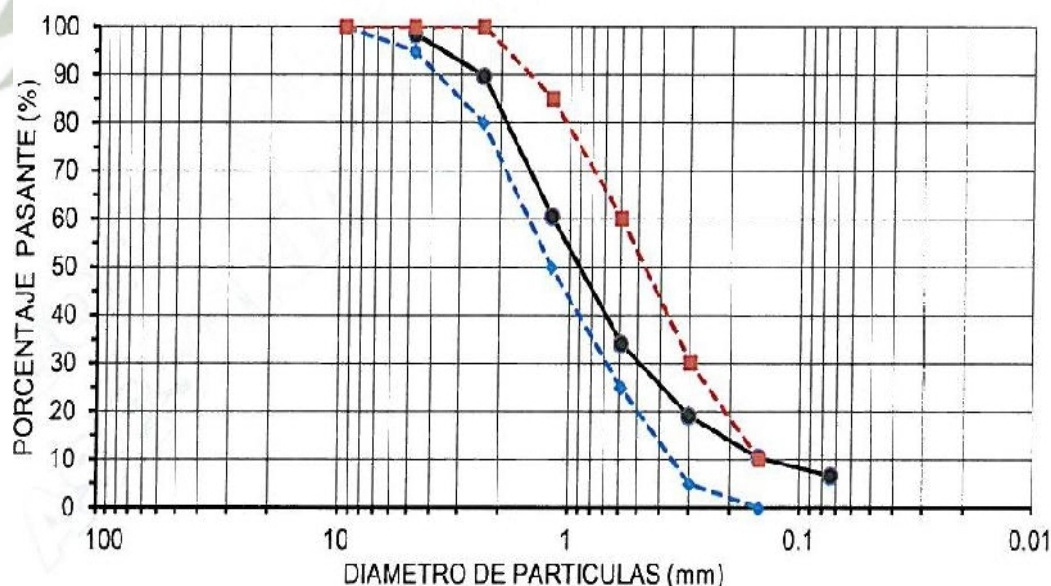
CLASIFICACIÓN	
TMN	¾"
MF	7.01

4.2.2.2 Análisis Granulométrico Agregado Fino

CUADRO N° 4.10. Granulometría Agregado Fino

Tamiz	Diámetro (mm)	Wret+T (gf)	WRET. (gf)	%Wret	%Total Retenido	%Total Pasante	+/-U al 95%
4"	101.60						
3 ½"	88.90						
3"	76.20						
2 ½"	63.50						
2"	50.80						
1 ½"	38.10						
1"	25.40						
¾"	19.10						
½"	12.70						
3/8"	9.52				0.0	100.0	
4	4.76	48.5	9.9	1.5	1.5	98.5	0.4
8	2.380	96.6	58.0	8.8	10.3	89.7	0.9
16	1.190	231.2	192.6	29.1	39.4	60.6	2.6
30	0.590	213.8	175.2	26.5	65.9	34.1	1.5
50	0.300	137.7	99.1	15.0	80.9	19.1	1.1
100	0.150	96.0	57.4	8.7	89.6	10.4	1.2
200	0.074	63.5	24.9	3.8	93.4	6.6	0.9
-200		82.4	43.8	6.6	100.0	0.0	

Curva Granulométrica Agregado Fino



$$MF (AF) = \frac{1.5 + 10.3 + 39.4 + 65.9 + 80.9 + 89.6}{100} = 2.9$$

CLASIFICACIÓN

MF 2.9

4.2.2.3 Peso Específico

Para el caso del agregado grueso el ensayo se realizó con las indicaciones de la norma ASTM C127 y la NTP 400.021; y para el agregado fino se usó la norma ASTM C128 y NTP 400.022

Elemento	Peso Específico
Grava	2.66 gf/cm ³
Arena	2.76 gf/cm ³

4.2.2.4 Peso unitario varillado y suelto

El ensayo se realizó con las indicaciones de la norma ASTM C29 y la NTP 400.017.

Peso Unitario Varillado - Grava

DESCRIPCION	DATOS
Peso de molde+muestra (gf)	9754
Peso del molde (gf)	6338.3
Peso de la muestra (gf)	3415.7
Volumen de molde (cm ³)	2130.6
Densidad (gf/cm ³)	1.603

Peso Unitario Suelto - Grava

DESCRIPCION	DATOS
Peso de molde+muestra (gf)	9327
Peso del molde (gf)	6338.3
Peso de la muestra (gf)	2988.2
Volumen de molde (cm ³)	2130.6
Densidad (gf/cm ³)	1.403

Peso Unitario Varillado - Arena

DESCRIPCION	DATOS
Peso de molde+muestra (gf)	9894
Peso del molde (gf)	6338.3
Peso de la muestra (gf)	3555.2
Volumen de molde (cm ³)	2130.6
Densidad (gf/cm ³)	1.669

Peso Unitario Suelto - Arena

DESCRIPCION	DATOS
Peso de molde+muestra (gf)	9426
Peso del molde (gf)	6338.3
Peso de la muestra (gf)	3087.7
Volumen de molde (cm ³)	2130.6
Densidad (gf/cm ³)	1.449

4.2.2.5 Humedad natural

El ensayo se realizó con las indicaciones de la norma ASTM C566 y NTP 339.185

Humanidad - Grava

ITEM	DESCRIPCION	DATOS
1	Peso de muestra húmeda+tara) (gf)	970.70
2	Peso de muestra seca+tara (gf)	969.30
3	Peso de tara (gf)	0.00
4	Contenido de humedad en %	0.14

Humanidad - Arena

ITEM	DESCRIPCION	DATOS
1	Peso de muestra húmeda+tara) (gf)	1272.00
2	Peso de muestra seca+tara (gf)	1238.00
3	Peso de tara (gf)	0.00
4	Contenido de humedad en %	2.75

4.2.2.6 Absorción

El ensayo para el agregado grueso se basó en la norma NTP 400.021 y el ensayo para el agregado fino en la norma NTP 400.022 obteniéndose los siguientes resultados:

Absorción - Grava

ITEM	DESCRIPCION	DATOS
1	Peso de la muestra saturada superficie seca (gf)	4154
2	Peso de muestra + canastilla) sumergida (gf)	2630
3	Peso canastilla sumergida (gf)	0
4	Peso muestra seca (gf)	4125
5	Peso muestra sumergida (gf)	2630
6	Volumen de la muestra (cm ³)	1524

ITEM	DESCRIPCION	DATOS
1	Peso Específico Aparente Saturado con superficie seca (gf/cm ³)	2.71
2	Peso Específico Nominal (gf/cm ³)	2.76
3	Absorción (%)	0.70

Absorción - Arena

ITEM	DESCRIPCION	DATOS
1	Peso de la muestra saturada + superficie seca (gf)	352.20
2	Peso de muestra + picnómetro de agua (gf)	888.70
3	Peso del picnómetro + agua	674.90
4	Peso muestra seca (gf)	342.90

ITEM	DESCRIPCION	DATOS
1	Peso Específico Aparente y Saturado con superficie seca (gf/cm ³)	2.48
2	Peso Específico Nominal (gf/cm ³)	2.66
3	Absorción (%)	2.71

4.2.2.7 Abrasión

El ensayo de Abrasión o Desgaste del Agregado Grueso es importante porque con ella conoceremos la durabilidad y la resistencia que tendrá el concreto hidráulico para la fabricación de losas, estructuras simples o estructuras que requieran que la resistencia del concreto sea la adecuada para ellas.

El ensayo que se aplicará a continuación da a conocer del agregado grueso el porcentaje de desgaste que este sufrirá en condiciones de roce continuo de las partículas y las esferas de acero. Esto nos indica si el agregado grueso a utilizar es el adecuado para el diseño de mezcla y la fabricación de concreto para la fabricación de losas y pisos.

A continuación determinamos la cantidad de material a ser ensayado por medio del cuadro N° 4.11 y del Tamaño máximo nominal del Agregado grueso.

$$TMN = \frac{3}{4}" \text{ (Agregado Grueso)}$$

CUADRO N° 4.11. Cantidad de cada de fracción de agregado para determinar el grado de la muestra

Tamices		Cantidades de cada fracción de tamaño de acuerdo con el grado de la muestra						
Pasa por	Retiene en	A	B	C	D	E	F	G
3"	2.5"					2500±50		
2.5"	2"					2500±50		
2"	1.5"					5000±50	5000±50	
1.5"	1"	1250±50					5000±50	5000±50
1"	3/4"	1250±50						5000±50
3/4"	1/2"	1250±50	2500±50					
1/2"	3/8"	1250±50	2500±50					
3/8"	1/4"			2500±50				
1/4"	N°4			2500±50				
N°4	N°8				5000±50			
Total		5000±50	5000±50	5000±50	5000±50	10000±50	10000±50	10000±50

Fuente: MTC E 207 - 2000



Determinación de pesos en mallas 1/2" y 3/8"

La sumatorio de pesos entre las malla 1/2" y 3/8" debe darnos 5000 gf según el cuadro N°4.08, el cual vendrá a ser nuestro peso inicial.

Determinamos la cantidad esferas a introducir en la máquina de los Ángeles

CUADRO N° 4.12. Determinación de la carga Abrasiva

GRADO DE LA MUESTRA	NUMERO DE ESFERAS	PESO DE CARGA EN GRAMOS
A	12	5000±25
B	11	4854±25
C	8	3330±20
D	6	2500±20
E	12	5000±25
F	12	5000±25
G	12	5000±25

La máquina se puso en marcha hasta completar 500 puesto que nuestro grado de la muestra es de tipo B.

Posteriormente se pesó el material retenido en la malla N°12 de la muestra saliente de la Maquina de los Ángeles.

$$\% \text{ de desgaste} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}}$$

$$\% \text{ de desgaste} = \frac{5000 - 3215}{5000}$$

$$\% \text{ de desgaste} = \frac{5000 - 3215}{5000} \times 100$$

$$\% \text{ de desgaste} = 35.7\%$$



4.2.3 Dosificación del Concreto Método ACI 211.1-84

a) Propiedades de los materiales

CUADRO N° 4.13. Resultados de Ensayos Arena y Grava

	ARENA	GRAVA
Humedad Natural	2.75	0.14%
Absorción	2.71	0.70%
Peso Volumétrico Suelto	1.45 gr/cm ³	1.4 gr/cm ³
Peso Volumétrico Varillado	1.67 gr/cm ³	1.60 gr/cm ³
Peso específico de los solidos	2.66	2.76
Módulo de fineza	2.9	
Forma de partículas	Sub Angulosa	Chancada
Cantera	Cachullo	Cachullo
Agua	Potable	

Para el diseño de mezclas se utilizó el método ACI (211.1-84), para la cual tomaremos los datos de las tablas antes mencionadas

Resistencia a la Compresión : 280 kgf/cm²

Relación Agua Cemento : 0.45 (**CUADRO N° 4.07**)

Slump : 3" (**CUADRO N° 4.05**)

Tamaño máximo de grava : ¾"

Cemento : Portland tipo V (**CUADRO N° 4.01**)

b) Volumen de Agua

Para la obtención del volumen de agua tomaremos como referencia el **CUADRO N° 4.06** (Requerimientos Aproximados de Agua de Mezclado y de Contenidos de Aire para Diferentes Valores de Asentamiento y Tamaños Máximos de Agregados), como también el Tamaño Máximo Nominal y el Asentamiento

$$TMN = \frac{3}{4}''$$

$$Asent. = 3''$$

$$Volumen \text{ de Agua} = 205 \text{ lt/m}^3$$

c) Relación Agua / Cemento

Según el **CUADRO N° 4.07**. (Máxima Relación Agua-Cemento Permisible para Concretos Sometida a Exposición Severa) obtendremos la relación agua / cemento

$$a / c = 0.45$$

d) Cantidad de Cemento

Para el cálculo del contenido de cemento utilizamos la siguiente expresión ya mencionada anteriormente

$$\text{Contenido de Cemento (kgf/m}^3\text{)} = \frac{\text{Agua de Mezclado (kg/m}^3\text{)}}{\text{Relacion (a/c)}}$$

$$C = \frac{A}{a/c} = \frac{205}{0.45} = 455.6 \text{ kgf / m}^3$$

e) Cantidad de Grava

La cantidad de grava será calculada según el **CUADRO N° 4.8**. (Volumen de Agregado Grueso por Unidad de Volumen de Concreto)

- TMN = $\frac{3}{4}''$
- Vol. De Grava = 0.610 m³ (obtenido por interpolación en cuadro 4.08)

- Para la obtención de la cantidad de Grava en peso usaremos la siguiente expresión :

$$\text{Cant. Agr. Grueso (kgf)} = [\text{CUADRO N}^\circ 4.08] \times [\text{PUSC Agr. Grueso (kgf/m}^3)]$$

$$\text{Cant. Agr. Grueso (kgf)} = 0.610\text{m}^3 \times 1600 \text{ (kgf/m}^3)$$

$$\text{Cant. Agr. Grueso (kgff)} = 976 \text{ kgf}$$

f) Cantidad de Arena

La Cantidad de Arena es igual a la diferencia entre el volumen unitario del concreto y la suma de los volúmenes absolutos de los ingredientes ya conocidos (cemento, agua, aire, agregado grueso).

$$\text{Vol. de Arena} = 1 - \left(\frac{205}{1 \times 1000} \right) + \left(\frac{0}{1000} \right) + \left(\frac{976}{2.76 \times 1000} \right) + \left(\frac{455.6}{3.15 \times 1000} \right)$$

$$\text{Vol. de Arena} = 0.297\text{m}^3$$

$$\text{Peso de Arena} = 0.297\text{m}^3 \times 2.66 \times 1000$$

$$\text{Peso de Arena} = 789.371\text{kgf}$$

g) Corrección por Humedad y Absorción

Generalmente los agregados utilizados en la preparación de un concreto, se encuentran húmedos por lo cual sus pesos secos se incrementan en el porcentaje de agua que contengan, tanto agua absorbida como superficial. Así el agua de mezclado añadida a la colada, debe ser reducida en una cantidad igual a la humedad libre aportada por los agregados, considerándose como tal el contenido total de humedad del agregado menos su porcentaje de absorción.

$$\text{Corrección} = 205 - \left(789.371 * \left(\frac{(2.750 - 1.650)}{100} \right) + 970 * \left(\frac{(0.140 - 2.710)}{100} \right) \right)$$

$$\text{Corrección} = 221.400\text{kgf}$$

h) Pesos Húmedos

$$\text{Peso Húmedo Arena} = 789.371 * \left(\frac{1 + 2.750}{100} \right) = 811.079\text{kgf}$$

$$\text{Peso Húmedo Grada} = 976 * \left(\frac{1 + 0.140}{100} \right) = 977.366\text{kgf}$$

4.2.3.1 Tablas Resumen

Material	Por peso p/1 m ³		Relación	Por volumen p/1 m ³
	Seco	Húmedo		
Agua	205.00	221.40	0.49	0.221
Cemento	455.56	455.56	1	0.145
Grava	976.00	977.37	2.15	0.354
Arena	789.37	811.08	1.78	0.297

Volumen de Revoltura

Para	40 [Its]
Materiales	Por Peso
Agua	8.86
Cemento	18.22
Grava	39.09
Arena	32.44

Cantidad realmente usada

Materiales	Por Peso
Agua	7.90
Cemento	18.22
Grava	39.09
Arena	32.44
TOTAL	97.66

Ajustando cantidades para 1 m³ de Concreto

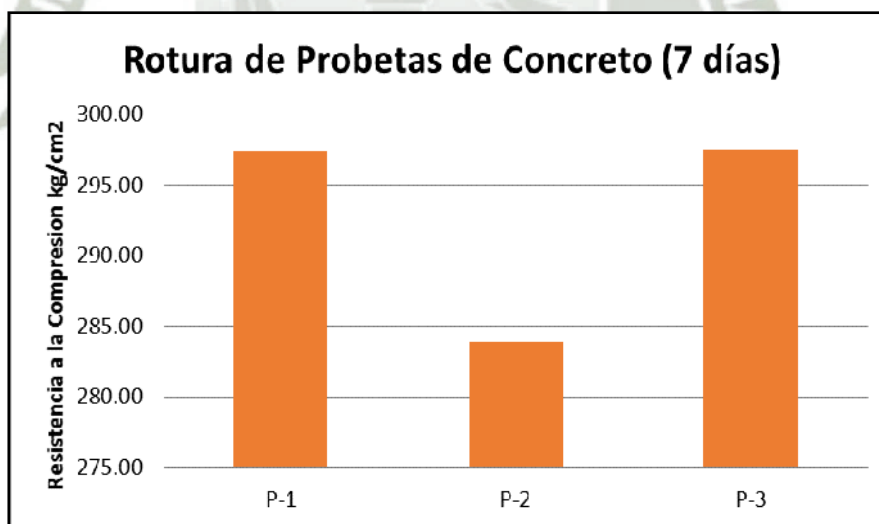
CUADRO N° 4.14. Dosificación concreto 280kgf/cm²

Material	Cantidades Secas				Cantidades Húmedas			
	Por Peso		Por Volumen		Por Peso		Por Volumen	
Agua	169.244	lts	0.169	m ³	175.684	lts	0.176	m ³
Cemento	376.098	Kgf	0.119	m ³	376.098	Kgf	0.119	m ³
Grava	960.609	Kgf	0.348	m ³	972.617	Kgf	0.352	m ³
Arena	861.894	Kgf	0.324	m ³	883.700	Kgf	0.332	m ³
Vacios			0.039	m ³			0.039	m ³
TOTAL	2367.846	Kgf	1.000	m³	2408.099	Kgf	1.019	m³

Verificación de resultados

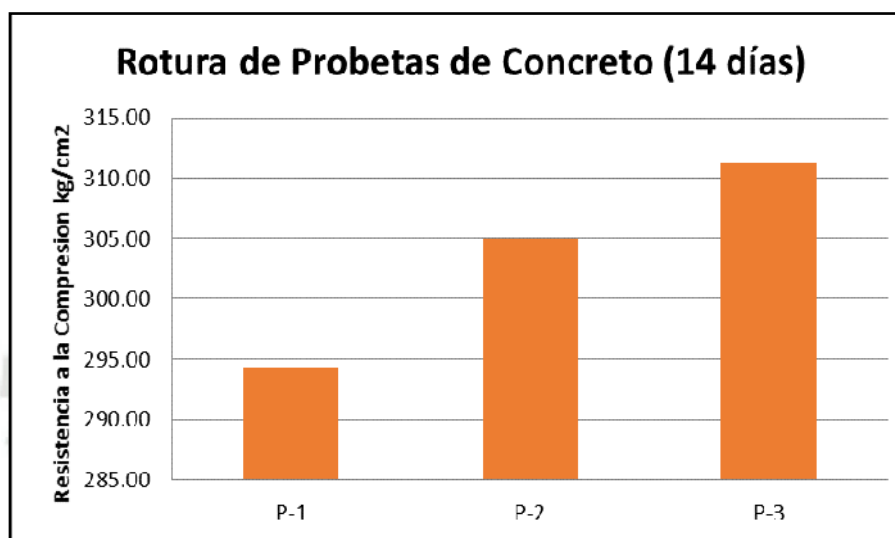
4.2.3.2 Ensayo de Esfuerzo a Compresión a los 7 días

Probeta Cilindrica	D1 (cm)	D2 (cm)	DIAMET. PROM. (cm)	AREA (cm ²)	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)	Observación	Esfuerzo Promedio (kgf/cm ²)
P-1	29.98	29.98	29.98	705.92	209954	297.42	ok	292.92
P-2	30.00	29.99	30.00	706.62	200596	283.88	ok	
P-3	30.00	29.97	29.99	706.15	210053	297.46	ok	



4.1.1.1 Ensayo de Esfuerzo a Compresión a los 14 días

Probeta Cilíndrica	D1 (cm)	D2 (cm)	DIAMET. PROM. (cm)	AREA (cm ²)	CARGA (kgf)	ESFUERZO (kgf/cm ²)	Observación	Esfuerzo Promedio (kgf/cm ²)
P-1	29.99	29.98	29.99	706.15	207841	294.33	ok	303.53
P-2	30.00	29.99	30.00	706.62	215482	304.95	ok	
P-3	29.97	29.98	29.98	705.68	219652	311.31	ok	



4.3 DIMENSIONAMIENTO DEL ESPESOR DE LA LOSA DEL PAVIMENTO

4.3.1 Procedimiento de diseño

El objetivo fundamental de la ecuación AASTHO 93 descrita en el Capítulo 3 (ítem 3.1.2 Procedimiento de Diseño) es obtener el espesor de la losa de pavimento rígido mediante la relación matemática entre las variables de diseño (tráfico, confiabilidad estadística, serviciabilidad, calidad del material de base o subrasante, calidad del concreto, calidad del drenaje, transferencia de carga entre losas)

A continuación se desarrollarán cada una de las variables de diseño las cuales son el Espesor, Serviciabilidad, Tránsito, Transferencia de carga, Propiedades del concreto, Resistencia a la subrasante, Drenaje y Confiabilidad.

a) Espesor.

El espesor del pavimento de concreto es la variable que se pretende determinar al realizar un diseño, el resultado del espesor se ve afectado por todas las demás variables que intervienen en los cálculos. Para determinar el espesor del pavimento aplicaremos la fórmula AASTHO 93 para el diseño de pavimento rígidos

b) Serviciabilidad

Como la serviciabilidad se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (autos y camiones) que circulan en la vía, se mide en una escala del 0 al 5 en donde 0 (cero) significa una calificación para pavimento intransitable y 5 (cinco) para un pavimento excelente. La serviciabilidad es una medida subjetiva de la calificación del pavimento, sin embargo la tendencia es poder definirla con parámetros medibles.

b.1) Serviciabilidad Inicial (Po): Es la condición que tiene un pavimento inmediatamente después de la construcción del mismo, para su elección es necesario considerar los métodos

de construcción, ya que de esto depende la calidad del pavimento. Usando buenas técnicas de construcción, el pavimento de concreto puede tener una serviciabilidad $P_o = 4.7$ ó 4.8.

Para nuestro proyecto se asumirá un $P_o=4.7$ por razones de seguridad

b.2) Serviciabilidad Final (Pt): Tiene que ver con la calificación que esperamos tenga el pavimento al final de su vida útil, o bien, el valor más bajo que pueda ser admitido, antes de que sea necesario efectuar una rehabilitación, un refuerzo o la reconstrucción del pavimento.

Para nuestro diseño el P_f será 1.8 por ser zona industrial.

CUADRO N° 4.15. Serviciabilidad por tipo de Caminos

TIPOS DE CAMINO	Serviciabilidad Final (Pt)
Autopistas	2.5
Carreteras	2.0
Zonas industriales	1.8
Pavimentos urbanos principales	1.8
Pavimentos urbanos secundarios	1.5

Fuente: Guía para el Diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

c) Tránsito

La metodología AASHTO considera la vida útil de un pavimento relacionado al número de repeticiones de carga que podrá soportar el pavimento antes de llegar a las condiciones de servicio final predeterminadas para el camino. El método AASHTO utiliza en su formulación el número de repeticiones esperadas de carga de Ejes Equivalentes, es decir, que antes de entrar a las fórmulas de diseño, debemos transformar los Ejes de Pesos Normales de los vehículos que circulan por el camino, en Ejes Sencillos Equivalentes de 18 kips (8.2Ton) también conocidos como ESAL's.

$$N_{rep} \text{ de } EE_{8.2TN} = 85074856.91$$

d) Tránsito de carga

También se conoce como coeficiente de transmisión de carga (J) y es la capacidad que tiene una losa del pavimento de transmitir las fuerzas cortantes con sus losas adyacentes, con el objetivo de minimizar las deformaciones y los esfuerzos en la estructura del pavimento. Mientras mejor sea la transferencia de cargas, mejor será el comportamiento de las losas del pavimento.

CUADRO N° 4.16.Valores de coeficiente de transmisión de carga J.

TIPO DE PAVIMENTO	Elementos de transmisión de carga Concreto hidráulico	
	SI	NO
No reforzado o armado con juntas	2.5 - 3.2	3.6 - 4.2
Armado continuo	2.3 - 2.9	-

Fuente: Guía para el Diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

Para nuestro diseño:

$$J = 2.5$$

Teniendo un ESAL de más de 5 millones se realizará un diseño de pasajuntas

e) Propiedades del concreto

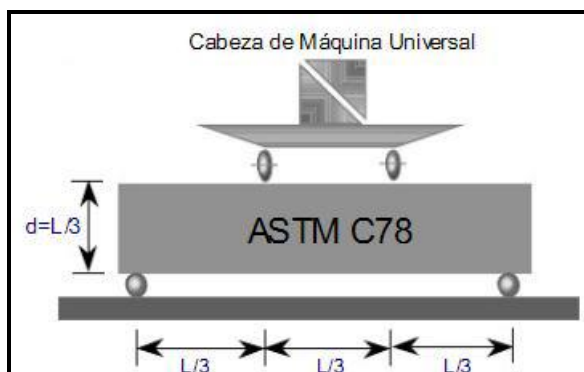
Los datos del concreto que influyen en el diseño y en su comportamiento a lo largo de su vida útil son:

- Resistencia a la tensión por flexión o Módulo de Ruptura (MR)
- Módulo de elasticidad del concreto (E_c)

e.1) Cálculo del Módulo de Ruptura (MR)

Existe una prueba normalizada por la ASTM C78 para la obtención del módulo de ruptura la cual consiste en aplicar carga a la viga de concreto en los tercios de su claro de apoyo.

FIGURA N° 4.01. Ensayo ASTM C78



Para realizar este ensayo se acondicionó el equipo de compresión colocándole los apoyos requeridos para el realizar el ensayo, posteriormente se realizó el ensayo para la obtención del Módulo de Rotura

FIGURA N° 4.02. Procedimiento de ensayo ASTM C78



Acondicionamiento de la Máquina para el Ensayo



Rotura de Viga



Al finalizar el ensayo se obtuvo el Módulo de Rotura MR

$$\mathbf{MR = 678.6 \quad PSI}$$

Podemos verificar el valor obtenido del MR de ensayo, con el valor obtenido de la resistencia a compresión de diseño con la siguiente expresión del ACI (Método Aproximado)

$$\boxed{MR = S'_c = k (f'_c)^{0.5}} \quad 7 < k < 12$$

Dónde:

f'_c = Resistencia a compresión del concreto en psi.

$$\boxed{280 \text{ kg/cm}^2 = 3982.54 \text{ PSI}}$$

$$\boxed{S'_c = 10 (3982.54)^{0.5}}$$

$$\boxed{S'_c = 631.07 \text{ PSI}}$$

Por los datos obtenido del MR por medio del ensayo ASTM C78 y por medio de la fórmula de aproximación del ACI se puede indicar que existe una variación de 46.93 PSI

e.2) Cálculo del Módulo de Elasticidad del concreto (E_c)

El American Concrete Institute (ACI) estima el valor del módulo de elasticidad del hormigón para losas de concreto como:

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c}$$

$$280 \text{ kgf/cm}^2 = 27.46 \text{ MPA}$$

$$E_c = 4700 \sqrt{27.46}$$

$$E_c = 24629.08 \text{ MPA}$$

$$E_c = 3572134.4 \text{ PSI}$$

f) Resistencia a Subrasante (k)

El módulo de reacción del suelo corresponde a la capacidad portante que tiene el terreno natural en donde se soportará el cuerpo del pavimento.

Dado que la prueba de placa es tardada y cara, el valor de k , es usualmente estimado por correlación a una prueba simple, tal como la Relación de Soporte de California (CBR). El resultado es válido ya que no se requiere una determinación exacta del valor de k ; las variaciones normales de un valor estimado no afectan apreciablemente los requerimientos del espesor del pavimento.

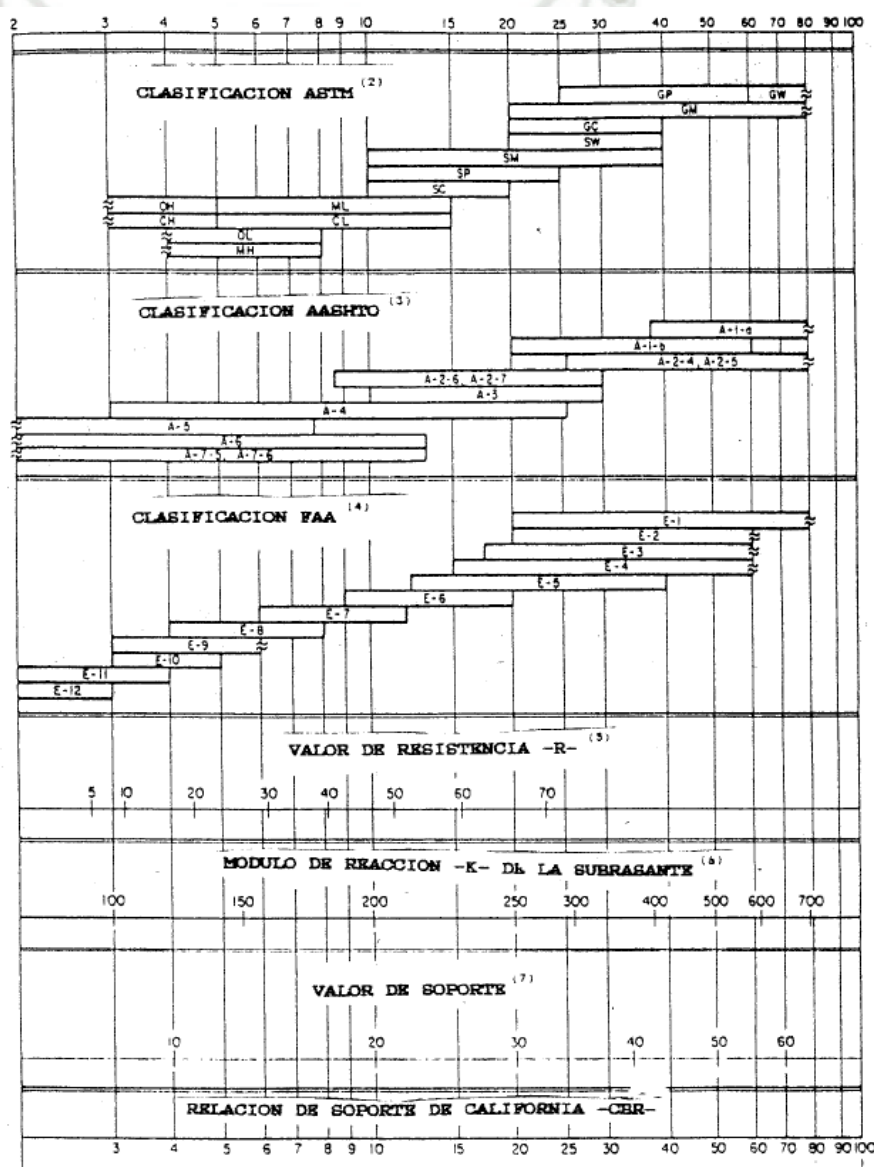
Según el MTC el valor del CBR de diseño estará referido al 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) y a una penetración de 2.54mm (1"), y se calculará tomando el valor promedio si los resultados son similares, y si estos no lo son se deberá tomar el valor más bajo

Resultados del CRB obtenidos en el estudio de suelos

CALICATA	VALOR DEL CBR AL 95%	VALOR DEL CBR AL 95% (crítico)
N°01	26.9%	26.9 %
N°03	40.3%	

El diseño de la Resistencia a la Subrasante de realizará con un CBR promedio considerando igual flujo vehicular para todo el tramo de estudio y lo determinaremos usando la Figura N°4.03

FIGURA N°4.03. Relación aproximada entre los valores de k y otras propiedades del suelo



Fuente: MTC Sección Suelos y Pavimentos

De la figura obtenemos:

$$K = 309 \text{ PCI}$$

g) Drenaje

En cualquier tipo de pavimento, el drenaje es un factor importante en el comportamiento de la estructura del pavimento a lo largo de su vida útil y por lo tanto en el diseño del mismo. Se puede evaluar mediante el coeficiente de drenaje (Cd) el cual depende de:

- Calidad del drenaje el cual está dado por el tiempo que tarda el agua infiltrada en ser evacuada de la estructura del pavimento
- Exposición a la saturación el cual es el porcentaje de tiempo durante el año en que un pavimento está expuesto a niveles de humedad que se aproximan a la saturación.

En el siguiente cuadro se define varias condiciones de drenaje

CUADRO N° 4.17.Calidad de Drenaje

Calidad de Drenaje	Tiempo en que tarde el agua en ser evacuada
Excelente	El suelo libera el 50% de agua en 2 horas
Bueno	El suelo libera el 50% de agua en 1 día
Mediano	El suelo libera el 50% de agua libre en 7 días
Malo	El suelo libera el 50% de agua libre en 1 mes
Muy Malo	El agua no evacua

Fuente: Guía para el Diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993.

Valores para el coeficiente de drenaje

CUADRO N° 4.18.Determinación del Drenaje

Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad próximo a la saturación			
	Menos del 1%	1% - 5%	5% - 25%	más del 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Mediano	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Mala	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy malo	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: Guía para el Diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993.

Al estar ubicado en una zona de alto nivel de humedad y con una calidad de drenaje buena tenemos un:

$$Cd = 1.10$$

h) Confiabilidad

La confiabilidad está definida como la probabilidad de que el sistema de pavimento se comporte de manera satisfactoria durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación.

La confiabilidad para este tipo de vías con las características que presenta será de:

$$R = 85 \%$$

La desviación estándar está dado por

CUADRO N° 4.19. Determinación de la Desviación Estándar

CONDICIÓN DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S ₀)	
	Pav. rígido	Pav. flexible
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.34	0.44
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.39	0.49

Guía AASHTO "Diseño de estructuras de pavimentos, 1993

Según los parámetros de diseño de nuestra vía tenemos:

$$S_o = 0.34$$

En la siguiente tabla se concentran los datos calculados de las diferentes variables para poder entrar al nomograma y obtener el espesor de la losa.

CUADRO N° 4.20.Resumen de Variables de Diseño

Nombre de la variable	Valor
Resistencia a Subrasante (k = PCI)	309 PCI
Módulo de elasticidad del concreto (Ec = PSI)	3572134.4
Módulo de Ruptura (MR = PSI)	678.6
Coeficiente de transferencia de carga (J)	2.5
Coeficiente de drenaje (Cd)	1.10
Pérdida de serviciabilidad (ΔPSI)	2.9
Confiabilidad (R = %)	85 %
Desviación estándar (So)	0.34
Carga equivalente (ESAL)	84291478.85

Introduciendo datos en la Igualdad:

FIGURA N° 4.04. Cálculo del Espesor de Losa

$$84291478.85 = -0.841 \times 0.34 + 7.35 \log_{10}(D + 1) - 0.006 + \frac{\log_{10}\left(\frac{2.7}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 \times 2) \times \log_{10}\left(\frac{678.6 \times 1.10 (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times 2.5 \left(D^{0.75} - \frac{18.42}{(3.5 \times 10^6 / 309)^{0.25}}\right)}\right)$$

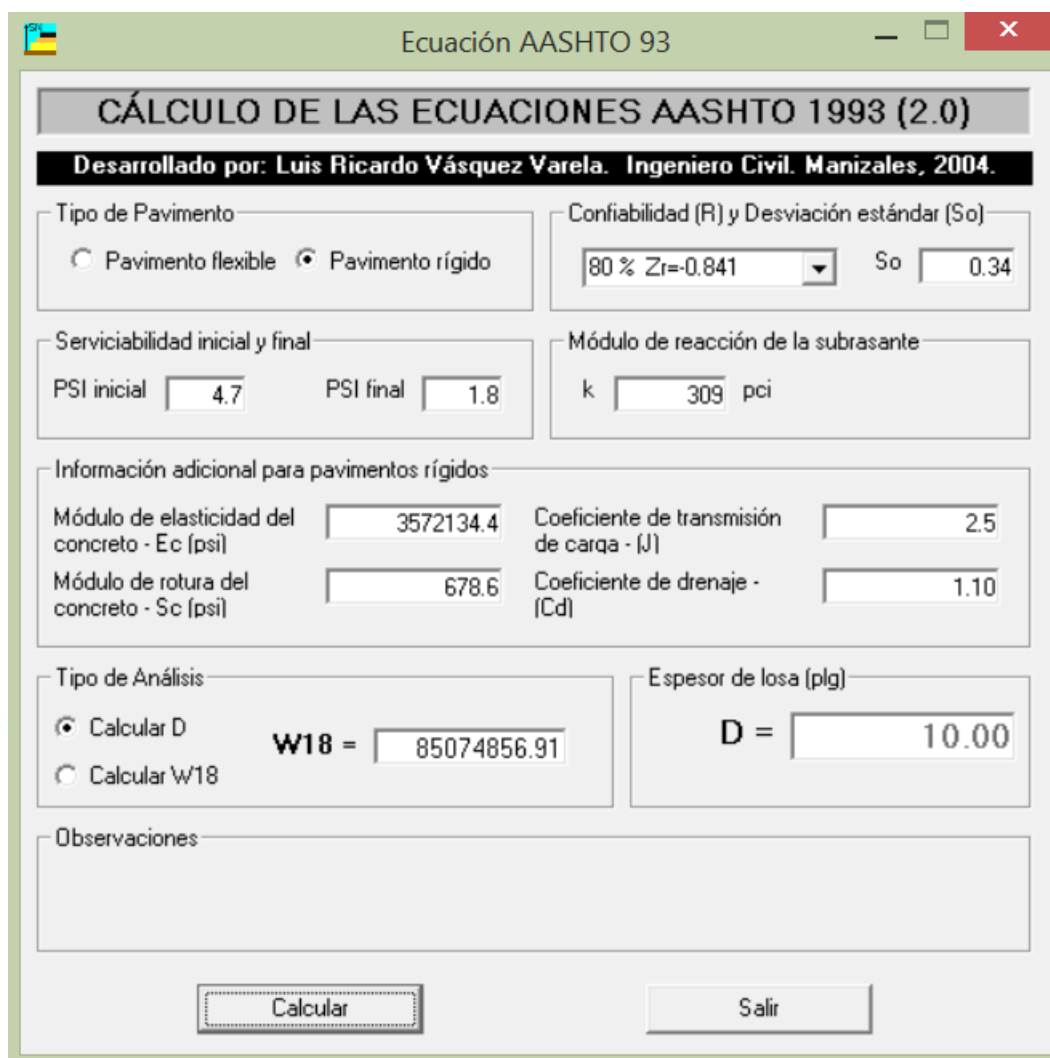
E

Espesor de Losa (D) = 10 plg

4.4 Aplicación del software “ECUACIÓN AATHO 93” (Versión 2.0)

Con los variables de diseño ya calculadas se introdujo al software “ECUACIÓN AATHO 93” (Versión 2.0)

FIGURA N° 4.05. Datos en Software



Ecuación AASHTO 93

CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)

Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2004.

Tipo de Pavimento

☐ Pavimento flexible ☒ Pavimento rígido

Confiability (R) y Desviación estándar (So)

80 % $Z_r = -0.841$ So 0.34

Serviciabilidad inicial y final

PSI inicial 4.7 PSI final 1.8

Módulo de reacción de la subrasante

k 309 pci

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi) 3572134.4 Coeficiente de transmisión de carga - (J) 2.5

Módulo de rotura del concreto - S_c (psi) 678.6 Coeficiente de drenaje - (Cd) 1.10

Tipo de Análisis

☒ Calcular D **W18 = 85074856.91**

☐ Calcular W18

Espesor de losa (plg)

D = 10.00

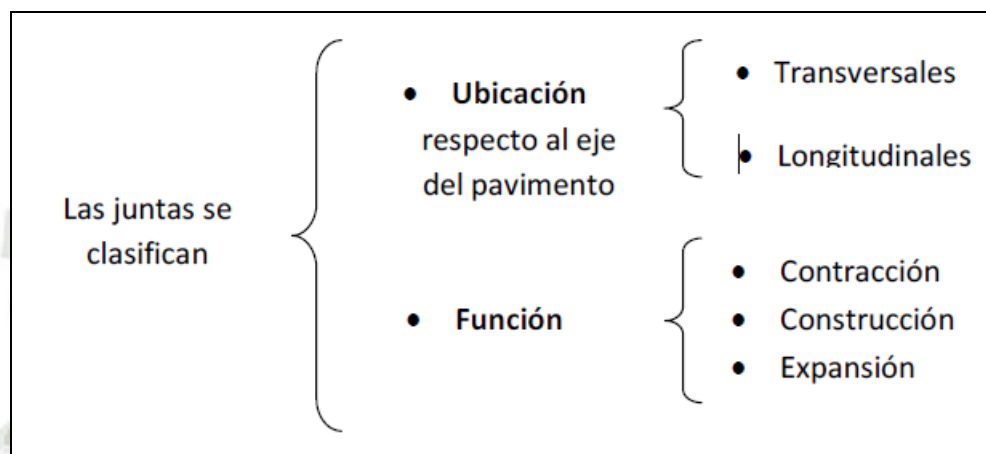
Observaciones

Calcular **Salir**

Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993/“ECUACIÓN AATHO 93” (Versión 2.0)

4.5 Diseño de Juntas

Los tipos de juntas más comunes en los pavimentos rígidos caen dentro de dos clasificaciones: transversales y longitudinales que a su vez se clasifican como de contracción, construcción y de expansión.



4.5.1 Juntas según su ubicación

4.5.1.1 Juntas longitudinales y Transversales

Las variaciones de temperatura y humedad ocasionan cambios de volumen y deformación de las losas, generando esfuerzos de tracción y contracción. Para reducir los efectos destructores de estos esfuerzos es necesario dividir el pavimento en una serie de placas de dimensiones predeterminadas.

Las juntas tienen las siguientes funciones:

- Controlar el agrietamiento trasversal y longitudinal
- Dividir el pavimento en secciones adecuadas para el proceso constructivo
- Permitir el movimiento de alabeo de las losas
- Proveer la caja para el material de sello
- Permitir la transferencia de carga entre las losas

Existen dos tipos de juntas las cuales son:

- a) Juntas Longitudinales: Son las delimitan los carriles por donde transitan los vehículos.
- b) Juntas Transversales: Están dispuestas en sentido transversal a las juntas longitudinales.

Según el MTC en su Manual de Carreteras, dimensiona las losas según el siguiente cuadro

CUADRO N° 4.21. Dimensiones de Losas

Ancho del Carril (m)= Ancho de la Losa (m)	Longitud de Losa (m)
2.70	3.30
3.00	3.70
3.30	4.10
3.60	4.50

Como nuestro tramo de estudio tiene ancho de calzada es de 6m y un ancho de vía de 3m, la longitud de paño de losa será de 3.70m

Por lo tanto nuestra junta longitudinal está ubicada al centro de la calzada y la junta transversal cada 3.70 m

AATHO 93 recomienda la utilización de pasajuntas cuando el número de ejes equivalentes sea mayor de 5 millones de ESAL's. y donde el tráfico pesado sea mayor al 25% del tráfico total.

4.5.2 Juntas según su función

4.5.2.1 Juntas de Expansión

La función de una junta de expansión es la de aislar las intersecciones de pavimentos y aislar elementos estructurales del pavimento.

Se utiliza cuando se requieren transferencias de carga a través de las juntas. Esta junta tiene relleno de $\frac{3}{4}$ (19mm.) de

material compresible y está prevista de barras de acero para transferencia de carga (figura N°4.06).

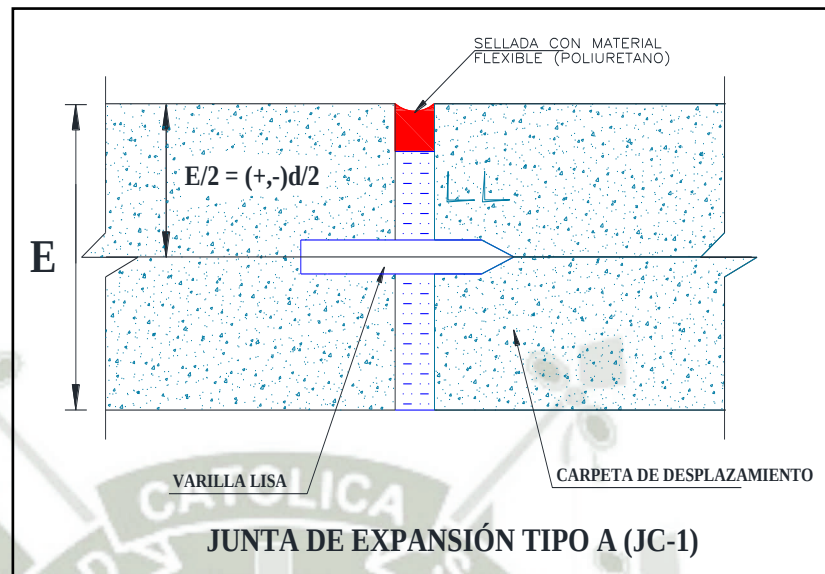


FIGURA N° 4.06. Junta de expansión tipo A (JC-1)

Para nuestro tramo de estudio por causas principalmente de un elevado nivel de Ejes Equivalente (> a 5 millones) se toma en consideración este tipo de Junta de Expansión, la cual adiciona un acero de refuerzo en la estructura.

4.5.2.2 Juntas de Construcción

Las juntas de construcción son necesarias cuando por razones imprevistas se suspende el vaciado de hormigón sin cubrir las dimensiones previstas, cuando dos placas colindantes son vaciadas en diferentes días o entre líneas de pavimentación.

Ya que este procedimiento es inevitable por razones de procedimientos constructivos, tomaremos como referencia el tipo de junta tipo JC-2, el cual se detalla en la (figura N°4.07).

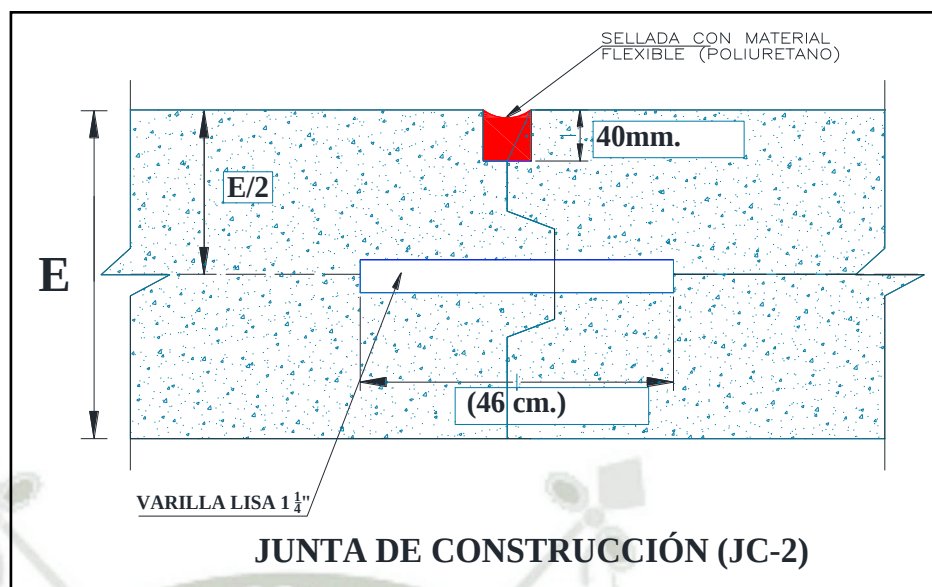


FIGURA N° 4.07. Junta de construcción tipo JC-2

4.5.2.3 Juntas de Contracción

La función de las juntas de contracción es la de controlar las fisuras del pavimento producidas por la disminución del contenido de humedad o por los cambios de temperatura. Las juntas de contracción también disminuyen los esfuerzos causados por las deformaciones de losa.

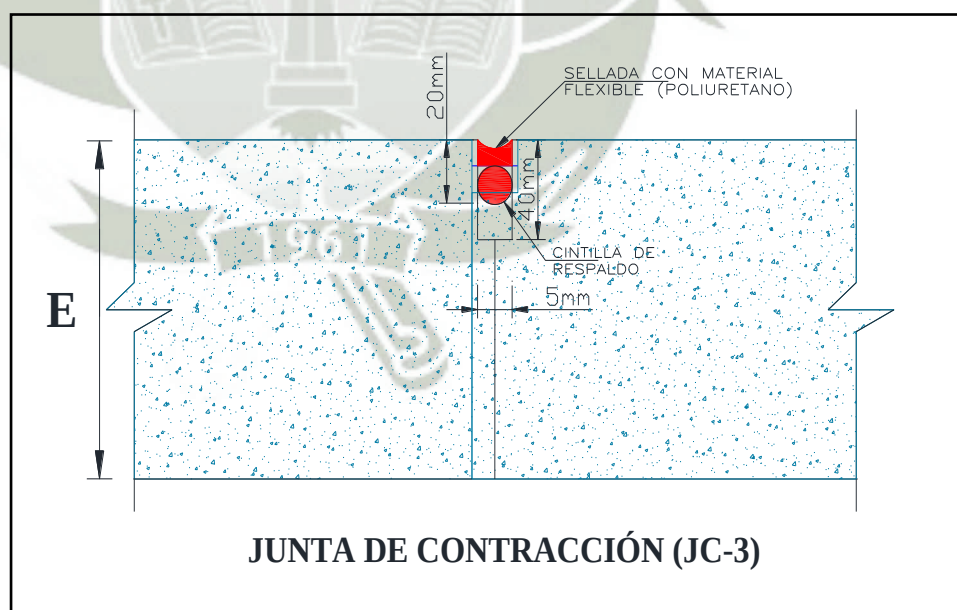


FIGURA N° 4.08. Junta de construcción tipo JC-3

4.5.3 Diseño del Pasajuntas

Las pasajuntas son barras de acero liso y redondo colocadas transversalmente a las juntas para transferir las cargas del tráfico sin restringir los movimientos horizontales de las juntas. Además mantienen a las losas alineadas horizontal y verticalmente.

La función de las pasajuntas es reducir las deflexiones y los esfuerzos en las losas de concreto, así como el potencial de diferencias de elevación en las juntas, bombeo (expulsión de finos a través de las juntas) y rupturas en las esquinas. Por lo que toda esta reducción de deflexiones y esfuerzos en las losas al transmitir efectivamente la carga a lo largo de las juntas se traduce en un incremento en la vida de servicio del pavimento.

La Universidad Nacional Autónoma de México publicó una guía denominada “Diseño y Conservación de Pavimentos Rígidos” que emplea criterios prácticos para su diseño. El cuadro N°4.22 muestra algunos valores recomendados a manera de guía.

CUADRO N° 4.22. Diámetros y longitudes de las pasajuntas de acuerdo al espesor de la losa.

Espesor de losa en (cm)	Diámetro de pasajuntas (pulgadas)	Longitud de pasajunta en (cm)
12.5	5/8	30
15	3/4	36
18	7/8	36
20	1	36
23	1 1/8	40
25	1 1/4	46
28	1 3/8	46
31	1 1/2	51

Fuente: Diseño y Conservación de Pavimentos Rígidos
Universidad Nacional Autónoma de México

Sin embargo es recomendable emplear pasajuntas de diámetros de 1 ¼" para espesores de losa mayores de 25cm y de 1" para espesores iguales o menores a 25 cm.

Para el caso del espaciamiento tomaremos como guía las recomendaciones del ACI en su *"Norma y métodos recomendados Internacionales aeródromos (Anexo 14 O.A.C.I.1999)"*

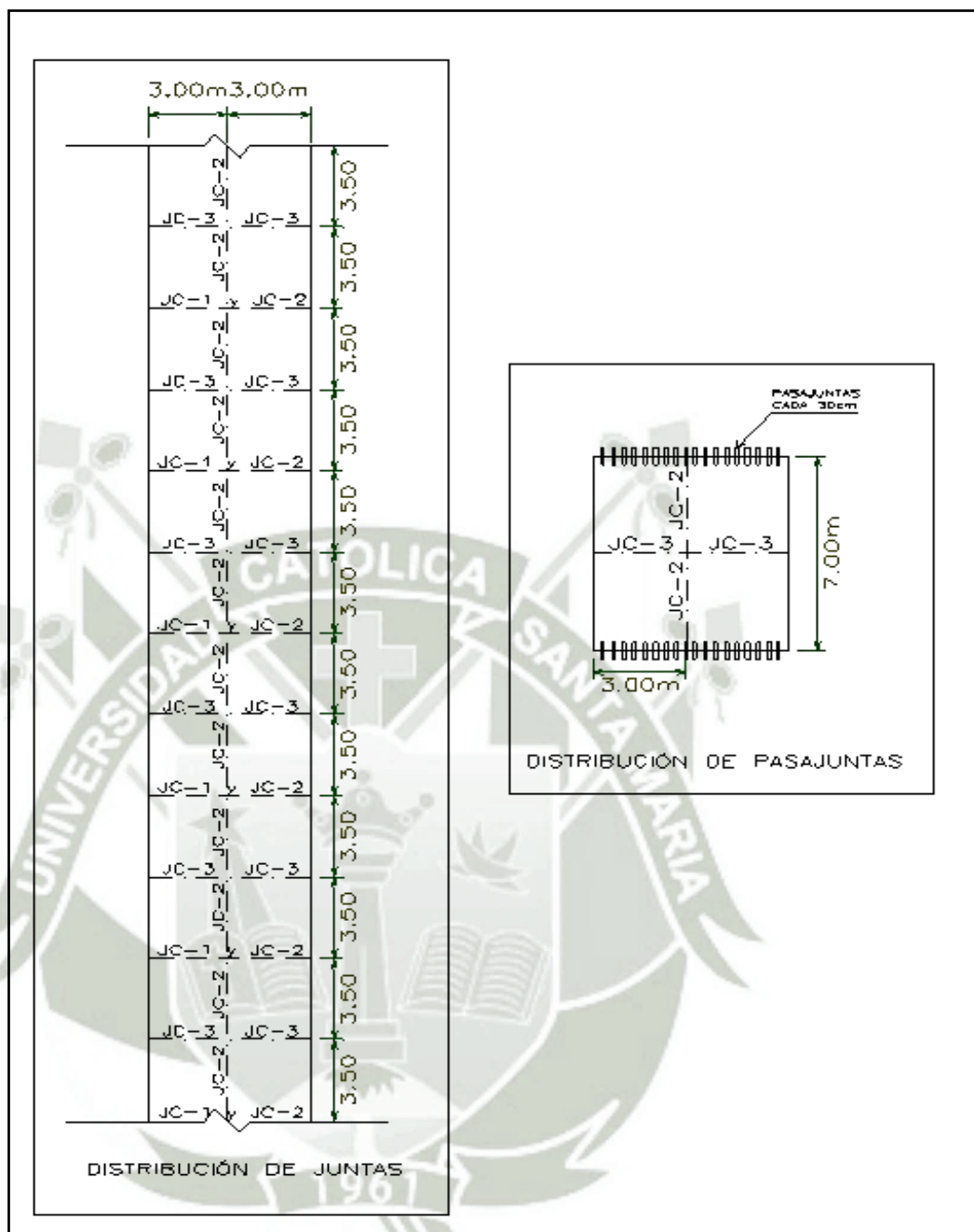
CUADRO N° 4.23. Espaciamiento de los Pasajuntas de acero

Espesor losa	Espaciamiento
6-7 " (150 – 180 mm)	12 " (305 mm)
8-12 " (210 – 305 mm)	12 " (305 mm)
13-16 " (330 – 405 mm)	15 " (380 mm)
17-20 " (430 – 510 mm)	18 " (460 mm)
21-41 " (535 – 610 mm)	18 " (460 mm)

Fuente: ACI *"Norma y métodos recomendados Internacionales Losas de concreto (Anexo 14 O.A.C.I.1999)"*

4.5.4 Disposición de las Juntas

La disposición de las juntas en el pavimento está definida por la propiedades de los diferentes tipos de juntas, de tal manera que ellas realicen su función específica. La figura 4.09 muestra una distribución típica de uniones de juntas.



F

FIGURA N° 4.09. Disposición de Juntas

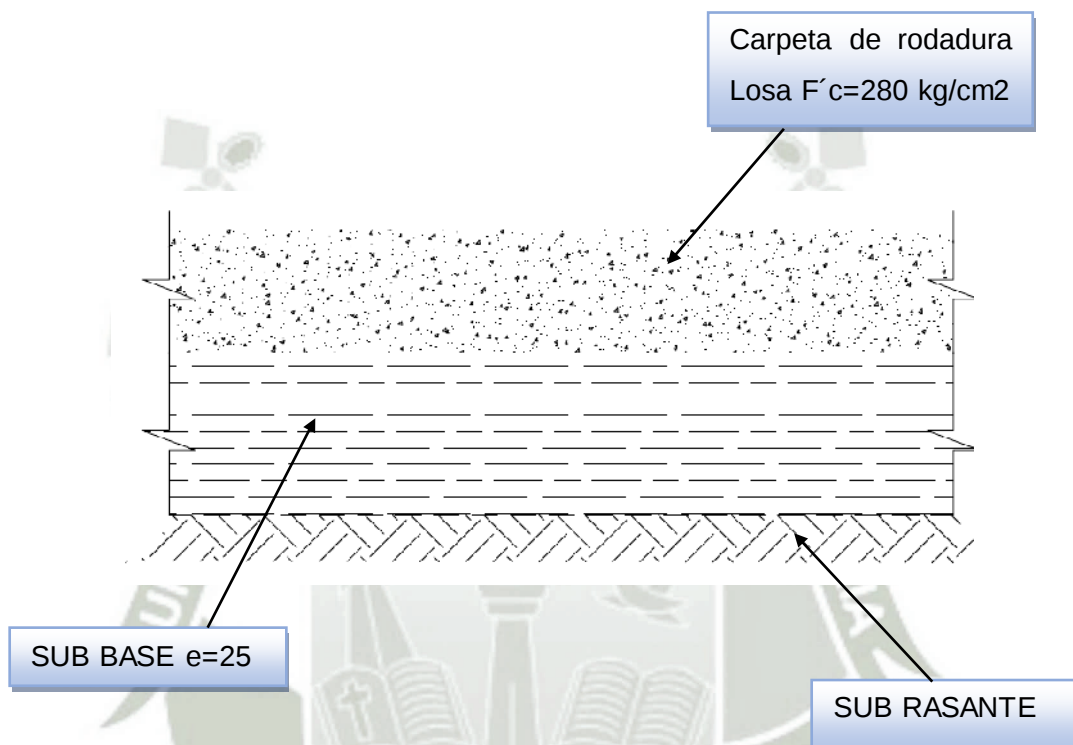
**Ver anexo N°02 PLANOS COMPLEMENTARIOS - PLANO E-01-
PLANO DE PAVIMENTOS Y JUNTAS**

CAPÍTULO 5.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y CONTROL DE CALIDAD

5.1 Construcción y Conformación de la Subsanaste

Para la conformación de la Subrasante las siguientes condiciones mínimas de calidad:

FIGURA Nº 5.01. Especificaciones de colocación del pavimento rígido



Carpeta de Rodadura: La carpeta de rodadura debe tener un acabado semipulido en la parte superior. El espesor debe ser de acuerdo al diseño obtenido en el cálculo. Como opción adicional se le puede aplicar endurecedor en una dosificación para tránsito elevado (4 kg/cm^2)

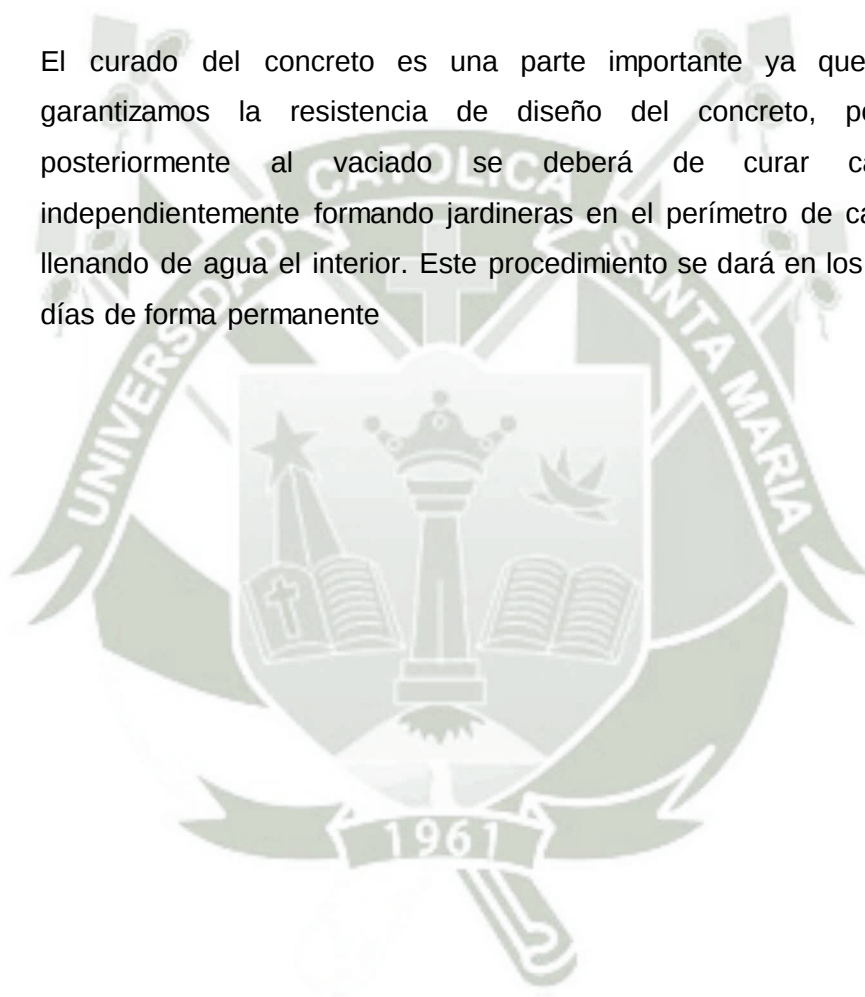
Sub base: Esta capa consta de 25 cm de material granular o afirmado y deberá ser compactada al 95% del Proctor Modificado Y y un CBR al 80% como mínimo

Sub rasante: Este nivel se deberá retirar el material orgánico. Como muestran los ensayos de las calicatas a este nivel se deberá encontrar roca pura. Lo cual dará buena performance a la estructura

5.2 Procedimiento de vaciado y Colocación de juntas de Construcción

Los paños deberán ser vaciados alternadamente para evitar fisuramientos o rajaduras, preferiblemente en horas de mañana o al finalizar el día para evitar las inclemencias de las altas temperaturas

El curado del concreto es una parte importante ya que con esta garantizamos la resistencia de diseño del concreto, por lo que posteriormente al vaciado se deberá de curar cada paño independientemente formando jardineras en el perímetro de cada paño y llenando de agua el interior. Este procedimiento se dará en los próximos 3 días de forma permanente



CAPÍTULO 6.- ANÁLISIS ECONÓMICO

Para el análisis económico se realizó un análisis de costos unitarios para las 2 principales partidas en la ejecución del pavimento rígido las cuales con

1. Concreto para Pavimento rígido

Partida		CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDO			Rend: 100.00 M2/DIA		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
001	CAPATAZ	HH	0.700	0.0560	20.06	1.12	
002	OPERARIO	HH	2.000	0.160	18.24	2.92	
004	PEON	HH	2.000	0.160	13.14	2.92	
						6.96	
Materiales							
005	CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=280$ kg/cm ² TMN (AG) ¾"	M3		0.250	450	112.50	
006	CLAVOS CON CABEZA 2 1/2" , 3" , 4"	KG		0.0060	3.85	0.02	
	PASAJUNTAS DE ACERO LISO 1 ¼"	KG		19.04	2.61	49.69	
007	MADERA TORNILLO	P2		0.9860	4.95	4.88	
						167.09	
Equipo							
012	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	20.24	0.61	
						11.28	
Costo unitario por M2 :						185.33	

2. Remoción de Pavimento Asfáltico

Partida		REMOCIÓN DE PAVIMENTO ASFALTICO			Rend: 1200.00 M2/DIA		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
001	CAPATAZ	HH	0.100	0.0007	20.06	0.014	
002	OPERARIO	HH	2.000	0.0133	18.24	0.243	
003	OFICIAL	HH	1.000	0.0067	15.28	0.102	
004	PEON	HH	4.000	0.0267	13.14	0.351	
						0.710	
Equipo							
012	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.21	0.11	
008	COMPRESORA NEUMATICA 76 HP 125-175 PCM	HM	1.000	0.0067	46.61	0.31	
009	CARGADOR SOBRE LLANTAS	HM	1.000	0.0067	120	0.80	
010	MARTILLO NEUMATICO DE 24 KG	HM	0.330	0.0022	6.35	0.01	
						1.23	
Costo unitario por ML :						1.94	

1. Colocación de las Juntas de Contracción

Partida		COLOCACION DE JUNTAS DE CONSTRUCCION				Rend: 150.00 M2/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
001	Mano de Obra						
002	CAPATAZ	HH	0.500	0.0267	20.06	0.53	
004	OPERARIO	HH	1.000	0.0533	18.24	0.97	
004	PEON	HH	1.000	0.0533	13.14	0.70	
						2.20	
011	Materiales						
	ARENA FINA	M3		0.001	48.61	1.71	
013	ASFALTO RC-250	GL		0.060	8.82	0.59	
						2.30	
012	Equipo						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.21	0.11	
						0.11	
Costo unitario por ML :							4.61

De igual forma la colocación de juntas tendrá un costo por Metro cuadrado de 4.61 soles.

Análisis de costo unitarios (ACUS)

A continuación se realizará el análisis de costos unitarios de las partidas necesarias para la ejecución de este proyecto, para obtener el presupuesto final

Partida 01.01.01		ALMACÉN, OFICINA Y CASETA DE GUARDINANIA				Rend: 8000.00 GLB/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
002	Mano de Obra						
003	OPERARIO	HH	1.000	0.001	18.24	0.018	
	OFICIAL	HH	1.000	0.001	15.28	0.018	
						0.036	
011	Materiales						
	CASETA PREFABRICADA DE MADERA TORNILLO	BLB		1.0000	6000	6000	
						6000	
012	Equipo						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.97	0.0485	
						0.0485	
Costo unitario por UND :							6000.08

Partida 01.01.02 ALMACÉN, OFICINA Y CASETA DE GUARDINANIA							
Rend: 8000.00 GLB/DIA							
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
002	Mano de Obra						
	OPERARIO	HH	1.000	0.001	18.24	0.018	
003	OFICIAL	HH	1.000	0.001	15.28	0.018	
						0.036	
011	Materiales						
	CASETA PREFABRICADA DE MADERA TORNILLO	BLB		1.0000	4000	6000	
						4000	
012	Equipo						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.97	0.0485	
						0.0485	
Costo unitario por UND :							4000.08

Partida 01.01.03 SERVICIOS HIGIENICOS (ALQUILER 4 BAÑOS POR MES)							
Rend: 900.00 UND/MES							
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	BAÑO PORTATIL	UND.		1.00	900	900	
						900	
Costo unitario por UND :							900

Partida 01.02.01 AGUA PARA LA CONSTRUCCIÓN							
Rend: 8.00 GLB							
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	AGUA	GLB		1.00	4200	4200	
						4200	
Costo unitario por GLB :							4200

Partida 01.02.02 ENERGÍA ELECTRICCA PARA LA CONTRUCCION							
Rend: 8.00 GLB							
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	ENERGIA ELECTRICA 25-50 KW	GLB		1.00	3000	3000	
						3000	
Costo unitario por GLB :							3000

Partida 01.02.03 TRANSPORTE DE EQUIPO Y MAQUINARIA							
Rend: 8.00 GLB							
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra						
	MANO DE OBRA	GLB		1.00	1000	1000	
	Equipos						
	MAQUINARIA	GLB		1.00	4000	4000	
						5000	
Costo unitario por GLB :							5000

Partida 01.03.01 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL				Rend: 4.000		UND/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
0011	Materiales						
0011	CASCO DE PROTECCION	BLB		1.0000	9.24	9.24	
0020	BOTINES DE CUERO	PAR		1.000	44.83	44.83	
0021	TAPONES AUDITIVOS	PAR		1.000	2.12	2.12	
0022	GUANTES DE CUERO	PAR		3.000	11.56	34.68	
0023	RESPIRADOR PORTA POLVO	UND		3.000	2.46	7.38	
0024	CHALECOS REFLECTIVOS	UND		1.000	7.44	7.44	
0025	LENTES DE PROTECCIÓN	UND		3.000	5.34	16.02	
0026	VESTIMENTA CORPORAL	UND		1.000	90	90	
						211.71	
				Costo unitario por UND : 211.71			

Partida 03.01.03				TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO		Rend: 600.00 M2/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
001	Mano de Obra						
	CAPATAZ	HH	0.2	0.0013	20.06	0.026	
002	PEON	HH	1.000	0.001	13.14	0.013	
003	TOPÓGRAFO	HH	1.000	0.001	21.07	0.021	
						0.06	
	Materiales						
011	CLAVOS CON CABEZA DE 2 ½".3" Y 4"	KG		0.0050	3.85	0.02	
	CAL (BOLSA 20 KG)	BL		0.0500	6.55	0.33	
	CORDEL	M		0.1900	0.25	0.05	
						0.40	
	Equipo						
012	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.97	0.03	
019	ESTACIÓN TOTAL	HM	1.000	0.0133	35	0.46	
						0.49	
				Costo unitario por M2 :		0.95	

Partida 03.02.01				CORTE DE TERRENO PROFUNDIDAD 30CM		Rend: 35		M3/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial			
001	Mano de Obra CAPATAZ	HH	0.2	0.045	20.06	0.902			
002		HH	1.000	0.228	13.14	2.995			
						3.897			
012	Equipo RETROEXCAVADORA 58HP HERRAMIENTAS MANUALES	HM		0.228	180	41.04			
		%MO		0.0133		0.116			
							41.156		
				Costo unitario por M3 : 45.053					

Partida 03.02.01		ACARREO INTERNO PROCEDENTE DE EXCAVACIONES				Rend: 8.00		M3/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial			
001 002	Mano de Obra CAPATAZ	HH	0.1 1.000	0.100 1.000	20.06 13.14	2.006			
	PEON	HH				13.14			
0016	Equipo HERRAMIENTAS MANUALES	%HM		3.00		15.146			
						0.451			
						0.451			
				Costo unitario por M3 : 15.597					

Partida 03.02.03		COMPACTACIÓN DEL TERRENO		Rend: 300		M2/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
001	Mano de Obra						
	CAPATAZ	HH	0.2	0.05	20.06	1.03	
002	PEON	HH	1.000	0.026	13.14	0.341	
						1.371	
	Equipo						
012	RODILLO VIBRATORIO 40 HP	HM		0.026	110	2.86	
0016	HERRAMIENTAS MANUALES	%HM		0.041		0.041	
						2.901	
				Costo unitario por M2 : 4.272			

Partida 03.02.06		CURADO DEL CONCRETO			Rend: 150		M2/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
001 002	Mano de Obra							
	CAPATAZ	HH	0.1	0.005	20.06	0.100		
0016	PEON	HH	2.000	0.106	13.14	1.390		
						1.49		
	Equipo							
	HERRAMIENTAS MANUALES	%HM		0.162		0.162		
						0.162		
Costo unitario por M2 :					1.652			

PRESUPUESTO TOTAL

	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	PRECIO	PARCIAL
01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJO PRELIMINAR	.			
01.01	Construcciones Provisionales				
01.01.01	Almacén, oficina y caseta de guardinania	GLB	1.00	6,000.08	6,000.08
01.01.02	Comedor para personal de obra	GLB	1.00	4,000.08	4,000.08
01.01.03	Servicios Higienicos (Alquiler 4 baños por m	und.	4.00	900.00	3,600.00
01.02	Instalaciones Provisionales				
01.02.01	Agua para la Construcción	GLB	1.00	4,200.00	4,200.00
01.02.02	Energía electricca para la contrucción	GLB	1.00	3,000.00	3,000.00
01.02.03	Transporte de equipo y maquinaria	GLB	1.00	5,000.00	5,000.00
01.03	Seguridad y Salud				-
01.03.01	Equipos de protección individual	und.	50.00	211.71	10,585.50
02	REMOCIÓN, CARGUO Y ELIMINACIÓN DE PAVIMENTO	.			-
02.02	Remoción de pavimento Asfáltico	m2	14,839.20	1.94	28,788.05
03	OBRAS DE CONCRETO				-
03.01	Trazo y replanteo				-
03.01.01	Trazo, niveles y replanteo	m2	18,961.20	0.95	18,013.14
03.02	Rellenos y Compactación				
03.02.01	Corte de terreno profundidad 30cm	m3	17,321.33	45.03	779,979.49
03.02.02	Acarreo interno procedente de excavaciones	m3	866.06	15.60	13,510.54
03.02.03	Compactación del terreno	m2	18,961.20	4.27	81,002.25
03.02.04	Concreo para pavmienot rígido	m2	14,839.20	185.33	2,750,148.94
03.02.05	Colocación de juntas de construcción	m2	14,839.20	4.61	68,408.71
03.02.06	Curado del concreto	m2	14,839.20	1.65	24,514.36
	COSTO DIRECTO				3,800,751.13
	GASTOS GENERALES (10%)				380,075.11
	UTILIDAD (8%)				304,060.09
	SUBTOTAL				4,484,886.33
	IMPUESTO (IGV) 18%				807,279.54
	TOTAL PRESUPUESTO				5,292,165.87

Podemos definir el monto de ejecución de este proyecto alrededor de 5,292.165.87 millones de soles, en condiciones normales de ejecución de todo el proyecto. Los metrados fueron obtenidos de los planos del Anexo N°01 y el plano de detalle E-01

CONCLUSIONES

- ✚ En los tres puntos de toma de muestra, se pudo corroborar la presencia de roca muy cerca de la superficie. Esto da lugar que la sección correspondiente a las sub rasante está muy bien clasificada como material de fundación.
- ✚ La zona de toma de muestra N°2 es un tramo donde prácticamente la roca esta superficialmente. Por un lado es beneficioso para la conformación de estructura del pavimento, pero existirá dificultad al realizar nuevos tramos de vías y otras estructuras civiles en niveles donde predomine la roca fija
- ✚ Según los datos recolectados en el aforo vehicular el tipo de vehículo con mayor demandó son los Semitrailers $\geq 3S3$. Esto indica la necesidad de carga a transportar que existe en el mercado por la gran cantidad de ejes que dispone esta clasificación de vehículos
- ✚ Las clasificación AASTHO de suelo de la zona N°01 es A-1-b(0) Bueno, presentando Arena Limosa de color marrón oscuro de mediana compacidad con clastos redondeados a subredondeados.
- ✚ Las clasificación AASTHO de suelo de la zona N°03 es A-1b(0)Bueno, presentando Arena limosa con grava de coloración marrón oscuro, de mediana compacidad y bajo contenido de humedad.
- ✚ Se puede clasificar la zona N°02 como Roca conformada por areniscas y calizas
- ✚ El porcentaje de desgaste de las partículas del Agregado grueso es de 37.7 %

- ✚ El ensayo a compresión realizado a las muestras de roca, tanto a las muestras cilíndricas como a los cubos de piedra arrojaron hasta un máximo de resistencia a la compresión de 1337.18 kgf/cm² de esfuerzo,
- ✚ El ensayo a compresión de las probetas de concreto arrojó hasta un máximo de 303.96 kg/cm² a los 14 días, y con un esfuerzo promedio de 292.72 kgf/cm². Donde la resistencia de diseño fue 280 kgf/cm²
- ✚ El ensayo ASTM C78 para determinar el Modulo de Rotura dio como resultado 678.6 PSI en una muestra tipo viga la cual tuvo una falla de tipo frágil.
- ✚ Para la losa de concreto hidráulico se consideró 3 tipos de juntas las cuales fueron: Juntas de Expansión, Juntas de Construcción y Juntas de Contracción.
- ✚ Se consideró el diseño de Pasajuntas (refuerzo de acero en juntas de expansión que transmiten esfuerzos verticales de paño a paño de losa) puesto que el cálculo de ejes equivalentes fue mayor 5 millones de ESAL's. y también porque nuestro tramo de estudio posee un tráfico pesado mayor al 25 % de tráfico total
- ✚ Las variables de diseño que exige la formula AASTHO 93 para el diseño de pavimentos rígidos son datos empíricos los cuales AASTHO fue reajustando progresivamente.
- ✚ El espesor de la losa requerido para las vías de servicio vehicular del Puerto de Matarani es 10 plg
- ✚ Como todo proyecto de inversión, es conveniente y adecuado la sustitución del pavimento flexible que existe en la actualidad en el Puerto de Matarani, y poder reemplazar este por el pavimento rígido como el del presente estudio.

RECOMENDACIONES

- ✚ Realizar la sustitución del pavimento flexible por un tipo de pavimento rígido como describe el presente proyecto, ya que como toda inversión de cambio esta tiende a mejorar el funcionamiento global del Puerto
- ✚ En tramo de estudio se observa que el ingreso N°3 cumple también las veces de Puerta de salida. Por lo que se recomienda habilitar otra salidas que puedan descongestionar la zona de ingreso N°03
- ✚ Con relación al tránsito vehicular se pudo observar la gran demanda de caravanas que constan de hasta 15 vehículos de carga ancha. Esto produce la congestión vehicular al ingreso del puerto y en la misma carretera hacia Arequipa. Por lo que se recomienda planificar este tipo de caravanas en horas donde el flujo vehicular sea mínimo y en horas donde las temperaturas sean las adecuadas para prevenir daños en el pavimento conformado por asfalto.
- ✚ Cada vez que se tenga que realizar una reparación o sustitución de un tramo de pavimento. Se recomienda realizar el cambio a pavimento rígido, esto en el ámbito de pequeña inversión llámese tramos de 5 a 50 metros, ya que la construcción del pavimento rígido no requerirá tramos largos para su ejecución en comparación con el pavimento flexible
- ✚ Dar prioridad a la construcción del pavimento rígido en curvas horizontales puesto que estas zonas sufren mayor daño en comparación de tramos rectos por el mismo arrastre y giro que soportan, y donde también se pudo comprobar mayores daños al pavimento.
- ✚ Con referencia al proceso constructivo tomar muy en cuenta la buena construcción de los diferentes tipos de junta propuesto en el diseño y en especial la junta de contracción. Ya que esta controla el nivel de fisuramiento de la losa.

- ✚ Se recomienda que todos los materiales de construcción a emplear para la construcción del pavimento sean sometidos a un control de calidad que cumplan con las especificaciones técnicas mencionadas, puesto que siendo este un tramo de vía muy particular, estando ubicado a pocos metros del mar y con un flujo vehicular elevado, estará sometido a agentes externos muy relevantes
- ✚ Se recomienda realizar inspecciones en todo el tramo de la vía pavimentada por lo menos una vez por semana para verificar daños producidos al pavimento, para poder realizar las reparaciones correspondientes
- ✚ El pavimento rígido en estudio está diseñado para por lo menos 20 años de vida útil. Se recomienda que a partir de los últimos 5 años se mida su grado de servisiabilidad.
- ✚ Para mejorar el grado de servisiabilidad de la vía en estudio, se recomienda realizar una correcta señalización del tránsito, tanto en exteriores como en interiores del puerto de Matarani según como indica el Manual de Carreteras el MTC.
- ✚ Si bien es cierto no es objetivo de esta investigación plantear nuevos tramos de vías en el interior del Puerto de Matarani. Se sugiere al concesionario del Puerto en mención realizar proyectos para implementar nuevas vías de servicio vehicular al interior del puerto, ya que las actualmente utilizadas se encuentran con un nivel de congestionamiento vehicular elevado.

BIBLIOGRAFÍA

- ✚ GUIA AASHTO, 1993 CAPITULO I “MÉTODO AASHTO 93 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS”
- ✚ MANUAL DE CARRETERAS “Sección Suelos y Pavimentos del MTC” Lima,2013
- ✚ MANUAL DE CARRETERAS “Especificaciones Técnicas generales para Construcción EG-2013” Revisada y Corregida el a Junio del 2013, Lima,2013
- ✚ MANUAL DE CARRETERAS “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos”, Lima,2013
- ✚ DAVIS, Raymond E.; FOOTE, Francis S.y KELLY Joe W. (1976): *Tratado de Topografía*. 3 Edición. Aguilar. Madrid
- ✚ “DISEÑO Y CONSERVACION DE PAVMIENTOS RIGIDOS” Universidad Nacional Autónoma de México
- ✚ American Concrete Institute, Cement and Concrete Terminology, Detroit, Mich, EUA (1990).
- ✚ American Concrete Institute “Dosificacion de mezclas de hormigón” ACI (211.1-84)
- ✚ Salazar Rodríguez Aurelio. “Guía para diseño y construcción de pavimentos rígidos”
- ✚ Norma ASTM C2488 “*Practica recomendada para la descripción de suelos*”
- ✚ Norma ASTM D-422 “*Análisis Granulométrico por Tamizado*”
- ✚ Norma ASTM D – 4318 “*Constantes físicas*”
- ✚ Norma ASTM D-2216 “*Humedad Natural*”
- ✚ Norma ASTM D-2487 “*Clasificación SUCS*”
- ✚ Norma ASTM D-3282 “*Clasificación AASHTO*”
- ✚ Norma ASTM D-1557 “*Proctor Modificado*”

- ✚ Norma ASTM D-1883 *“CBR”*
- ✚ Norma ASTM C78 *“Modulo de Rotura del Concreto”*
- ✚ Norma ASTM C 150 *“Tipos de Cementos Portland”*
- ✚ Norma ASTM C33 *“Requerimientos de Granulometría del Agregado Grueso”*
- ✚ Norma Técnica Peruana NTP 400.037 *“Parámetros para la sección del Agregado Fino”*
- ✚ Norma Técnica Peruana NTP 400.037 *“Parámetros para la sección del Agregado Grueso”*
- ✚ Norma ASTM C 143 *“Asentamientos Recomendados Para Varios Tipos de Construcción”*
- ✚ www.mtc.gob.pe
- ✚ www.proviasnac.gob.pe
- ✚ www.google.com/earth

ANEXOS

ANEXO 01:

AFORO VEHICULAR

ANEXO 02:

PLANOS COMPLEMENTARIOS

PT-01 PLANO TOPOGRÁFICO

PT-2 PLANTA - PERFIL LONGITUDINAL 0+000 - 1+851.26

PT-3 SECCIONES TRANSVERSALES "TRAMO 1" KM.0+000 A KM.1+851

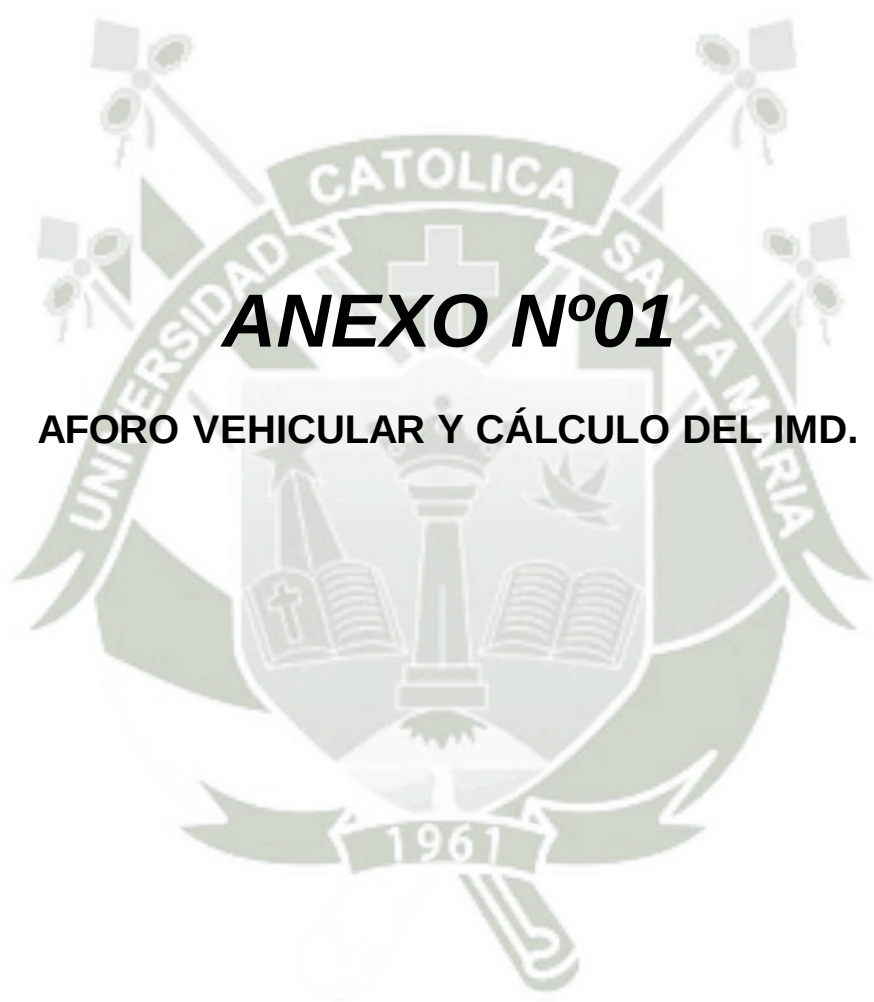
PT-4 SECCIONES TRANSVERSALES "TRAMO 2" KM.0+000 A KM.0+214

E-01 PAVIMENTOS Y JUNTAS





ANEXOS



ANEXO N°01

AFORO VEHICULAR Y CÁLCULO DEL IMD.

AFORO VEHICULAR DÍA 1

PROYECTO DE TES: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO, PARA LAS VIAS DE SERVICIO VEHICULAR EN EL TERMINAL PORTUARIO DE MATARANI"

TRAMO : PUERTA N°03

FECHA : LUNES 16 - MAYO - 2016

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
			PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
DIAGRA. VEH																				
0 a.m	1 a.m																			-
1 hrs	2 hrs																			-
2 hrs	3 hrs																			-
3 hrs	4 hrs																			-
4 hrs	5 hrs																			-
5 hrs	6 hrs								4		7	6	8	9						34.00
6 hrs	7 hrs					3			11		8	7	2	7						38.00
7 hrs	8 hrs					3														3.00
8 hrs	9 hrs																			-
9 hrs	10 hrs																			-
10 hrs	11 hrs										6	3	6	10	6		4			35.00
11 hrs	12 hrs										3	7	6	7			6			29.00
12 hrs	13 hrs					6						8	2							16.00
13 hrs	14 hrs										8	2	2	8	4					24.00
14 hrs	15 hrs										3	2	3	8			8			24.00
15 hrs	16 hrs										3	1	4	12			7			27.00
16 hrs	17 hrs										1	1	1	5			10			18.00
17 hrs	18 hrs										5	4	4	6			8			27.00
18 hrs	19 hrs										5	2	4	12			10			33.00
19 hrs	20 hrs										2	5	6	4			8			25.00
20 hrs	21 hrs																			-
21 hrs	22 hrs											6	6	4		3	4			23.00
22 hrs	23 hrs										3	2	4	5			6			20.00
23 hrs	24 hrs										2	0	2	2			5			11.00
TOTAL	E	-	-	-	-	12	-	-	15	-	56	56	60	99	10	3	76	-		387.00

AFORO VEHICULAR DÍA 2

OBRA : "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO, PARA LAS VIAS DE SERVICIO VEHICULAR EN EL TERMINAL PORTUARIO DE MATARANI"
TRAMO : PUERTA N°03
FECHA : MARTES 17 - MAYO - 2016

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
DIAGRA. VEH																			
0 a.m	1 a.m																		-
1 hrs	2 hrs																		-
2 hrs	3 hrs																		-
3 hrs	4 hrs															4	1		5.00
4 hrs	5 hrs															2	2		4.00
5 hrs	6 hrs															2	1		3.00
6 hrs	7 hrs					4													4.00
7 hrs	8 hrs																		-
8 hrs	9 hrs										8	1	2	6					17.00
9 hrs	10 hrs										5		8	7					20.00
10 hrs	11 hrs										8	2	7	8					25.00
11 hrs	12 hrs					6					2		6	6					20.00
12 hrs	13 hrs										5		1	2					8.00
13 hrs	14 hrs										4	1	4	6					15.00
14 hrs	15 hrs										2		1						3.00
15 hrs	16 hrs										1		1	1					3.00
16 hrs	17 hrs										3		4	4					11.00
17 hrs	18 hrs										4		6	2					12.00
18 hrs	19 hrs										2		5	2					9.00
19 hrs	20 hrs										1		3	4					8.00
20 hrs	21 hrs										4		5	5					14.00
21 hrs	22 hrs										2		3	2					7.00
22 hrs	23 hrs										4		4	5					13.00
23 hrs	24 hrs										5		3	2					10.00
TOTAL	E	-	-	-	-	10	-	-	-	-	60	4	63	62	-	8	4	-	211.00

AFORO VEHICULAR DÍA 3

OBRA : "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO, PARA LAS VIAS DE SERVICIO VEHICULAR EN EL TERMINAL PORTUARIO DE MATARANI"
TRAMO : PUERTA N°03
FECHA : MIERCOLES 18 - MAYO - 2016

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
DIAGRA. VEH																			
0 a.m	1 a.m																		-
1 hrs	2 hrs																		-
2 hrs	3 hrs																		-
3 hrs	4 hrs															4	2		6.00
4 hrs	5 hrs															4			4.00
5 hrs	6 hrs															4			4.00
6 hrs	7 hrs					6													6.00
7 hrs	8 hrs																		-
8 hrs	9 hrs										4			4					8.00
9 hrs	10 hrs										1		8	6					15.00
10 hrs	11 hrs										5	1	8	5					19.00
11 hrs	12 hrs												2	5					7.00
12 hrs	13 hrs					4					7	2	2	2					17.00
13 hrs	14 hrs										1								1.00
14 hrs	15 hrs										8		5	4					17.00
15 hrs	16 hrs										5	1	2	3					11.00
16 hrs	17 hrs										3		2	5					10.00
17 hrs	18 hrs										8		7	5					20.00
18 hrs	19 hrs										4		1	4					9.00
19 hrs	20 hrs										2	1	7	5					15.00
20 hrs	21 hrs										8		5	1					14.00
21 hrs	22 hrs										1								1.00
22 hrs	23 hrs										5			2					7.00
23 hrs	24 hrs										5	1	7	2					15.00
TOTAL	E	-	-	-	-	10	-	-	-	-	67	6	56	53	-	12	2	-	206.00

AFORO VEHICULAR DÍA 4

OBRA : "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO, PARA LAS VIAS DE SERVICIO VEHICULAR EN EL TERMINAL PORTUARIO DE MATARANI"
TRAMO : PUERTA N°03
FECHA : JUEVES 19 - MAYO - 2016

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
DIAGRA. VEH																			
0 a.m	1 a.m																		-
1 hrs	2 hrs																		-
2 hrs	3 hrs																		-
3 hrs	4 hrs															7	4		11.00
4 hrs	5 hrs															6	5		11.00
5 hrs	6 hrs										2	1		6		7	6		22.00
6 hrs	7 hrs					2					4			5					11.00
7 hrs	8 hrs										2	2		4					8.00
8 hrs	9 hrs									4	2			4					10.00
9 hrs	10 hrs									4	1								5.00
10 hrs	11 hrs									4	5		7						16.00
11 hrs	12 hrs											2							2.00
12 hrs	13 hrs					4					4	1	4						13.00
13 hrs	14 hrs											2							2.00
14 hrs	15 hrs											2	1	5					8.00
15 hrs	16 hrs										1	1	1						3.00
16 hrs	17 hrs										6	3	7	5					21.00
17 hrs	18 hrs										5	2	3	4					14.00
18 hrs	19 hrs										1		4	6					11.00
19 hrs	20 hrs										7		7	6					20.00
20 hrs	21 hrs										4		1	5					10.00
21 hrs	22 hrs										5		5	2					12.00
22 hrs	23 hrs										9		1	1					11.00
23 hrs	24 hrs										6		8	2					16.00
TOTAL	E	-	-	-	-	6	-	-	-	12	64	16	49	55	-	20	15	-	237.00

AFORO VEHICULAR DÍA 5

OBRA : "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO, PARA LAS VIAS DE SERVICIO VEHICULAR EN EL TERMINAL PORTUARIO DE MATARANI"
TRAMO : PUERTA N°03
FECHA :VIERNES 20 - MAYO - 2016

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
DIAGRA. VEH																			
0 hrs	1 hrs																		-
1 hrs	2 hrs																		-
2 hrs	3 hrs																		-
3 hrs	4 hrs																		-
4 hrs	5 hrs																		-
5 hrs	6 hrs										4	1		7					12.00
6 hrs	7 hrs					2					7	2		5					16.00
7 hrs	8 hrs												1	2					3.00
8 hrs	9 hrs										2								2.00
9 hrs	10 hrs										1								1.00
10 hrs	11 hrs												4	4					8.00
11 hrs	12 hrs					4						1	6			2	2		15.00
12 hrs	13 hrs										3	2	8	6		6	5		30.00
13 hrs	14 hrs										2	1		6		4	7		20.00
14 hrs	15 hrs									5	8	1	2	7					23.00
15 hrs	16 hrs										4	1	5						10.00
16 hrs	17 hrs											1	1	8					10.00
17 hrs	18 hrs									5	3	2	4						14.00
18 hrs	19 hrs										5	2	8						15.00
19 hrs	20 hrs										4	3	2	4					13.00
20 hrs	21 hrs									5	2	1		4					12.00
21 hrs	22 hrs									5				3					8.00
22 hrs	23 hrs													2					2.00
23 hrs	24 hrs																		-
TOTAL	E	-	-	-	-	6	-	-	-	20	45	18	41	58	-	12	14	-	214.00

AFORO VEHICULAR DÍA 6

OBRA : "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO, PARA LAS VIAS DE SERVICIO VEHICULAR EN EL TERMINAL PORTUARIO DE MATARANI"
TRAMO : PUERTA N°03
FECHA : SABADO 21 - MAYO - 2016

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
			PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
DIAGRA. VEH																				
0 hrs	1 hrs																			-
1 hrs	2 hrs																			-
2 hrs	3 hrs																			-
3 hrs	4 hrs																			-
4 hrs	5 hrs																			-
5 hrs	6 hrs										2	1	1	8						12.00
6 hrs	7 hrs					2					2		2	5						11.00
7 hrs	8 hrs									4	1		6	6		2	4			23.00
8 hrs	9 hrs									2	2		2	4		4	4			18.00
9 hrs	10 hrs										1									1.00
10 hrs	11 hrs										1	1	5	5						12.00
11 hrs	12 hrs										2	2	8	5						17.00
12 hrs	13 hrs													5						5.00
13 hrs	14 hrs																			-
14 hrs	15 hrs										4			6						10.00
15 hrs	16 hrs										4	1	5	7						17.00
16 hrs	17 hrs											1	1	5						7.00
17 hrs	18 hrs												4	6						10.00
18 hrs	19 hrs												8							8.00
19 hrs	20 hrs										2									2.00
20 hrs	21 hrs										2	1								3.00
21 hrs	22 hrs																			-
22 hrs	23 hrs																			-
23 hrs	24 hrs																			-
TOTAL	E	-	-	-	-	2	-	-	-	6	23	7	42	62	-	6	8	-		156.00

AFORO VEHICULAR DÍA 7

OBRA : "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO, PARA LAS VIAS DE SERVICIO VEHICULAR EN EL TERMINAL PORTUARIO DE MATARANI"
TRAMO : PUERTA N°03
FECHA : DOMINGO 22 - MAYO - 2016

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
DIAGRA. VEH																			
0 hrs	1 hrs																		-
1 hrs	2 hrs																		-
2 hrs	3 hrs																		-
3 hrs	4 hrs																		-
4 hrs	5 hrs																5		5.00
5 hrs	6 hrs											1	6	8			2		17.00
6 hrs	7 hrs										3	1	4	5			3		16.00
7 hrs	8 hrs					4					2		2	4	2				14.00
8 hrs	9 hrs																		-
9 hrs	10 hrs										2		2						4.00
10 hrs	11 hrs																		-
11 hrs	12 hrs										1		2						3.00
12 hrs	13 hrs																		-
13 hrs	14 hrs										2	2	1	8					13.00
14 hrs	15 hrs										4		3						7.00
15 hrs	16 hrs										4			7					11.00
16 hrs	17 hrs										5	3	3						11.00
17 hrs	18 hrs										5	4	4	7					20.00
18 hrs	19 hrs												2	6					8.00
19 hrs	20 hrs																		-
20 hrs	21 hrs																		-
21 hrs	22 hrs											2	2						4.00
22 hrs	23 hrs																		-
23 hrs	24 hrs										2	2							4.00
TOTAL	E	-	-	-	-	4	-	-	-	-	30	15	31	45	2	-	10	-	137.00

AFORO VEHICULAR ACUMULADO SEMANAL (DÍA 1 AL 7)

OBRA : "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO, PARA LAS VIAS DE SERVICIO VEHICULAR EN EL TERMINAL PORTUARIO DE MATARANI"

TRAMO : PUERTA N°03

FECHA : DEL 16 AL 23 DE MAYO DEL 2016

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
DIAGRA. VEH																			
0 a.m	1 a.m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 a.m	2 a.m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 a.m	3 a.m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3 a.m	4 a.m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	7	-	22
4 a.m	5 a.m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	12	-	24
5 a.m	6 a.m	-	-	-	-	-	-	-	4	-	15	10	15	38	-	13	9	-	104
6 a.m	7 a.m	-	-	-	-	19	-	-	11	-	24	10	8	27	-	-	3	-	102
7 a.m	8 a.m	-	-	-	-	7	-	-	-	4	5	2	9	16	2	2	4	-	51
8 a.m	9 a.m	-	-	-	-	-	-	-	-	6	18	1	4	18	-	4	4	-	55
9 a.m	10 a.m	-	-	-	-	-	-	-	-	4	11	-	18	13	-	-	-	-	46
10 a.m	11 a.m	-	-	-	-	-	-	-	-	4	25	7	37	32	6	-	4	-	115
11 a.m	12 a.m	-	-	-	-	10	-	-	-	-	8	12	30	23	-	2	8	-	93
12 m	13 p.m	-	-	-	-	14	-	-	-	-	19	13	17	15	-	6	5	-	89
13 p.m	14 p.m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	8	7	28	4	4	7	-	75
14 p.m	15 p.m	-	-	-	-	-	-	-	-	5	29	5	15	30	-	-	8	-	92
15 p.m	16 p.m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	5	18	30	-	-	7	-	82
16 p.m	17 p.m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	9	19	32	-	-	10	-	88
17 p.m	18 p.m	-	-	-	-	-	-	-	-	5	30	12	32	30	-	-	8	-	117
18 p.m	19 p.m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	4	32	30	-	-	10	-	93
19 p.m	20 p.m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	9	25	23	-	-	8	-	83
20 p.m	21 p.m	-	-	-	-	-	-	-	-	5	20	2	11	15	-	-	-	-	53
21 p.m	22 p.m	-	-	-	-	-	-	-	-	5	8	8	16	11	-	3	4	-	55
22 p.m	23 p.m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	2	9	15	-	-	6	-	53
23 p.m	24 p.m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	3	20	8	-	-	5	-	56
TOTAL	E	-	-	-	-	50	-	-	15	38	345	122	342	434	12	61	129	-	1,548

INDICE MEDIO DIARIO ANUAL, POR SENTIDO Y TIPO DE VEHICULO, AÑO 2016

OBRA : "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO, PARA LAS VIAS DE SERVICIO VEHICULAR EN EL TERMINAL PORTUARIO DE MATARANI"
TRAMO : PUERTA N°03 - PUERTA N°02
LUGAR : PUERTO DE MATARANI

TRAMO	RUTA	ESTACION	SENTIDO	IMD	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
						PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
PUERTA N°3 - PUERTA °02	INGRESO PUERTA N°03	E-1	E	1,548																		
PUERTO DE MATARANI					-	-	-	-	50	-	-	15	38	345	122	342	434	12	61	129	-	1,548
TOTAL	E				-	-	-	-	50	-	-	15	38	345	122	342	434	12	61	129	-	1,548

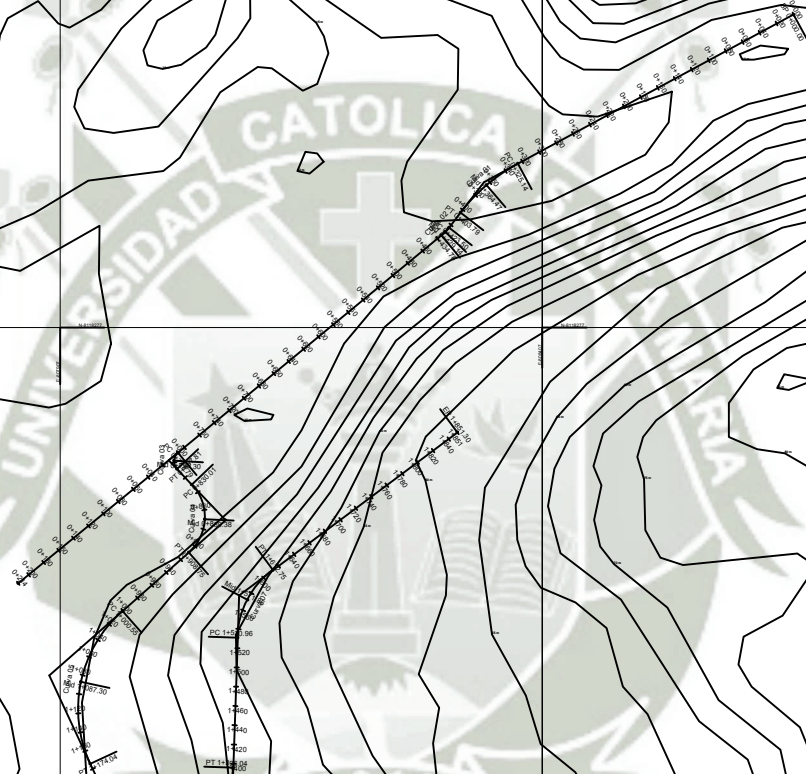
5	10	5	6	3	6
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	12	5	20
28	67	33	64	27	45
2	6	3	16	7	18
30	56	27	49	21	41
29	53	26	55	23	58
-	-	-	-	-	-
4	12	6	20	8	12
2	2	1	15	6	14
-	-	-	-	-	-
100.00	206	100.00	237	100.00	214

FECHA : DEL 16 AL 23 DE MAYO DEL 2016[illegible]

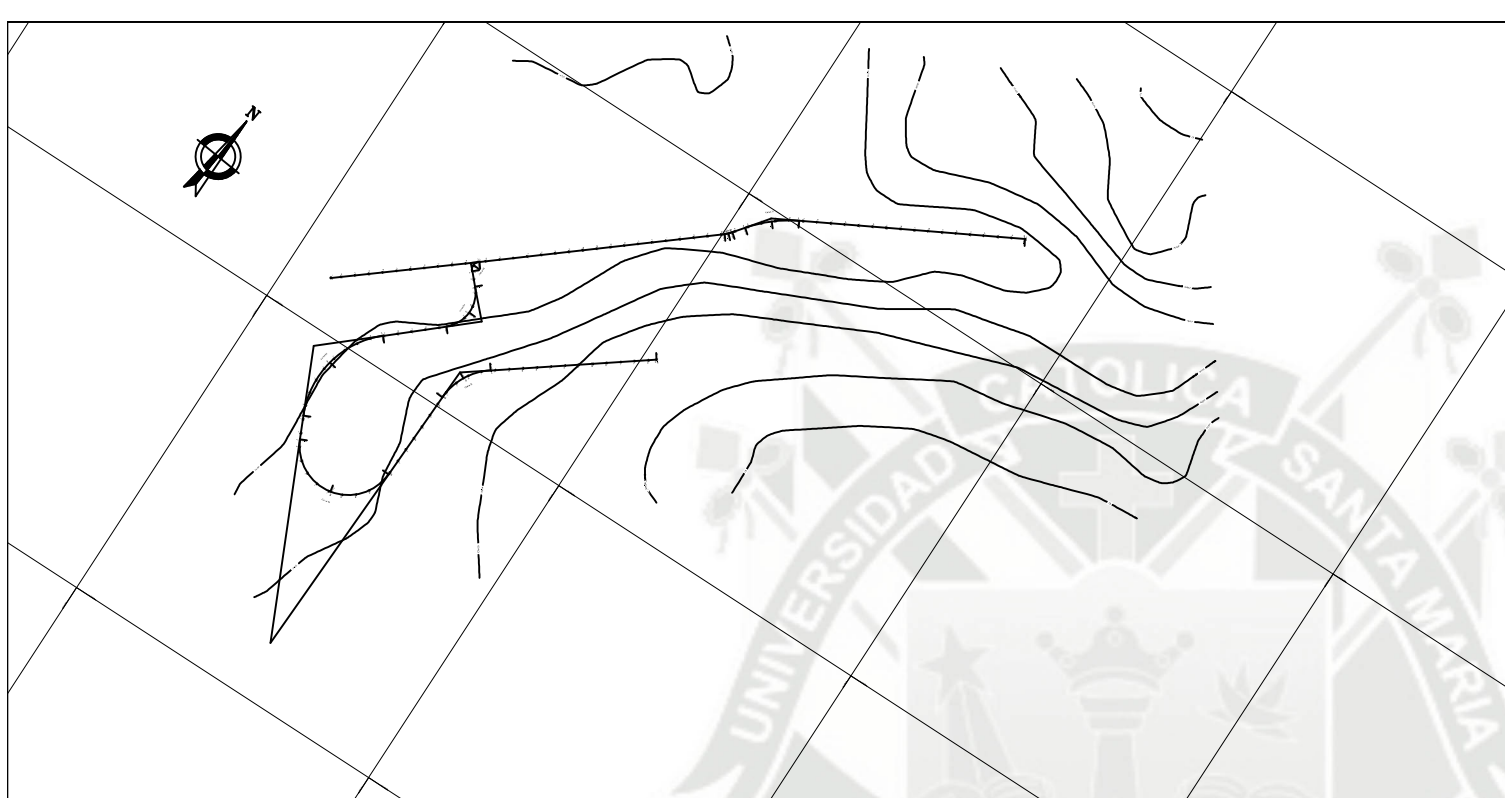


ANEXO N°02

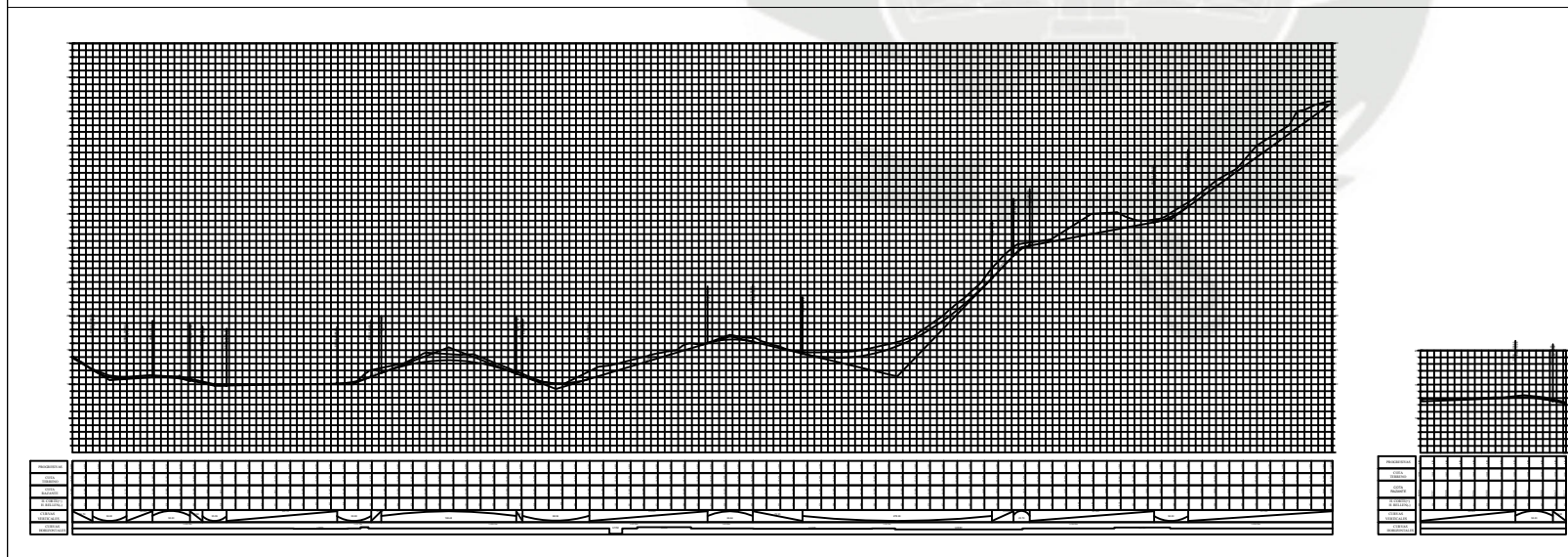
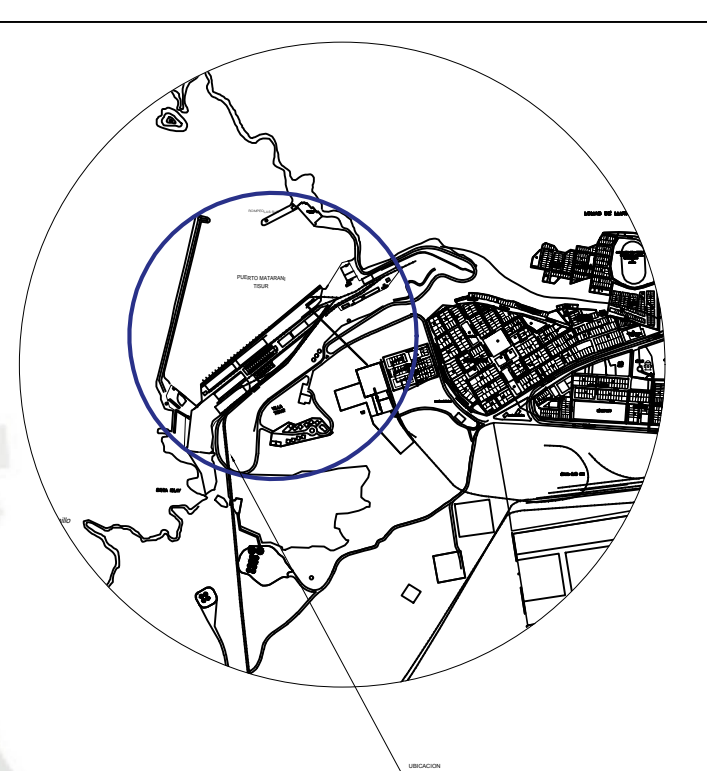
PLANOS COMPLEMENTARIOS



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA				
FACULTAD: ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE				
CARRERA PROFESIONAL: INGENIERIA CIVIL				
TITULO: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA LAS VIAS DE SERVICIO VEHICULAR EN EL TERMINAL PORTUARIO DE MATARAN"				
PLANO: PLANO TOPOGRAFICO				
AUTOR: Bach. Juan Franco Aroni Villanueva				
1:5000	DISEÑO 917	ARQUITECTURA	GLAT	MATARAN
				PT-01

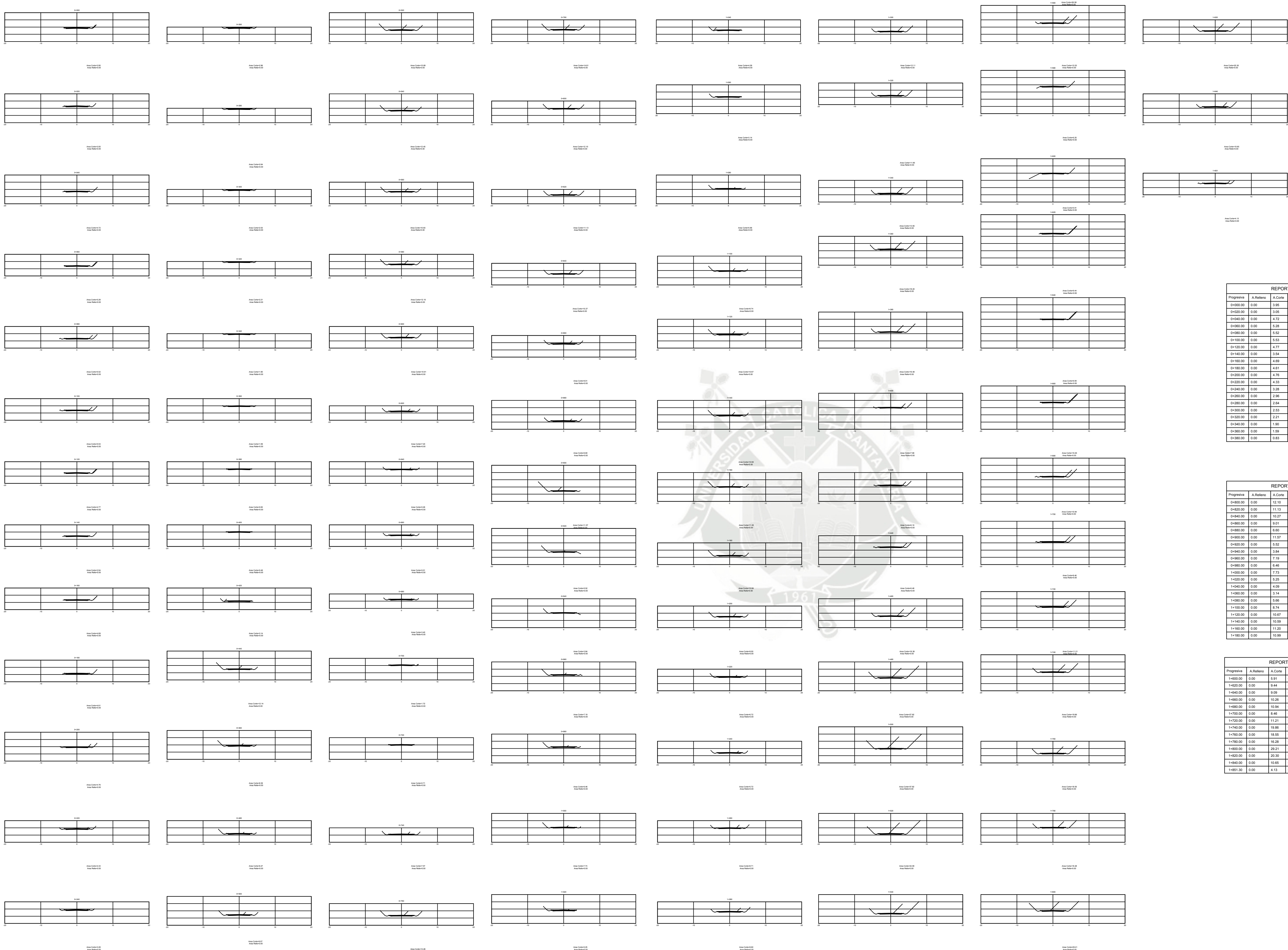


PLANTA ESC. 1/4000



PERFIL LONGITUDINAL KM. 0+000 – 1851.296

ESC. H:1/4000 V:1/400



REPORTE DE MOVIMIENTO DE TERRENO						
Progresiva	A. Relleno	A. Corte	V. Relleno	V. Corte	Acumulado V. Relleno	Acumulado V. Corte
0+000.00	0.00	3.95	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	0.00	3.05	0.00	49.98	0.00	49.98
0+040.00	0.00	4.72	0.00	77.69	0.00	127.67
0+060.00	0.00	5.29	0.00	99.98	0.00	227.65
0+080.00	0.00	5.52	0.00	108.00	0.00	335.65
0+100.00	0.00	5.53	0.00	110.56	0.00	446.21
0+120.00	0.00	4.77	0.00	103.02	0.00	549.23
0+140.00	0.00	3.54	0.00	83.09	0.00	632.31
0+160.00	0.00	4.89	0.00	82.30	0.00	714.62
0+180.00	0.00	4.61	0.00	82.95	0.00	827.56
0+200.00	0.00	4.78	0.00	93.70	0.00	921.26
0+220.00	0.00	4.23	0.00	90.95	0.00	1012.21
0+240.00	0.00	3.29	0.00	76.08	0.00	1088.29
0+260.00	0.00	2.98	0.00	62.35	0.00	1150.62
0+280.00	0.00	2.84	0.00	55.91	0.00	1206.54
0+300.00	0.00	2.53	0.00	51.64	0.00	1258.18
0+320.00	0.00	2.21	0.00	47.41	0.00	1305.59
0+340.00	0.00	1.90	0.00	41.13	0.00	1346.72
0+360.00	0.00	1.59	0.00	34.89	0.00	1381.61
0+380.00	0.00	0.83	0.00	24.14	0.00	1405.74

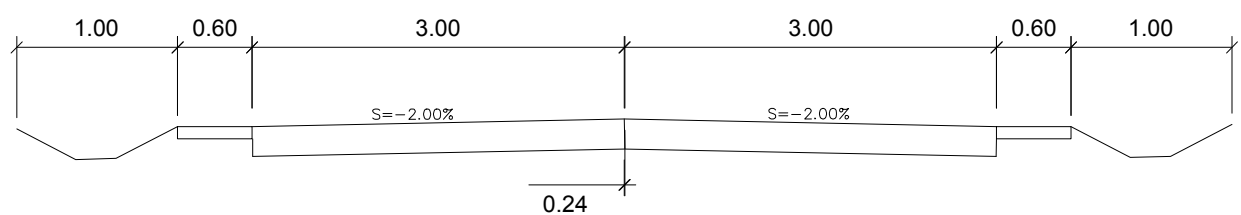
REPORTE DE MOVIMIENTO DE TERRENO						
Progresiva	A. Relleno	A. Corte	V. Relleno	V. Corte	Acumulado V. Relleno	Acumulado V. Corte
0+400.00	0.00	0.49	0.00	13.17	0.00	1418.91
0+420.00	0.00	0.14	0.00	16.25	0.00	1435.16
0+440.00	0.00	12.18	0.00	105.09	0.00	1551.35
0+460.00	0.00	8.39	0.00	205.31	0.00	1751.50
0+480.00	0.00	6.47	0.00	148.68	0.00	1904.18
0+500.00	0.00	0.07	0.00	155.45	0.00	2119.64
0+520.00	0.00	15.98	0.00	244.94	0.00	2369.28
0+540.00	0.00	12.45	0.00	283.39	0.00	2652.67
0+560.00	0.00	10.85	0.00	232.72	0.00	2885.39
0+580.00	0.00	12.15	0.00	229.75	0.00	3115.14
0+600.00	0.00	10.99	0.00	235.99	0.00	3345.72
0+620.00	0.00	7.20	0.00	191.09	0.00	3526.82
0+640.00	0.00	5.28	0.00	124.58	0.00	3651.36
0+660.00	0.00	0.91	0.00	102.62	0.00	3754.00
0+680.00	0.00	5.48	0.00	84.91	0.00	3838.91
0+700.00	0.00	1.72	0.00	51.25	0.00	3889.21
0+720.00	0.00	0.71	0.00	24.33	0.00	3913.54
0+740.00	0.00	7.97	0.00	82.81	0.00	3996.34
0+760.00	0.00	13.28	0.00	208.49	0.00	4204.83
0+780.00	0.00	14.81	0.00	280.88	0.00	4485.72

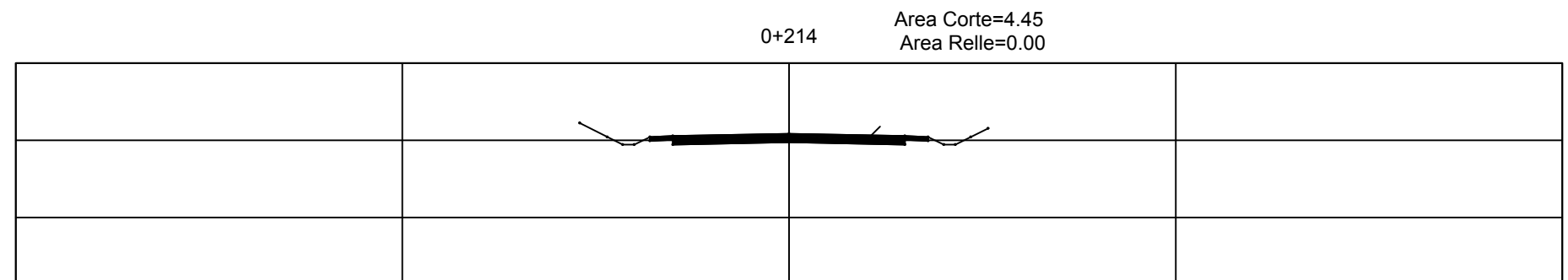
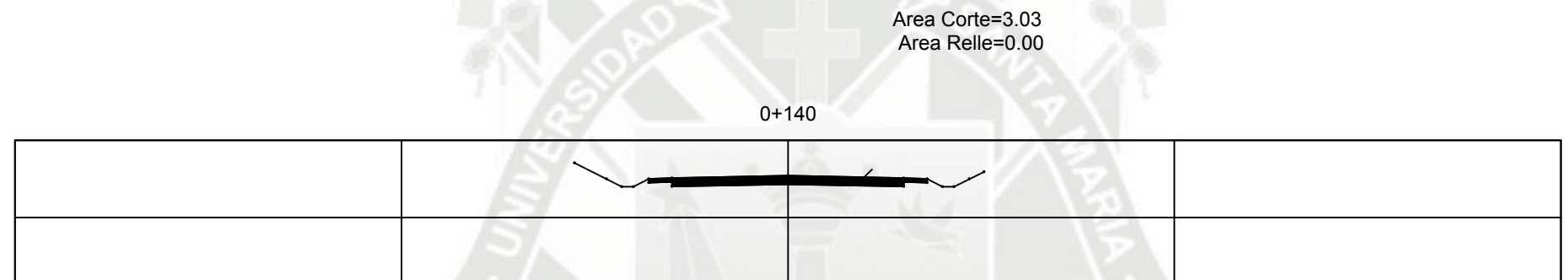
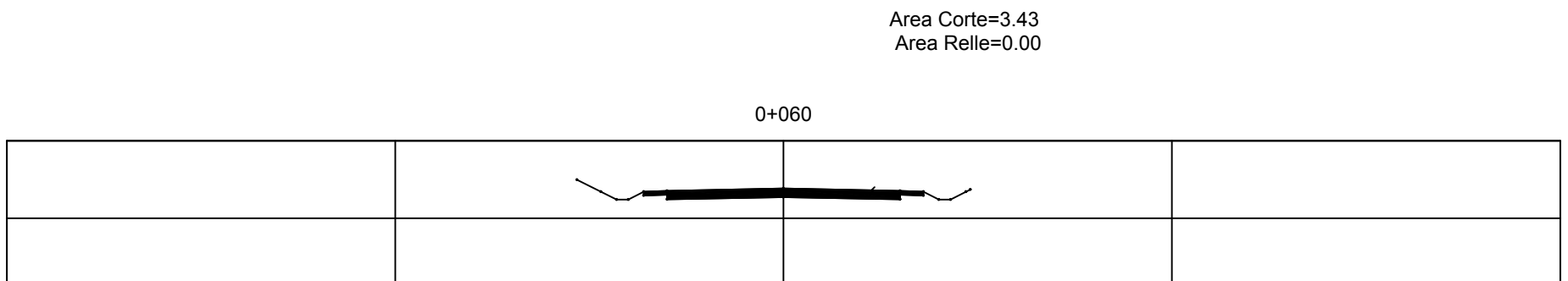
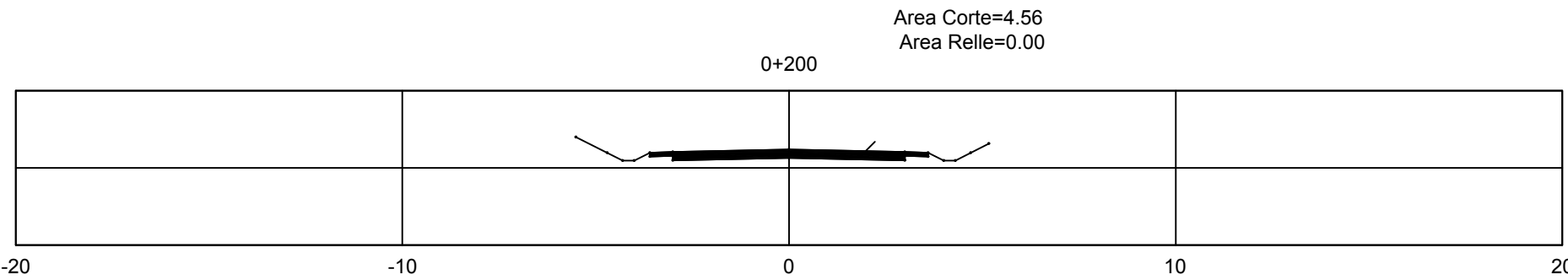
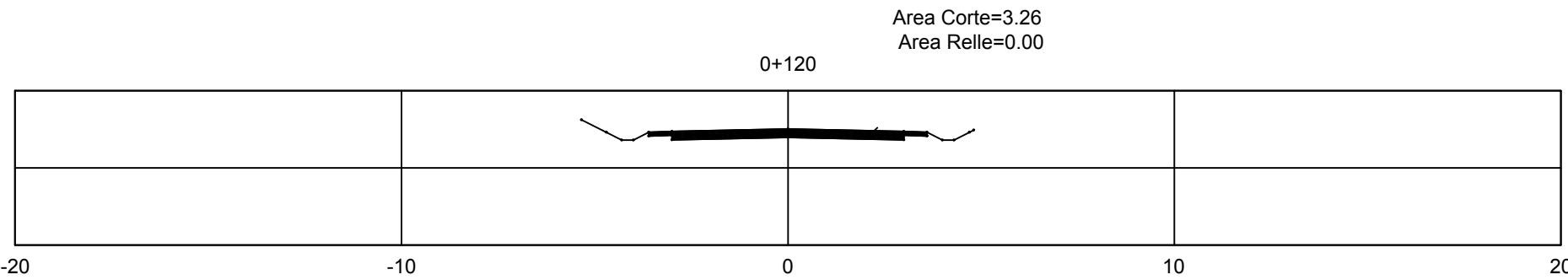
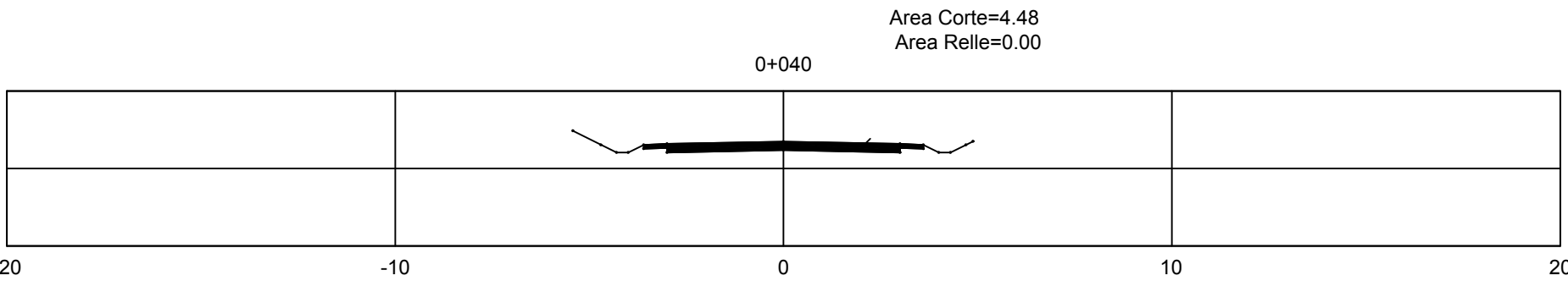
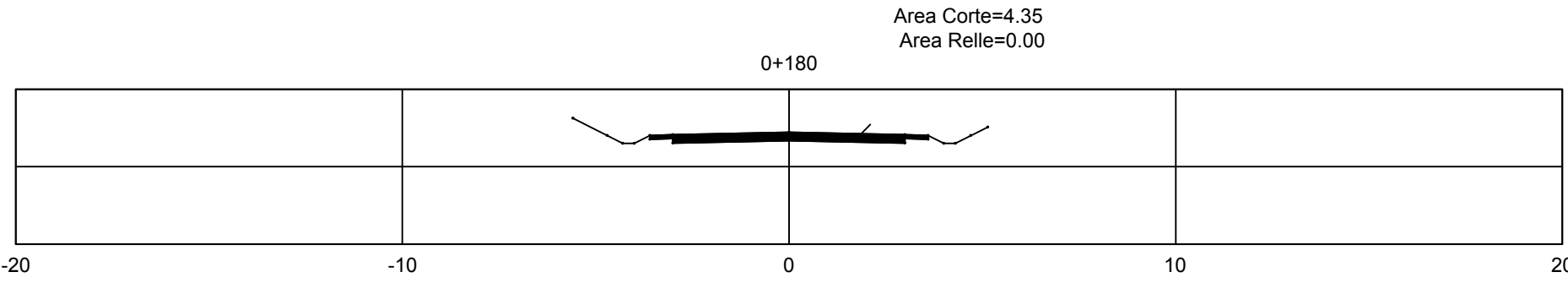
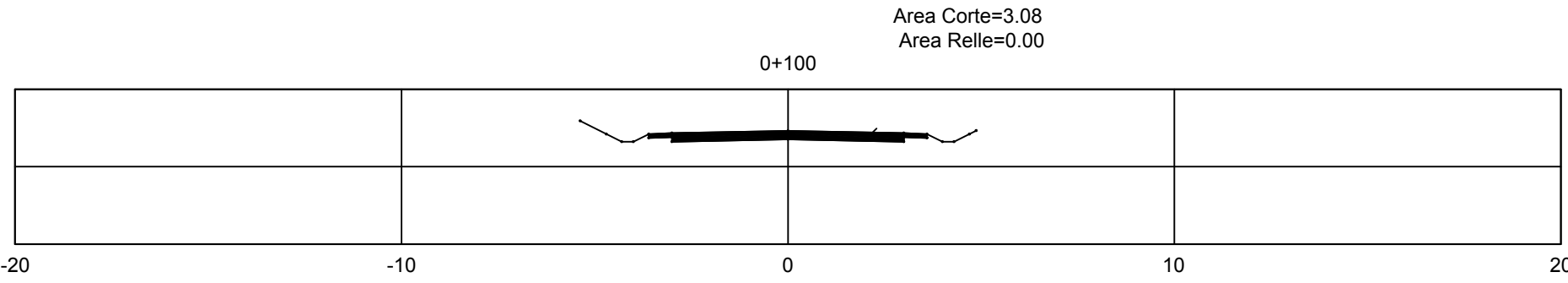
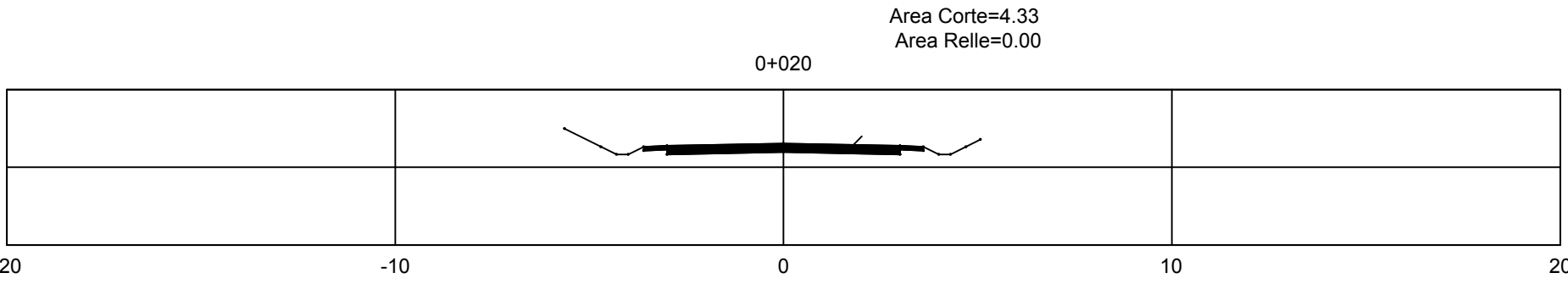
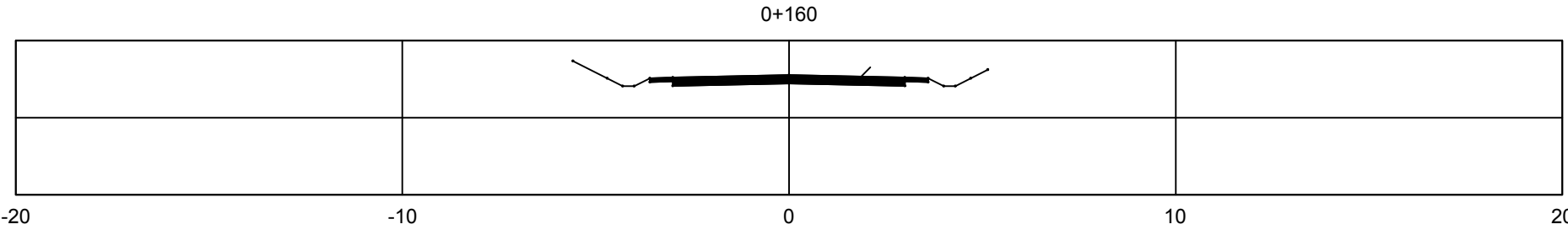
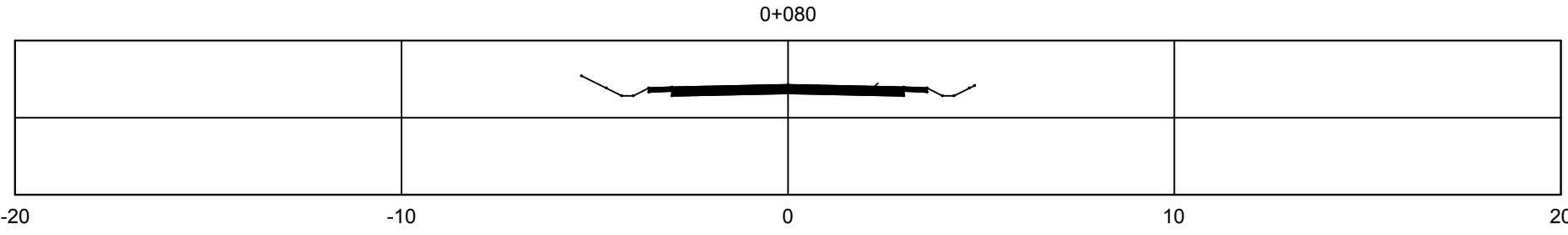
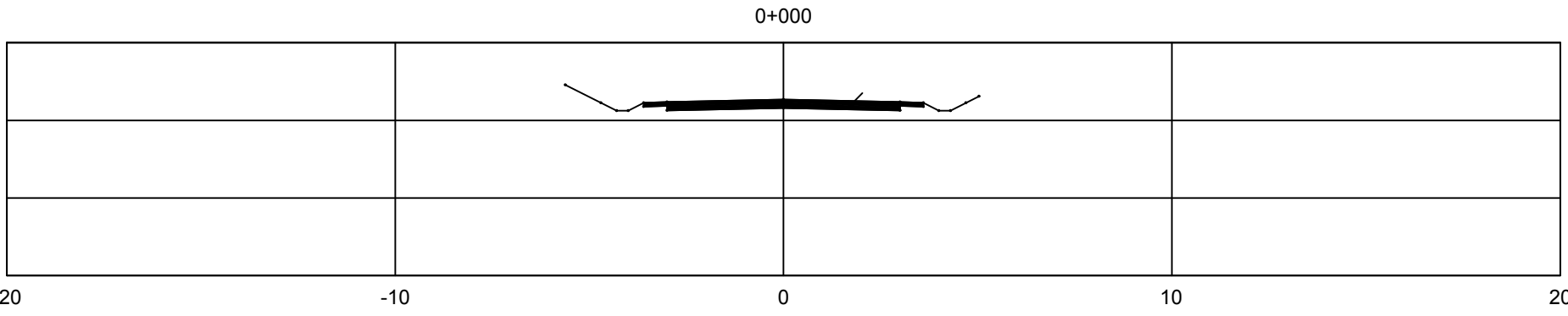
REPORTE DE MOVIMIENTO DE TERRENO						
Progresiva	A. Relleno	A. Corte	V. Relleno	V. Corte	Acumulado V. Relleno	Acumulado V. Corte
0+800.00	0.00	12.10	0.00	205.73	0.00	4702.44
0+820.00	0.00	11.13	0.00	235.05	0.00	4934.49
0+840.00	0.00	10.27	0.00	214.24	0.00	5195.54
0+860.00	0.00	9.51	0.00	193.48	0.00	5392.51
0+880.00	0.00	6.60	0.00	156.84	0.00	5546.85
0+900.00	0.00	11.07	0.00	187.88	0.00	5736.54
0+920.00	0.00	5.52	0.00	174.81	0.00	5911.34
0+940.00	0.00	3.84	0.00	83.05	0.00	6005.00
0+960.00	0.00	7.19	0.00	110.34	0.00	6115.34
0+980.00	0.00	6.48	0.00	136.47	0.00	6251.81
1+000.00	0.00	7.73	0.00	141.85	0.00	6393.65
1+020.00	0.00	5.25	0.00	128.35	0.00	6522.01
1+040.00	0.00	4.09	0.00	92.05	0.00	6614.06
1+060.00	0.00	3.14	0.00	71.20	0.00	6685.26
1+080.00	0.00	5.98	0.00	87.10	0.00	6772.36
1+100.00	0.00	8.74	0.00	143.06	0.00	6915.42
1+120.00	0.00	10.07	0.00	162.86	0.00	7108.39
1+140.00	0.00	10.09	0.00	211.38	0.00	7319.77
1+160.00	0.00	11.20	0.00	218.72	0.00	7538.49
1+180.00	0.00	10.98	0.00	221.25	0.00	7757.65

REPORTE DE MOVIMIENTO DE TERRENO						
Progresiva	A. Relleno	A. Corte	V. Relleno	V. Corte	Acumulado V. Relleno	Acumulado V. Corte
1+200.00	0.00	9.00	0.00	204.94	0.00	7962.62
1+220.00	0.00	6.72	0.00	161.17	0.00	8123.79
1+240.00	0.00	5.72	0.00	123.38	0.00	8247.17
1+260.00	0.00	5.71	0.00	144.20	0.00	8391.40
1+280.00	0.00	9.60	0.00	163.97	0.00	8555.37
1+300.00	0.00	12.11	0.00	216.15	0.00	8764.51
1+320.00	0.00	11.95	0.00	243.04	0.00	8927.65
1+340.00	0.00	13.90	0.00	257.34	0.00	9084.99
1+360.00	0.00	18.20	0.00	320.63	0.00	9405.63
1+380.00	0.00	16.48	0.00	351.00	0.00	9696.53
1+400.00	0.00	7.68	0.00	244.61	0.00	10211.14
1+420.00	0.00	6.18	0.00	137.81	0.00	10348.95
1+440.00	0.00	6.48	0.00	125.85	0.00	10474.82
1+460.00	0.00	16.38	0.00	228.60	0.00	10703.42
1+480.00	0.00	27.62	0.00	441.97	0.00	11145.39
1+500.00	0.00	17.85	0.00	656.33	0.00	11801.73
1+520.00	0.00	34.08	0.00	716.11	0.00	12517.85
1+540.00	0.00	26.58	0.00	803.78	0.00	13324.62
1+560.00	0.00	12.03	0.00	380.97	0.00	13705.45
1+580.00	0.00	6.25	0.00	175.25	0.00	13884.74

REPORTE DE MOVIMIENTO DE TERRENO						
Progresiva	A. Relleno	A. Corte	V. Relleno	V. Corte	Acumulado V. Relleno	Acumulado V. Corte
1+600.00	0.00	5.91	0.00	118.29	0.00	13903.03
1+620.00	0.00	9.44	0.00	150.87	0.00	13993.90
1+640.00	0.00	9.09	0.00	185.33	0.00	14179.23
1+660.00	0.00	10.38	0.00	193.49	0.00	14332.69
1+680.00	0.00	10.54	0.00	211.97	0.00	14544.65
1+700.00	0.00	8.48	0.00	194.02	0.00	14738.66
1+720.00	0.00	11.21	0.00	196.67	0.00	14935.33
1+740.00	0.00	19.86	0.00	310.80	0.00	15246.13
1+760.00	0.00	16.58	0.00	384.05	0.00	15630.17
1+780.00	0.00	16.28	0.00	345.24	0.00	15975.20
1+800.00	0.00	29.21	0.00	454.90	0.00	16430.10
1+820.00	0.00	20.30	0.00	495.19	0.00	16925.29
1+840.00	0.00	10.55	0.00	305.53	0.00	17230.82
1+851.30	0.00	4.13	0.00	85.46	0.00	17316.28

DETALLE TIPICO DE UNA SECCION DE VIA

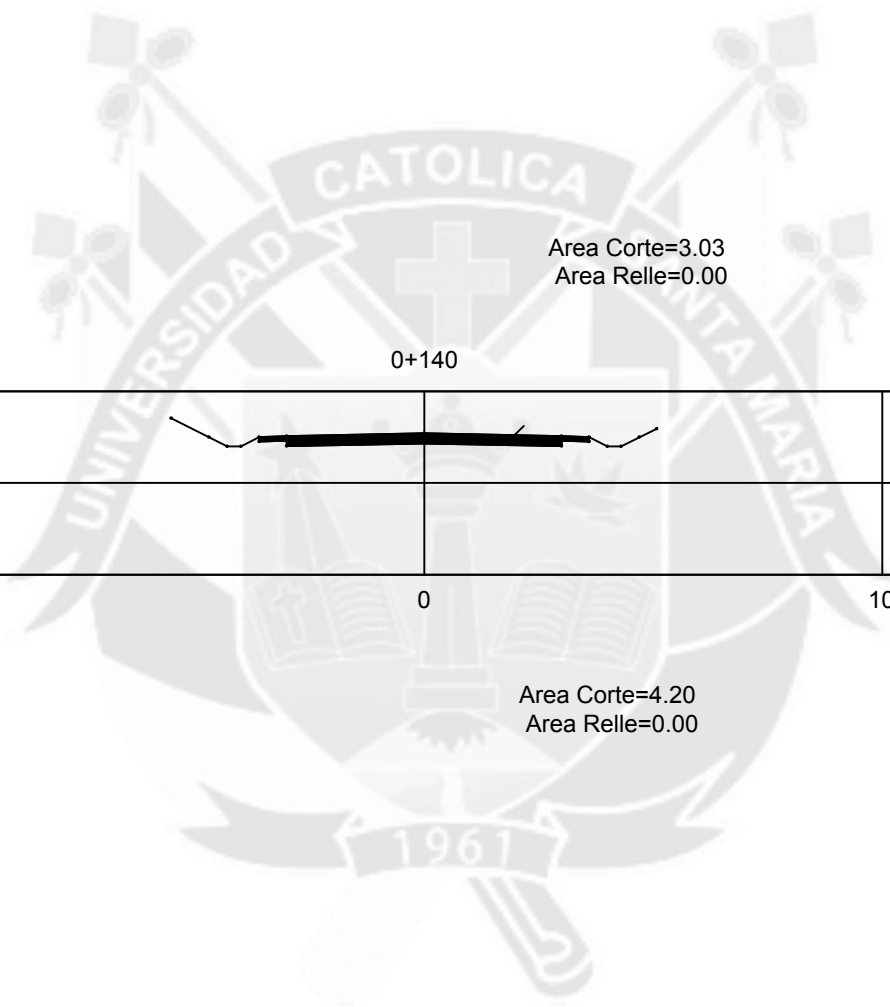




Area Corte=2.99
Area Relle=0.00

Area Corte=4.20
Area Relle=0.00

Area Corte=4.22
Area Relle=0.00

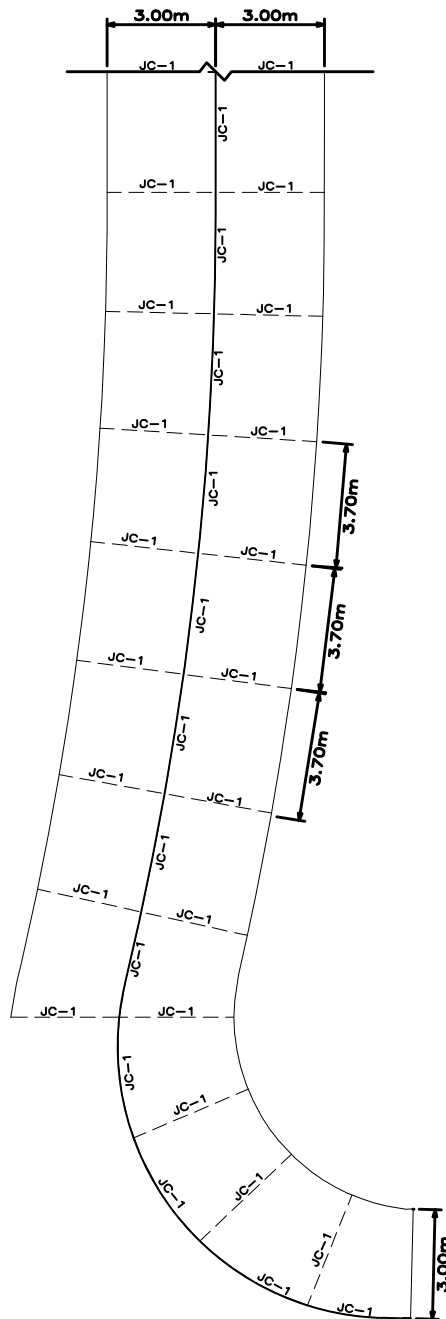


REPORTE DE MOVIMIENTO DE TERRENO						
Progresiva	A.Relleno	A.Corte	V.Relleno	V. Crte	Acumulado V. Relleno	Acumulado V. Corte
0+000.00	0.00	4.33	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	0.00	4.48	0.00	88.11	0.00	88.11
0+040.00	0.00	3.43	0.00	79.13	0.00	167.24
0+060.00	0.00	2.99	0.00	64.15	0.00	231.40
0+080.00	0.00	3.08	0.00	60.62	0.00	292.01
0+100.00	0.00	3.26	0.00	63.36	0.00	355.37
0+120.00	0.00	3.03	0.00	62.88	0.00	418.24
0+140.00	0.00	4.20	0.00	72.23	0.00	490.48
0+160.00	0.00	4.35	0.00	85.43	0.00	575.91
0+180.00	0.00	4.56	0.00	89.04	0.00	664.95
0+200.00	0.00	4.45	0.00	90.04	0.00	754.99
0+213.95	0.00	4.22	0.00	60.41	0.00	815.41

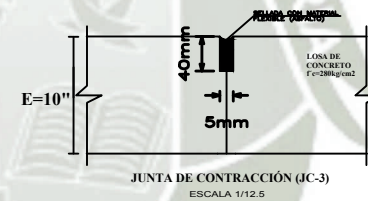
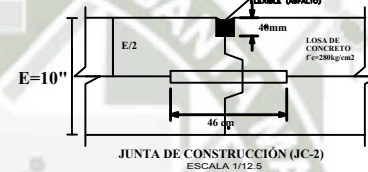
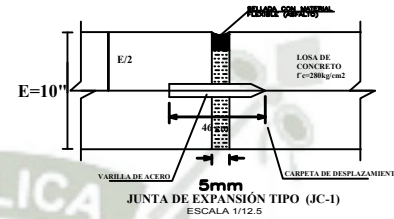
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA				
FACULTAD: ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE				
ESCUELA PROFESIONAL: INGENIERIA CIVIL				
TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA LAS VIAS DE SERVICIO VEHICULAR EN EL TERMINAL PORTUARIO DE MATARANI"				
PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES "TRAMO 2" KM.0+000 A KM.0+214				
TESISTA: Bach. Jean Franco Aroni Villanueva				Lamina N°:
Escala: INDICADA	Fecha: ENERO 2017	Departamento: AREQUIPA	Provincia: ISLAY	Distrito: MATARANI

DISPOSICIÓN DE JUNTAS

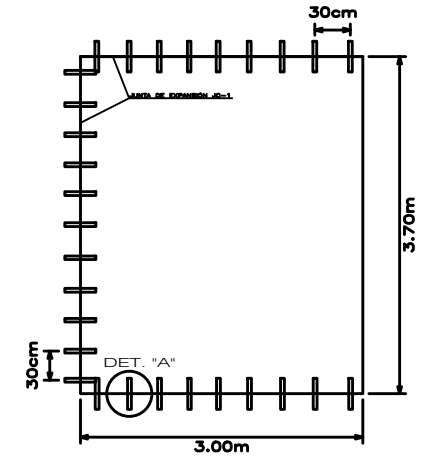
ESCALA 1/150



TIPOS DE JUNTAS



DISPOSICIÓN DE PASAJUNTAS



DETALLE "A"

Pasajunta de Acero:

$\phi = 1 \frac{1}{4}$ "



ESPECIFICACIONES DEL CONCRETO

PAVIMENTO RÍGIDO, E=10"
f'c=280 kg/cm² CEMENTO TIPO V
MR=678.6 PSI

ESPECIFICACIONES DEL ACERO

ACERO DE REFUERZO

BARRAS CORRUGADAS f'y=4200 kg/cm²
ASTM A-615 (GRADO 60)

CURADO DEL CONCRETO

Puede utilizarse algunas de las siguientes alternativas:

A.- CURADO POR AGUA.- Deberá empaparse el agua en las zonas limitadas por las juntas, impidiendo el ingreso del agua a las juntas para evitar saturar la sub-base. Cubrir con plástico para evitar la evaporación.

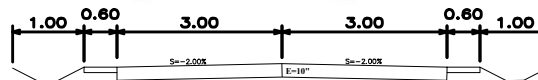
B.- COBERTURA HÚMEDA.- Que proporcionen un suministro continuo de humedad uniformemente distribuida en la superficie de la losa. Deberá ser colocado sobre el concreto tan pronto como se terminen las operaciones de acabado y se pueda evitar estropear la superficie.

C.- COBERTURA QUE RETIENE LA HUMEDAD.

D.- CURADO CON MEMBRANA LÍQUIDA.

DETALLE DE SECCION DE VIA

ESCALA 1/50



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA					
FACULTAD:	ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE				
ESCUELA PROFESIONAL:	INGENIERIA CIVIL				
TESIS:	"DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA LAS VIAS DE SERVICIO VEHICULAR EN EL TERMINAL PORTUARIO DE MATARANI"				
PLANO:	PAVIMENTOS Y JUNTAS				
FECHA:	Bach. Jean Franco Aroni Villanueva				
INDICADA	ENERO 2017	AREQUIPA	ISLAY	MATARANI	E-01