

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**ESTUDIO DE PERFIL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUERTO DE
EMBARQUE DE CONCENTRADOS DE COBRE EN CHICAMA-
CAMINO DE ACCESO**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

VÍCTOR RAÚL RODRÍGUEZ ROJAS

Lima- Perú

2011

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a:

Norka Rojas Jerí, mi señora madre; que gracias a su apoyo me ha sido posible alcanzar mis metas; siempre te estaré agradecido.

Víctor Rodríguez Pacheco, mi señor padre; que gracias a su apoyo y sus buenos consejos me ha sido posible esforzarme más y alcanzar mis objetivos; muchas gracias por todo.

ÍNDICE

RESUMEN	2
LISTA DE TABLAS	3
LISTA DE FIGURAS	4
LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS	4
INTRODUCCIÓN	6
CAPÍTULO I: PERFIL DEL PROYECTO	7
1.1 UBICACIÓN	7
1.2 OBJETIVO DEL PROYECTO	8
1.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL PROYECTO	9
CAPÍTULO II: CAMINO DE ACCESO	14
2.1 TRAZO DE VÍA	14
2.2 TRÁFICO	25
2.3 CAMIÓN DE DISEÑO	28
2.4 TIPOS DE TERRENO A CRUZAR	31
2.5 EVALUACIÓN DE TIPOS DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO	31
2.6 CONSTRUCCIÓN DE SUB-BASE	37
2.7 CONSTRUCCIÓN DE LA BASE	41
2.8 CONSTRUCCIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA	46
CAPÍTULO III: EXPEDIENTE TÉCNICO	47
3.1 MEMORIA DESCRIPTIVA	47
3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	49
3.2.1 Disposiciones generales para la ejecución de afirmados, sub-bases granulares y bases granulares	49
3.2.2 Pavimento de concreto asfáltico caliente	57
3.3 PRESUPUESTO	64
3.4 PLANOS	65
CONCLUSIONES	68
RECOMENDACIONES	69
BIBLOGRAFÍA	70
ANEXOS	

RESUMEN

El embarcadero de Chicama en la actualidad debido a las dimensiones, antigüedad de la infraestructura portuaria existente, y a su ubicación en zona de pendiente muy suave no dispone de capacidad ni puede ser mejorado para satisfacer la demanda de exportación de concentrados de cobre, que se avizora en el área de influencia.

Debido a la creciente demanda de minerales en el mundo y su consecuente alza de precios, el embarcadero de Chicama está rezagado y condenado inexorablemente a ver pasar el comercio mundial por otros puertos, mientras no se proyecte un nuevo puerto con la infraestructura necesaria para poder insertarse en el circuito económico comercial del Perú con el mundo.

En este proyecto se ha concebido la construcción de un Puerto de Embarque de Concentrados de Cobre en Chicama, para poder satisfacer la demanda que se está generando en la zona.

Parte importante de la nueva infraestructura portuaria es la construcción de un camino de acceso desde la ciudad de Rázuri hasta el puerto, como vía eficiente para la integración de dicho puerto con las demás vías.

Se ha procedido al diseño del camino de acceso, usando el plano realizado por la Dirección de Hidrografía y Navegación, en el cual se puede observar la topografía de la zona y así realizar el trazo de la vía siguiendo las normas del MTC. Luego mediante la demanda del mineral se determina el tráfico que tendrá la vía y el vehículo de diseño. Luego se determinan los espesores de la sub-base, base y carpeta asfáltica utilizando los métodos empíricos de diseños de pavimentos de la AASHTO.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.01: Longitud de la red vial en el departamento de La Libertad	12
Tabla 2.01: Clasificación de la Red Vial Peruana y su relación con la velocidad del diseño	16
Tabla 2.02: Clasificación de carretera según condiciones orográficas	17
Tabla 2.03: Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras	19
Tabla 2.04: Pendientes máximas	21
Tabla 2.05: Ancho de calzada de dos carriles	22
Tabla 2.06: Bombeo de la calzada	22
Tabla 2.07: Tasas de crecimiento para la producción del cobre	27
Tabla 2.08: Factores de Equivalencias de Cargas	29
Tabla 2.09: Cálculo del Número de Ejes Equivalentes EAL (8.2tn)	30
Tabla 2.10: Percentil de diseño para un nivel de tráfico (EAL)	31
Tabla 2.11: Niveles de Confiabilidad	32
Tabla 2.12: Desviación Estándar Normalizada	33
Tabla 2.13: Nivel de Serviciabilidad Terminal (Pt)	33
Tabla 2.14: Coeficientes de Drenaje	35
Tabla 2.15: Coeficientes a_i	35
Tabla 2.16: Espesores mínimos según el tráfico	37
Tabla 2.17: Requerimientos granulométricos para sub-base granular	38
Tabla 2.18: Requerimientos de ensayos especiales	38
Tabla 2.19: Requerimientos granulométricos para base granular	42
Tabla 2.20: Características físico-mecánicas de la base granular	42
Tabla 2.21: Requerimientos del agregado grueso	43
Tabla 2.22: Requerimientos del agregado fino	44
Tabla 3.01: Requerimientos para los agregados gruesos	58
Tabla 3.02: Requerimientos para los agregados finos	59
Tabla 3.03: Requerimientos para las caras fracturadas	59
Tabla 3.04: Requerimientos del equivalente de arena	59
Tabla 3.05: Angularidad del agregado fino	60
Tabla 3.06: Husos granulométricos de la mezcla asfáltica normal	60
Tabla 3.07: Unidades de pago para los pavimentos	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.01: Vista del departamento de La Libertad	7
Figura 1.02: Vista del distrito de Rázuri - Ascope - La Libertad	8
Figura 1.03: Levantamiento Hidrográfico del Puerto Malabrigo	9
Figura 1.04: Cerro Malabrigo	10
Figura 1.05: Plano de ubicación de cantera y camino de acceso	11
Figura 1.06: Área de influencia directa del proyecto	13
Figura 2.01: Trazo del camino de acceso desde la localidad de Rázuri hasta el proyecto Puerto Chicama	15
Figura 2.02: Trazo para el camino de acceso	18
Figura 2.03: Trazos para el cálculo de la orografía	18
Figura 2.04: Trazo del Alineamiento del tramo 1 – 2	23
Figura 2.05: Trazo del Alineamiento del tramo 2 – 3 – 4	24
Figura 2.06: Trazo del Alineamiento del tramo 4 – 5	25
Figura 2.07: Tabla de pesos y medidas permitidas en los vehículos	26

LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS

WGS-84	:	Datum World Global System
msnm	:	Metros sobre el nivel del mar
AID	:	Área de Influencia Directa
All	:	Área de Influencia Indirecta
m	:	Metro
m ²	:	Metro cuadrado
IMD	:	Índice medio diario
MTC	:	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
tan <i>B</i>	:	Tangente de <i>B</i>
arc tan	:	Arco tangente
h	:	Altura
km/h	:	Kilómetros por horas
Pmax	:	Peralte máximo
lb	:	Libra
tn	:	Tonelada
veh/día	:	Vehículos por día

LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS

i	:	Tasa de crecimiento
EAL	:	Número de ejes equivalentes
KN	:	Kilo Newton
FECs	:	Factor equivalente de carga para un eje simple
FECt	:	Factor equivalente de carga para un eje triple
FEVC	:	Factor equivalente vehicular
CBR	:	California Bearing Ratio
Mr	:	Módulo de Resiliencia
AASHTO	:	American Association of State Highway and Transportation Officials
psi	:	Libra por pulgada cuadrada
R	:	Nivel de Confiabilidad
SN	:	Número estructural del pavimento
Log	:	Logaritmo
a_i	:	Coefficiente Estructural
m_i	:	Coefficiente de Drenaje
D_i	:	Espesor de cada capa
cm	:	Centímetros
pul	:	Pulgadas
ASTM	:	American Society for Testing And Materials
mm	:	Milímetros

INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de minerales de cobre para la exportación ha generado en Chicama la necesidad de proyectar un nuevo puerto con la infraestructura adecuada para poder insertarse en el circuito económico comercial del Perú con el mundo.

Por tal motivo se ha realizado el perfil para la construcción de un puerto de embarque de concentrados de cobre en Chicama. Seleccionándose como mejor alternativa la ubicación del cerro Malabrigo.

Componente importante de la nueva infraestructura portuaria es la construcción de un camino de acceso desde la ciudad de Rázuri hasta el puerto.

El proyecto tiene como interés realizar un estudio y analizar el diseño, ejecución y construcción del camino de acceso desde la ciudad de Rázuri hasta el puerto de embarque, y así determinar uno de los componentes importantes de la infraestructura portuaria para dar solución a la necesidad de exportar una demanda considerable de concentrados de cobre por Chicama.

En el capítulo I se realiza una descripción del perfil del proyecto tanto de la ubicación geográfica como el análisis de cada partida que abarca la construcción del camino de acceso y así poder cumplir con los objetivos del proyecto.

En el capítulo II se diseña el camino de acceso según el uso que implica y éste dependerá exclusivamente de la demanda de concentrados de cobre que tenga la región y así se podrá evaluar los diferentes tipos de estructura de los pavimentos y seleccionar la alternativa más conveniente como vía de acceso.

El capítulo III especifica el Expediente Técnico y abarca todos los procesos constructivos que debe cumplir el proyecto.

CAPÍTULO I: PERFIL DEL PROYECTO

1.1 UBICACIÓN

El proyecto: Estudio de Perfil para la Construcción del Puerto de Embarque de Concentrados de Cobre en Chicama – Camino de Acceso se ubica en el distrito de Rázuri, provincia de Ascope, departamento de La Libertad.

El tramo del camino de acceso al Puerto se inicia en la localidad de Rázuri que se encuentra ubicado en la zona norte del Perú en la región de la costa, del departamento de La Libertad, extendiéndose desde el mar hacia el este llegando hasta las estribaciones de la cordillera occidental en forma de un rectángulo. Está unido a la carretera Panamericana por medio de un ramal de 15 kilómetros de largo.

Geográficamente el tramo se inicia en las coordenadas WGS-84: Longitud: 79°26'00" y Latitud: 7°42'14" con una altura promedio de 10 msnm y finaliza en las coordenadas: Longitud: 79°27'53" y Latitud: 7°42'46" con una altura promedio de 25 msnm.

En la siguiente figura N° 1.01 se presenta una vista del departamento de La Libertad y se señala la ubicación del proyecto:

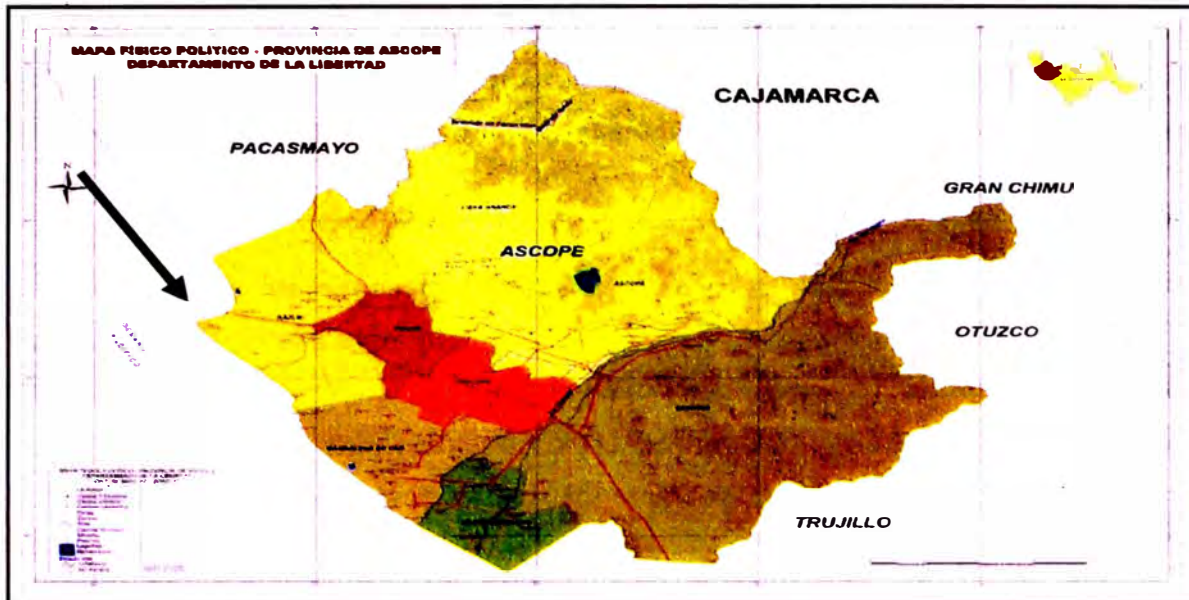
Figura 1.01: Vista del departamento de La Libertad



Fuente: <http://trujillodiwebnoticias.blogspot.com>

En la siguiente figura N° 1.02 se presenta una vista de la provincia de Ascope y se señala la ubicación del proyecto:

Figura 1.02: Vista del distrito de Rázuri - Ascope - La Libertad



Fuente: <http://imagenesplanosmapaspaisajes.blogspot.com>

1.2 OBJETIVO DEL PROYECTO

Realizar un estudio y analizar el diseño, ejecución, construcción y operación del camino de acceso desde la ciudad de Rázuri hasta el nuevo puerto de embarque, y así determinar una propuesta de solución a la necesidad de exportar una demanda considerable de concentrados de cobre por Chicama.

Objetivos específicos

Evaluar los diferentes tramos de la vía, como el tipo de suelo, topografía y terraplén de llegada al puente del nuevo puerto de embarque.

Evaluar los diferentes tipos de estructura de los pavimentos y seleccionar la alternativa más conveniente como vía de acceso.

Proponer el estudio para una infraestructura y operatividad necesaria a la alternativa planteada, de tal manera de atender la demanda de mineral de concentrado de cobre a la que se requiere satisfacer.

1.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL PROYECTO

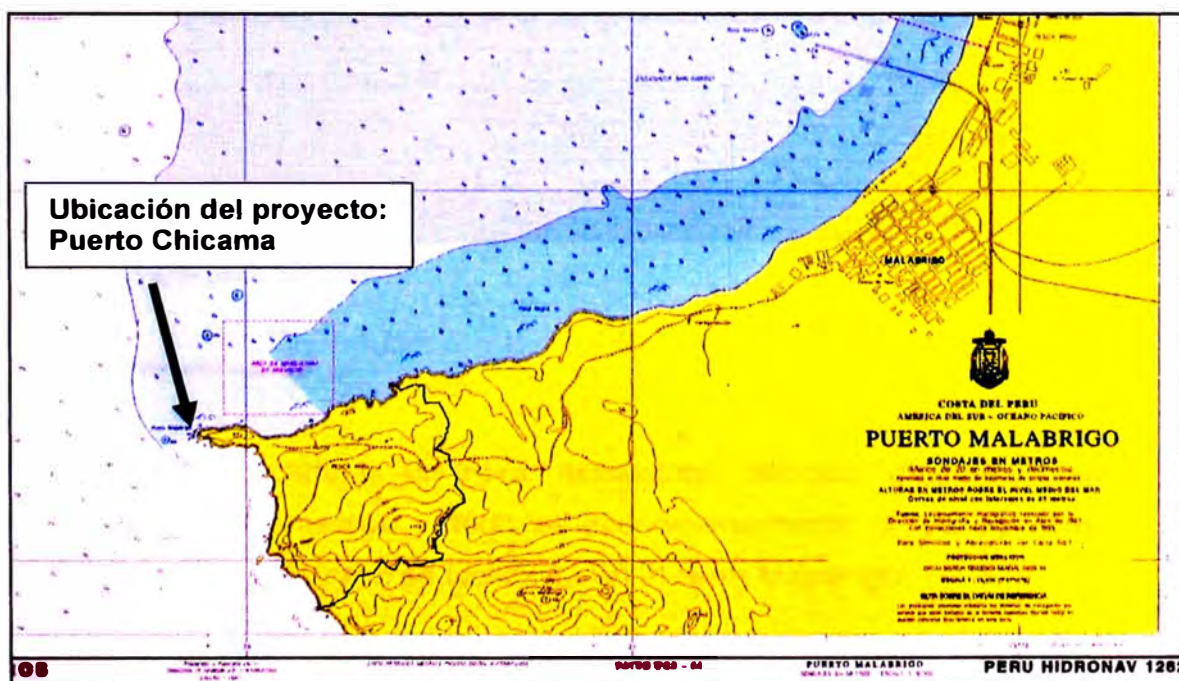
Para el presente estudio es necesario plantear la construcción de un camino de acceso que empiece desde la carretera de la ciudad de Rázuri hasta el proyecto del Puerto Chicama para poder brindar una vía eficiente, no solo para la etapa de construcción del puerto de embarque sino para que dentro de la vida útil del puerto, se pueda abastecer con los camiones de carga de concentrados de cobre.

Por lo expuesto, es necesario realizar el diseño de este camino de acceso, en concordancia con el tráfico que generará la demanda portuaria.

Para realizar el trazo es necesario contar con la topografía de la zona, para ello se cuenta con un portulano proporcionado por la Dirección de Hidrografía y Navegación denominado Puerto Malabrigo.

La siguiente figura N° 1.03 muestra el levantamiento hidrográfico del Puerto Malabrigo, donde se muestra la topografía de la zona y se señala la ubicación del proyecto Puerto Chicama:

Figura 1.03: Levantamiento Hidrográfico del Puerto Malabrigo



Fuente: Levantamiento Hidrográfico realizado por la Dirección de Hidrografía y Navegación en Abril de 1987 con correcciones hasta Noviembre de 1995

Movilización y desmovilización

Se movilizará el equipo transportado y autopropulsado que requiere la obra hacia la zona de trabajo ubicado cerca al cerro Malabrigo. También se movilizará al personal obrero.

En el cerro Malabrigo se ubica la cantera para el proyecto del camino de acceso.

En la siguiente figura N° 1.04 se presenta una foto de la ubicación del Cerro Malabrigo en la actualidad:

Figura 1.04: Cerro Malabrigo



Fuente: Elaboración propia

Obras Preliminares

Constituyen los carteles de obra, almacenes, oficinas, guardianía, servicios higiénicos, campamentos y todo el acondicionamiento a los accesos de la cantera, que en este caso se localizará en el cerro Malabrigo.

En la siguiente figura N° 1.05 se muestra la ubicación del proyecto Puerto Chicama, el lugar de la cantera y el camino de acceso:

Figura 1.05: Plano de ubicación de cantera y camino de acceso



Fuente: Google Earth

Movimiento de tierras

Se inicia con el corte y relleno para alcanzar los niveles y perfiles del proyecto, hasta el nivel de la sub-rasante, el mismo que se procederá a perfilar de acuerdo a lo establecido en las Especificaciones Técnicas.

Se observa en las fotos que el Cerro Malabrigo está compuesto por roca, la misma que se encuentra fracturada superficialmente. Para lo cual se realizará trabajos de perforación y disparo de roca en los tramos necesarios donde se requiera el corte, para luego realizar la excavación y peinado de taludes.

Al finalizar los excesos del material deberán ser eliminados de la zona del proyecto y colocados en lugares alejados.

Sub-base y Base

Se realizará el perfilado y compactado de la sub-base de acuerdo a lo establecido en las Especificaciones Técnicas.

Se realizará el perfilado y compactado de la base de acuerdo a lo establecido en las Especificaciones Técnicas.

Pavimento Asfáltico

Se realizará el trabajo de colocación del imprimante a la base y al día siguiente se colocará la carpeta asfáltica, siguiendo lo establecido en las Especificaciones Técnicas.

Transporte

El transporte se refiere al traslado de los materiales a la zona de trabajo, pero también es importante conocer como es la infraestructura vial de la zona

La infraestructura vial se ha configurado en las zonas de producción, concentrándose en el eje costero (Panamericana Norte), la falta de vías alternas a las rutas principales ha traído como consecuencia zonas aisladas que en una situación de emergencia seria improbable la solución del problema.

En la tabla N° 1.01 se presenta la longitud de la red vial del departamento de La Libertad mediante la siguiente distribución:

Tabla 1.01: Longitud de la red vial en el departamento de La Libertad

PROVINCIAS	TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA				TOTAL
	Asfaltada (km)	Afirmada (km)	Sin afirmar(km)	Trocha carrozable (km)	
Ascope	161,36	45,40	55,00	63,79	325,55
Botívar	-	-	-	122,10	122,10
Chepén	88,74	-	-	82,50	171,24
Gran Chimú	-	43,95	74,30	252,52	370,77
Julcán	-	-	-	114,90	114,90
Otuzco	35,96	23,04	322,47	466,45	847,92
Pacasmayo	73,70	-	14,89	51,95	140,54
Pataz	-	-	110,30	374,75	485,05
Sánchez Carrión	-	185,65	236,35	332,75	754,75
Santiago de Chuco	-	175,65	110,30	202,44	488,39
Trujillo	119,10	-	40,20	81,75	241,05
Virú	73,80	84,65	-	189,90	348,35
TOTAL	552,66	558,34	963,81	2 335,80	4 410,61

Fuente: Dirección Regional de Transportes

Impacto Ambiental

Área de Influencia del Proyecto

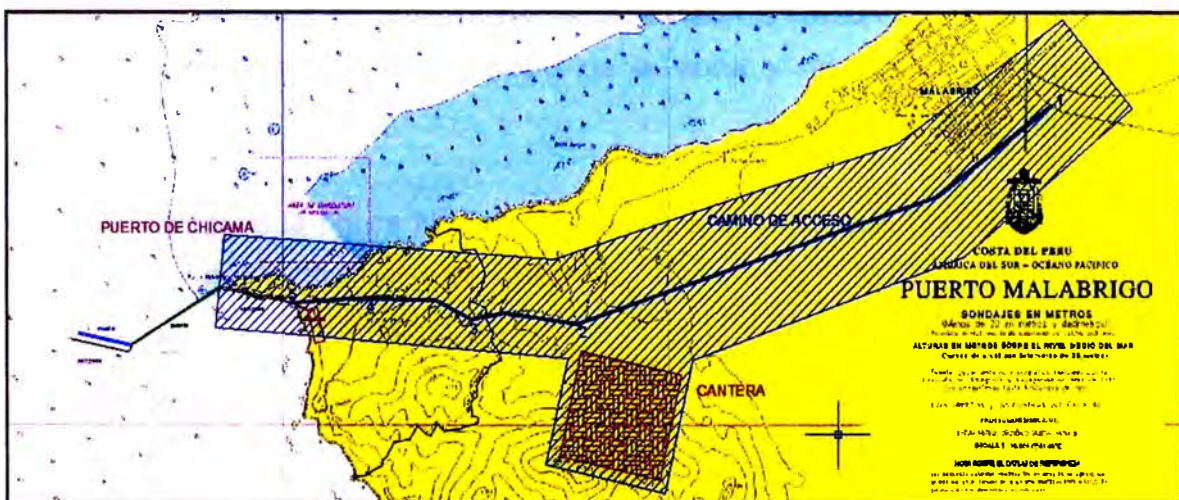
Las áreas de influencia del proyecto se definen y justifican para cada uno de los elementos o componentes del medio ambiente afectado, tomando en consideración los potenciales o eventuales impactos ambientales relevantes que sobre ellos se podrían manifestar. De forma general, el AID corresponde, al área de emplazamiento de obras del proyecto e instalación de faenas. Por su parte, el AIi corresponde, a la proximidad de estas componentes al área de influencia directa u sitios potencialmente utilizados por el proyecto.

a) Área de Influencia Directa del Proyecto

Se ha determinado el área de influencia directa a las áreas donde se experimentan impactos en el medio físico y biótico provocado por la ejecución de la obra ya sea provocada porque se ubicara en el espacio marino en donde circula y brinda servicios, o por el asentamiento temporal de las áreas auxiliares.

Se considera todo el tramo del camino de acceso, la ciudad y parte del mar que pueda afectar alguna voladura de rocas. También se considera el área donde se realiza la extracción de la roca para la carretera proyectada. El Área de Influencia Directa del Proyecto se muestra en la siguiente figura:

Figura 1.06: Área de influencia directa del proyecto



Fuente: Levantamiento Hidrográfico realizado por la Dirección de Hidrografía y Navegación en Abril de 1987 con correcciones hasta Noviembre de 1995

CAPÍTULO II: CAMINO DE ACCESO

2.1 TRAZO DE VÍA

Para enlazar la localidad de Rázuri con el nuevo Puerto de Chicama a través de una carretera, es necesario seleccionar un eje adecuado, que en primera instancia se procurará buscar aquel que presente una menor longitud, con pendientes suaves, evitando las contrapendientes, es decir pérdidas de altura innecesarias, con radios suficientemente amplios.

Para el trazo de la vía se considerará 2 tramos:

El primero es de pendiente suave, con topografía llana y trazo relativamente recto con una longitud de 2,480 m.

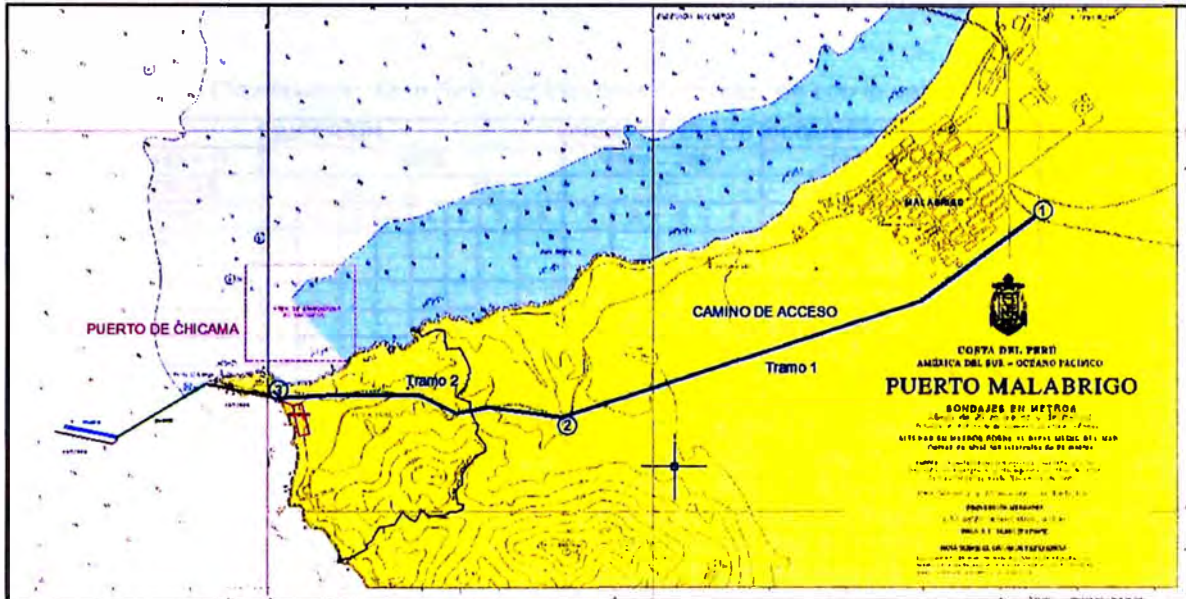
El segundo es de pendiente variable, con topografía ondulada y accidentada, con una longitud de 1,382 m.

En la actualidad existe una carretera asfaltada de 15 kilómetros desde la Panamericana Norte hasta la localidad de Rázuri. En este lugar comienza el primer tramo del camino de acceso, ubicado a 10 msnm, hasta un punto ubicado en el cerro Malabrigo, ubicado a 50 msnm. Luego comienza el segundo tramo hasta el nuevo Puerto de Chicama, ubicado a 10 msnm.

El camino de acceso no cruzará por la localidad de Rázuri, lo hará justo antes, para no comprometer la tranquilidad de la zona y no afectar a la población aledaña.

A continuación en la figura N° 2.01 se observa el trazo que une la localidad de Rázuri con el proyecto Puerto de Chicama.

Figura 2.01: Trazo del Camino de Acceso desde la localidad de Rázuri hasta el proyecto Puerto Chicama



Fuente: Levantamiento Hidrográfico realizado por la Dirección de Hidrografía y Navegación en Abril de 1987 con correcciones hasta Noviembre de 1995

Velocidad directriz

El primer criterio que se debe tener en cuenta es que todo camino debe ser proyectado sobre la base de una velocidad directriz.

La velocidad directriz escogida para el diseño será la máxima velocidad que podrá mantener con seguridad sobre una sección determinada de la carretera cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezca la condición de diseño.

La elección de la velocidad directriz, dependerá de dos factores:

- El volumen de tránsito que moverá la carretera, que básicamente es la cantidad de camiones que llevarán el concentrado de cobre a los almacenes del puerto de embarque de Chicama.
- La configuración topográfica del terreno, que en el primer tramo es de pendiente suave y constante, y en el segundo tramo es de pendiente variable y topografía accidentada.

La selección de la velocidad directriz en función del IMD y orografía se visualiza en la siguiente tabla:

Tabla 2.01: Clasificación de la Red Vial Peruana y su relación con la velocidad del diseño

CLASIFICACIÓN	SUPERIOR				PRIMERA CLASE				SEGUNDA CLASE				TERCERA CLASE							
TRAFICO VEH/DIA (1)	> 4000				4000 - 2001				2000-400				< 400							
CARACTERÍSTICAS	AP (2)		MC		DC				DC				DC							
OROGRAFÍA TIPO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
VELOCIDAD DE DISEÑO:																				
30 KPH																				
40 KPH																				
50 KPH																				
60 KPH																				
70 KPH																				
80 KPH																				
90 KPH																				
100 KPH																				
110 KPH																				
120 KPH																				
130 KPH																				
140 KPH																				
150 KPH																				

Fuente: Normas MTC-DG 2001

Donde:

AP: Autopistas

MC: Carretera Multicarril o dual

DC: Carretera de dos carriles

Para el proyecto se considera una clasificación de vía de tercera clase, por ser una vía de uso exclusivo para el Puerto y tener un tráfico de vehículos por día menor de 400.

Por lo tanto la vía será una carretera de dos carriles (DC).

Orografía o tipo de la vía

Para la selección de la velocidad directriz se observa que está en función de cuatro tipos de carreteras o su equivalente, en función del talud del terreno.

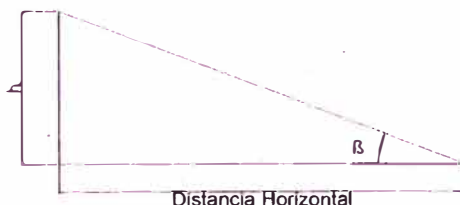
La clasificación según las condiciones orográficas se observa en la siguiente tabla N° 2.02:

Tabla 2.02: Clasificación de carretera según condiciones orográficas

CARRETERA	SITUACIÓN DE CIRCULACIÓN QUE SE PRESENTA	CONDICIÓN OROGRÁFICA	
		INCLINACIÓN TRANSVERSAL DEL TERRENO NORMAL AL EJE DE LA VÍA	
TIPO 1	Permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos ligeros.	0% - 10%	0° - 5.7°
TIPO 2	Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir sus velocidades significativamente por debajo de las de los vehículos de pasajeros, sin ocasionar el que aquellos operen a velocidades sostenidas en rampa por un intervalo de tiempo largo.	10% - 50%	5.7° - 26.6°
TIPO 3	Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir a velocidad sostenida en rampa durante distancias considerables o a intervalos frecuentes	50% - 100%	26.6° - 45°
TIPO 4	Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en rampa que aquellas a las que operan en terreno montañoso, para distancias significativas o a intervalos muy frecuentes.	MAYOR DE 100%	MAYOR DE 45°

Fuente: Normas MTC-DG 2001

Para determinar el talud del terreno, se traza en el plano de curvas de nivel por donde se desarrolla la vía, una línea lo mas perpendicular posible a dichas curvas de nivel, para luego tomar nota la distancia horizontal y la altura vertical en que comprenden las curvas contenidas en dicha longitud. Se calcula la tangente y luego el arco tangente para determinar el ángulo de inclinación de talud del terreno.



$$\tan B = \frac{h}{\text{distancia}}$$

$$\text{Talud del terreno} = B^\circ = \arctan \frac{h}{\text{distancia}}$$

En la siguiente figura se muestra el trazo del camino de acceso:

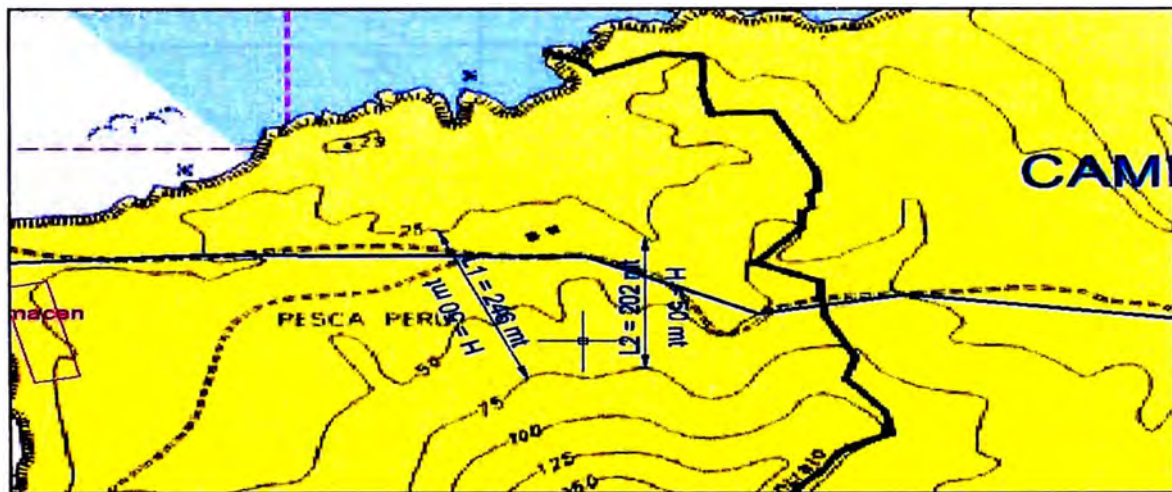
Figura 2.02: Trazo para el camino de acceso



Fuente: Levantamiento Hidrográfico realizado por la Dirección de Hidrografía y Navegación en Abril de 1987 con correcciones hasta Noviembre de 1995

En la siguiente figura N° 2.03 se muestran los trazos para el cálculo de la orografía:

Figura 2.03: Trazos para el cálculo de la orografía



Fuente: Levantamiento Hidrográfico realizado por la Dirección de Hidrografía y Navegación en Abril de 1987 con correcciones hasta Noviembre de 1995

$$\text{Talud del terreno} = B^\circ = \arctan \frac{50}{246} = 11.5^\circ \text{ o } 20.3\%$$

$$\text{Talud del terreno} = B^\circ = \arctan \frac{50}{202} = 13.9^\circ \text{ o } 24.8\%$$

Dados estos valores, la carretera es del tipo 2 por el talud del terreno resultante.

Se obtiene una clasificación de vía de tercera clase y una orografía del tipo 2, por lo que se tiene según la tabla 2.01 tres velocidades directrices: 40, 50 y 60 km/h. Para el diseño se toma la velocidad directriz de 50 km/h.

A continuación en la tabla N° 2.03 se presenta a manera de referencia los valores de los radios mínimos y peraltes máximos para las diferentes velocidades directrices:

Tabla 2.03: Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras

Ubicación de la Vía	Velocidad de diseño (Kph)	p máx%	f máx	Radio calculado(m)	Radio Redondeado(m)
Área Urbana (Alta Velocidad)	30	4,00	0,17	33,7	35
	40	4,00	0,17	60,0	60
	50	4,00	0,16	98,4	100
	60	4,00	0,15	149,2	150
	70	4,00	0,14	214,3	215
	80	4,00	0,14	280,0	280
	90	4,00	0,13	375,2	375
	100	4,00	0,12	835,2	495
	110	4,00	0,11	1108,9	635
	120	4,00	0,19	872,2	875
	130	4,00	0,08	1108,9	1110
	140	4,00	0,07	1403,0	1405
	150	4,00	0,06	1771,7	1775
Área Rural (con peligro de Hielo)	30	6,00	0,17	30,8	30
	40	6,00	0,17	54,8	55
	50	6,00	0,16	89,5	90
	60	6,00	0,15	135,0	135
	70	6,00	0,14	192,9	195
	80	6,00	0,14	252,9	255
	90	6,00	0,13	437,4	335
	100	6,00	0,12	560,4	440
	110	6,00	0,11	755,9	560
	120	6,00	0,09	950,5	755
	130	6,00	0,08	1187,2	950
	140	6,00	0,07	1476,4	1190
	150	6,00	0,09	755,9	1480
Área Rural (Tipo 1,2 ó 3)	30	8,00	0,17	28,3	30
	40	8,00	0,17	50,4	50
	50	8,00	0,16	82,0	85
	60	8,00	0,15	123,2	125
	70	8,00	0,14	175,4	175
	80	8,00	0,14	229,1	230
	90	8,00	0,13	303,7	305
	100	8,00	0,12	393,7	395
	110	8,00	0,11	501,5	505
	120	8,00	0,09	667,0	670
	130	8,00	0,08	831,7	835
	140	8,00	0,07	1028,9	1030
	150	8,00	0,06	1265,5	1265

Continuación de la tabla N° 2.03

Ubicación de la Vía	Velocidad de diseño (Kph)	P máx%	f máx	Radio calculado(m)	Radio Redondeado(m)
Área Rural (Tipo 3 ó 4)	30	12,00	0,17	24,4	25
	40	12,00	0,17	43,4	45
	50	12,00	0,16	70,3	70
	60	12,00	0,15	105,0	105
	70	12,00	0,14	148,4	150
	80	12,00	0,14	193,8	195
	90	12,00	0,13	255,1	255
	100	12,00	0,12	328,1	330
	110	12,00	0,11	414,2	415
	120	12,00	0,09	539,9	540
		130	12,00	0,08	665,4
	140	12,00	0,07	812,3	815
	150	12,00	0,06	984,3	985

Fuente: Normas MTC-DG 2001

Para el proyecto se considera un área rural del tipo 2 con una velocidad de diseño de 50 km/h. Según la tabla 2.03 el peralte máximo es del 8% y el radio mínimo redondeado de 85 metros

Normalmente resultan justificados radios superiores al mínimo, con peraltes inferiores al máximo, que resultan más cómodos tanto para los vehículos lentos, como para vehículos rápidos. Si se decide emplear radios mayores que el mínimo, habrá que elegir el peralte en forma tal que la circulación sea cómoda, tanto para los vehículos lentos como para los rápidos.

Pendiente máxima

Los límites máximos de pendiente se establecerán teniendo en cuenta la seguridad de circulación de los vehículos más pesados que transportarán el concentrado de cobre y en las consideraciones más desfavorables del pavimento.

Para consideraciones de drenaje, en los tramos en corte generalmente se evitará pendientes menores de 0.5 %, pero se puede diseñar rasantes horizontales cuando la calzada cuente con un bombeo superior al 2%.

En la siguiente tabla N° 2.04 se establece la pendiente máxima de nuestra carretera:

Tabla 2.04: Pendientes máximas

CLASIFICACIÓN	SUPERIOR								PRIMERA CLASE				SEGUNDA CLASE				TERCERA CLASE			
TRAFICO VEH/DIA (1)	> 4000								4000 - 2001				2000-400				< 400			
CARACTERÍSTICAS	AP (2)				MC				DC				DC				DC			
OROGRAFÍA TIPO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
VELOCIDAD DE DISEÑO:																				
30 KPH																			10,0	12,0
40 KPH															9,0	8,0	9,0	10,0		
50 KPH											7,0	7,0			8,0	9,0	8,0	8,0		
60 KPH					6,0	6,0	7,0	7,0	6,0	6,0	7,0	7,0	6,0	7,0	8,0	9,0	8,0	8,0		
70 KPH			5,0	5,0	6,0	6,0	6,0	7,0	6,0	6,0	7,0	7,0	6,0	7,0	7,0		7,0			
80 KPH	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0		6,0	6,0			7,0			
90 KPH	4,5	5,0	5,0		5,0	5,0	6,0		5,0	5,0			6,0							
100 KPH	4,5	4,5	4,5		5,0	5,0	6,0		5,0				6,0							
110 KPH	4,0	4,0			4,0															
120 KPH	4,0	4,0			4,0															
130 KPH	3,5																			
140 KPH	3,0																			
150 KPH																				

Fuente: Normas MTC-DG 2001

En el caso del proyecto, al ser una vía de tercera clase, orografía del tipo 2 y tener una velocidad directriz de 50 km/h, la pendiente máxima que tendrá la vía será del 8%.

Ancho de calzada de dos carriles

El ancho de la calzada en tangente se determinará con base en el nivel de servicio deseado al finalizar el periodo de diseño o en un determinado año de la vida de la carretera. En consecuencia, el ancho y número de carriles se determinarán mediante un análisis de capacidad y niveles de servicio. Los anchos de carril que se usen, serán: 3,00 m; 3,30 m; 3,50 m; 3,60 m y 3,65 m.

En los tramos en curva la calzada estará provista de un sobrecarril.

En la siguiente tabla N° 2.05 se indica los valores del ancho del pavimento para cada velocidad directriz con relación a la importancia de la carretera.

Tabla 2.05: Ancho de calzada de dos carriles

CLASIFICACIÓN	SUPERIOR								PRIMERA CLASE				SEGUNDA CLASE				TERCERA CLASE			
VEH/DIA (1)	> 4000								4000 - 2001				2000-400				< 400			
CARACTERÍSTICAS	AP ⁽²⁾				MC				DC				DC				DC			
OROGRAFÍA TIPO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
VELOCIDAD DE DISEÑO:																				
30 KPH																			6,00	6,00
40 KPH															6,60	6,60	6,60	6,60		
50 KPH										7,00	7,00				6,60	6,60	6,60	6,60		
60 KPH					7,20	7,20	7,00	7,00	7,20	7,20	7,00	7,00	7,00	7,00	6,60	6,60	6,60	6,60		
70 KPH			7,20	7,20	7,20	7,20	7,00	7,00	7,20	7,20	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00		7,00			
80 KPH	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20		7,00	7,00			7,00			
90 KPH	7,20	7,20			7,20	7,20	7,20		7,20	7,20			7,00							
100 KPH	7,20	7,20			7,20	7,20	7,20		7,20				7,00							
110 KPH	7,30	7,30			7,30															
120 KPH	7,30	7,30			7,30															
130 KPH	7,30																			
140 KPH	7,30																			
150 KPH																				

Fuente: Normas MTC-DG 2001

Para el proyecto el ancho de la calzada de dos carriles será de 6.60 metros.

Bombeo de la calzada

En tramos rectos o en aquellos cuyo radio de curvatura permite el contraperalte las calzadas deberán tener, con el propósito de evacuar las aguas superficiales, una inclinación transversal mínima o bombeo, que depende del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona.

La siguiente tabla especifica los valores de bombeo de la calzada:

Tabla 2.06: Bombeo de la calzada

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación: < 500 mm/año	Precipitación: > 500 mm/año
Pavimento Superior	2,0	2,5
Tratamiento Superficial	2,5 ^(*)	2,5 - 3,0
Afirmado	3,0 - 3,5 ^(*)	3,0 - 4,0

Fuente: Normas MTC-DG 2001

En el departamento de La Libertad las precipitaciones pluviales son inferiores a 50 mm anuales, por lo tanto se considerará un bombeo del 2 %.

Trazo del alineamiento

Se deberá buscar un alineamiento horizontal homogéneo, en el cual las tangentes y las curvas se sucedan armónicamente. Esto ha de permitir una operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad directriz en la mayor longitud de la carretera que sea posible.

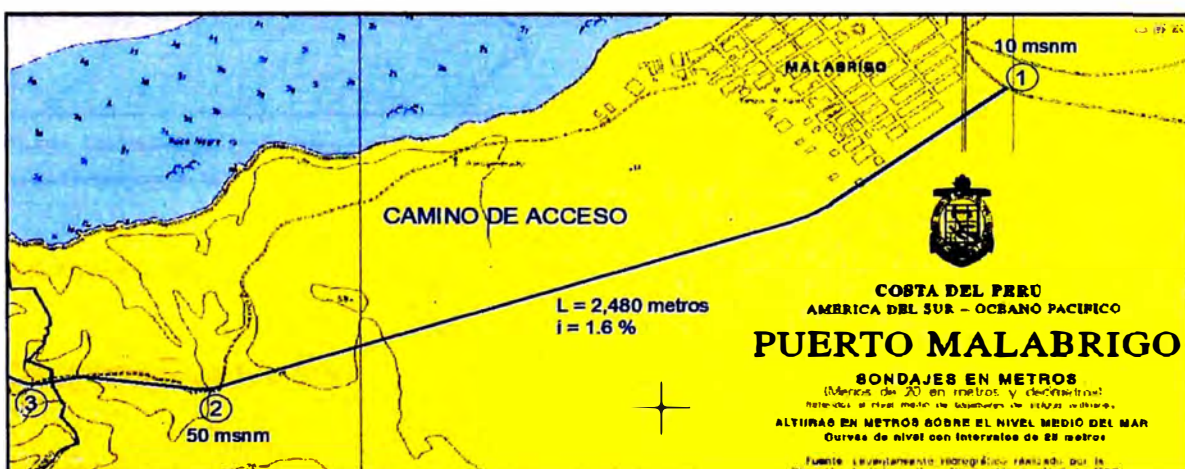
Tramo 1 - 2:

Características técnicas:

Velocidad directriz	: 50 km/h
Longitud total	: 2,480 metros
Ancho de la superficie de rodadura	: 6.60 metros
Cota 1	: 10 msnm
Cota 2	: 50 msnm
Pendiente	: 1.6 %
Pendiente máxima	: 8 %
Radio mínimo	: 85 metros
Peralte máximo	: 8 %

El trazo del alineamiento del tramo 1 – 2 se muestra a continuación en la figura:

Figura 2.04: Trazo del Alineamiento del tramo 1 – 2



Fuente: Levantamiento Hidrográfico realizado por la Dirección de Hidrografía y Navegación en Abril de 1987 con correcciones hasta Noviembre de 1995

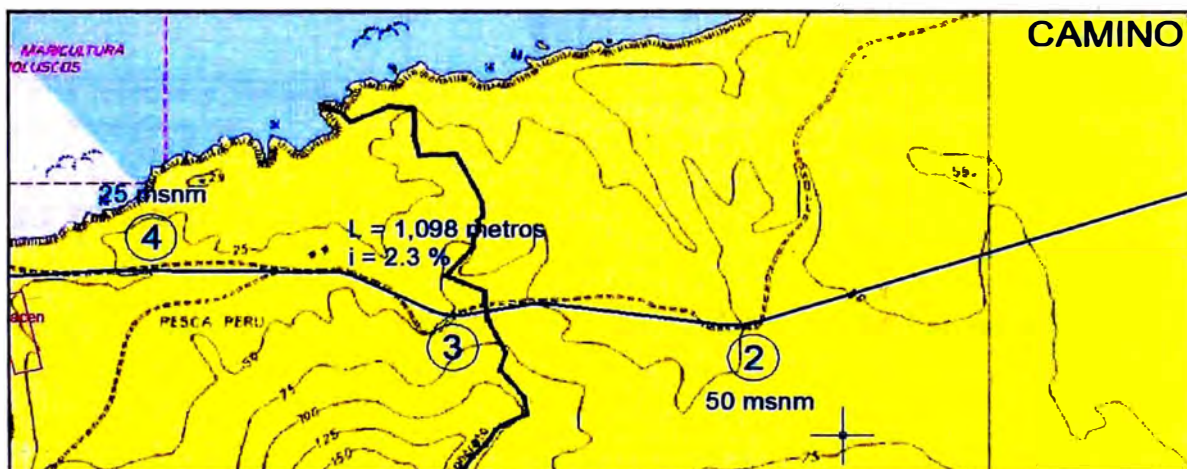
Tramo 2 – 3 – 4:

Características técnicas:

Velocidad directriz	: 50 km/h
Longitud total	: 1,098 metros
Ancho de la superficie de rodadura	: 6.60 metros
Cota 2	: 50 msnm
Cota 4	: 25 msnm
Pendiente	: 2.3 %
Pendiente máxima	: 8 %
Radio mínimo	: 85 metros
Peralte máximo	: 8 %

El trazo del alineamiento del tramo 2 – 3 – 4 se muestra a continuación en la figura:

Figura 2.05: Trazo del Alineamiento del tramo 2 - 3 - 4



Fuente: Levantamiento Hidrográfico realizado por la Dirección de Hidrografía y Navegación en Abril de 1987 con correcciones hasta Noviembre de 1995

Tramo 4 - 5:

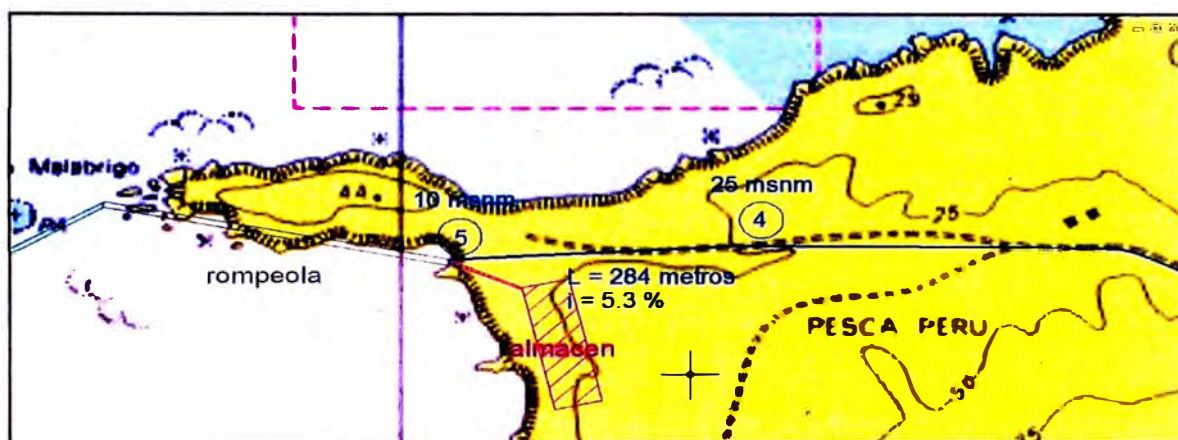
Características técnicas:

Velocidad directriz	: 50 km/h
Longitud total	: 284 metros
Ancho de la superficie de rodadura	: 6.60 metros

Cota 4	: 25 msnm
Cota 5	: 10 msnm
Pendiente	: 5.3 %
Pendiente máxima	: 8 %
Radio mínimo	: 85 metros
Peralte máximo	: 8 %

El trazo del alineamiento del tramo 4 - 5 se muestra a continuación en la figura:

Figura 2.06: Trazo del Alineamiento del tramo 4 – 5



Fuente: Levantamiento Hidrográfico realizado por la Dirección de Hidrografía y Navegación en Abril de 1987 con correcciones hasta Noviembre de 1995

2.2 TRÁFICO

Este tema tiene como propósito brindar un método para la determinación de datos de tráfico que sirvan al método de diseño estructural del pavimento a efectuar.

Es posible representar el efecto de cualquier eje cargado con cualquier masa sobre el comportamiento de un pavimento, por medio del número de aplicaciones de carga por eje simple, equivalentes a 18000 lb o 8.2 tn.

Para el análisis del espectro de cargas actuantes, se requiere conocer el número de vehículos y las masas de las cargas por eje que circularán durante la vida útil del pavimento; cuando mayor es la importancia de la vía tanto en volumen como en carga de tráfico, se requieren mayores coeficientes de seguridad para estimar el tráfico futuro.

Cuando no hay disponibilidad de datos de conteo y clasificación de tráfico, se pueden obtener valores estimados:

Índice Medio Diario (IMD) Anual

Para el presente proyecto se tomará como dato la demanda de concentrados de cobre que requiere el puerto de embarque de Chicama que asciende a 1'800,000 toneladas por año.

Por motivos de diseño se considera un vehículo tipo C4 de la siguiente tabla N° 2.07 de pesos y medidas:

Figura 2.07: Tabla de pesos y medidas permitidas en los vehículos

ANEXO IV : PESOS Y MEDIDAS									
1. PESOS Y MEDIDAS MÁXIMAS PERMITIDAS									
TABLA DE PESOS Y MEDIDAS									
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Eje Delant.	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
				Conjunto de ejes posteriores					
				1º	2º	3º	4º		
C2		12.30	7	11	---	---	---	18	
C3		13.20	7	18	---	---	---	26	
C4		13.20	7	23 ^{1/2}	---	---	---	30	
8x4		13.20	7+7 ^{5/8}	18	---	---	---	32	
T2S1		20.50	7	11	11	---	---	26	
T2S2		20.50	7	11	18	---	---	36	
T2Se2		20.50	7	11	11	11	---	40	

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos

Se considera una carga útil del vehículo de 20 toneladas y se calcula el número de viajes con la siguiente relación:

$$\text{N}^\circ \text{ viajes por año} = \frac{1'800,000 \text{ tn}}{20 \text{ tn}} = 90,000 \text{ viajes}$$

$$\text{N}^\circ \text{ viajes por día} = \frac{90,000}{365} = 247 \text{ viajes}$$

Además se considera que circulan 30 automóviles y 20 camionetas.

Por lo tanto el Índice Medio Diario será aproximadamente de 297 veh/día.

Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento para el tráfico de este proyecto no se considerará con el crecimiento poblacional, ni el crecimiento bruto interno, ni con el producto bruto interno per capital por habitante.

La tasa de crecimiento dependerá del marco de la demanda mundial de metales y las perspectivas que existen para el Perú.

Las proyecciones estimadas realizados por Asimet, Cochilco (Chile), se proyecta una tasa de crecimiento para la producción del 3% y la tasa de crecimiento del consumo de China crecerá en un 5% y la India con el 10%. Se muestra en la siguiente tabla N° 2.07 las tasas de crecimiento para la producción del cobre:

Tabla 2.07: Tasas de crecimiento para la producción del cobre

Países	Tasa de Crecimiento o Producción	Tasa de Crecimiento o Consumo
Chile	3.0%	China 5.0%
EE.UU.	3.0%	India 10%
Indonesia	3.0%	
Perú	3.0%	
Otros	3.0%	

Fuente: Asimet – CODELCO – Cochilco – 2007

Periodo de análisis

Para comparar diferentes alternativas de diseño es preciso seleccionar un periodo de tiempo para el cual se hará el análisis correspondiente.

Periodo de diseño

Es el periodo de tiempo seleccionado para el cual se diseñará el pavimento. No se debe confundir con la vida del pavimento.

El horizonte de evaluación del proyecto abarca un periodo de 20 años, y el área de influencia del proyecto estaría generando movimiento de carga para el proyectado puerto de Chicama, sustentado en la ejecución de proyectos mineros en el área de influencia, específicamente del mineral de cobre, para participar en la atención de la demanda mundial de minerales.

El factor de crecimiento se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Factor} = \frac{[(1 + i)^n - 1]}{i} = \frac{[(1 + 0.03)^{20} - 1]}{0.03} = 26.87$$

2.3 CAMIÓN DE DISEÑO

Calculo del Número de Ejes Equivalentes (EAL) 8.2 tn

El análisis de tráfico recomendado permite determinar el número de aplicaciones de cargas equivalente a un eje simple de 18,000 lb (80 KN) a ser usado en la determinación de los espesores del pavimento.

Factor Camión

Es el número de aplicaciones equivalentes a una carga por eje simple de 18,000 lb (80 KN), en una pasada de un vehículo dado.

Factor de equivalencia de carga

Es el número de aplicaciones equivalentes a una carga por eje simple de 18,000 lb (80 KN), en una pasada de un eje dado.

Se determina el factor de equivalencia de carga del automóvil, la camioneta y el vehículo C4, usando la siguiente tabla N° 2.08 de factores de equivalencias de cargas:

Tabla 2.08: Factores de Equivalencias de Cargas

FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGAS				
CARGA BRUTA POR EJE		FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA		
KN	LB	Ejes simples	Ejes tandem	Ejes tridem
4.45	1000	0.00002		
8.9	2000	0.00018		
17.8	4000	0.00209	0.0003	
26.7	6000	0.01043	0.001	0.0003
35.6	8000	0.0343	0.003	0.001
44.5	10000	0.0877	0.007	0.002
53.4	12000	0.189	0.014	0.003
62.3	14000	0.36	0.027	0.006
71.2	16000	0.623	0.047	0.011
80.0	18000	1.00	0.077	0.017
89.0	20000	1.51	0.121	0.027
97.9	22000	2.18	0.180	0.04
106.8	24000	3.03	0.260	0.057
115.6	26000	4.09	0.364	0.08
124.5	28000	5.39	0.495	0.109
133.4	30000	6.97	0.658	0.145
142.3	32000	8.88	0.857	0.191
151.2	34000	11.18	1.095	0.246
160.1	36000	13.93	1.380	0.313
169.0	38000	17.20	1.700	0.393
178.0	40000	21.08	2.080	0.487
187.0	42000	25.64	2.51	0.597
195.7	44000	31.00	3.00	0.723
204.5	46000	37.24	3.55	0.868
213.5	48000	44.50	4.17	1.033
222.4	50000	52.88	4.86	1.22
231.3	52000		5.63	1.43
240.2	54000		6.47	1.66
249.0	56000		7.41	1.91
258.0	58000		8.45	2.20
267.0	60000		9.59	2.51
275.8	62000		10.84	2.85
284.5	64000		12.22	3.22
293.5	66000		13.73	3.62
302.5	68000		15.38	4.05
311.5	70000		17.19	4.52
320.0	72000		19.16	5.03
329.0	74000		21.32	5.57
338.0	76000		23.66	6.15
347.0	78000		26.22	6.78
356.0	80000		29.00	7.45
364.7	82000		32.00	8.20
373.6	84000		35.30	8.90
382.5	86000		38.80	9.80
391.4	88000		42.60	10.60
400.3	90000		46.80	11.60

Fuente: Del apéndice D de la guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimentos. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, DC, 1986

También se puede medir el Factor de Equivalencia de Cargas del vehículo C4 cuya distribución de ejes es: 1 – 3 (simple – triple). Los valores para el cálculo serán:

Eje simple : 7 tn

Eje triple : 23 tn

Se tienen las siguientes fórmulas:

$$FECs = (P/8.2)^{4.5} = (7/8.2)^{4.5} = 0.49$$

$$FECt = (P/22.95)^{4.22} = (23/22.95)^{4.22} = 1.01$$

Donde: FECs, FECt son factores de equivalencia para eje simple y triple respectivamente; y P es el peso en toneladas del conjunto de ejes considerado para el vehículo C4.

El Factor de Carga del Vehículo C4 se obtiene sumando $0.49 + 1.01 = 1.50$

$$FEVC = 1.50$$

En la siguiente tabla N° 2.09 se observa el cálculo de ejes equivalentes proyectado para el periodo de diseño de la vía:

Tabla 2.09: Cálculo del Número de Ejes Equivalentes EAL (8.2tn)

TIPO VEHÍCULO	Nº DE VEHÍCULOS POR AÑO	FACTOR CAMIÓN	TASA DE CRECIMIENTO	EAL
Automóvil	10,950	0.00418	26.87	1,229.87
Camioneta	7,300	0.101156	26.87	19,841.85
Camión	90,000	1.50	26.87	3'627,450.00
				$\Sigma EAL = 3'648,521.72$

Fuente: Elaboración propia

2.4 TIPOS DE TERRENO A CRUZAR

El camino de estudio se encuentra a nivel del terreno natural, en la actualidad no existe una superficie de rodadura que una la localidad de Rázuri con el nuevo puerto de Chicama.

El trazo de la vía pasa por una zona de material eólico siendo de arena y arcillas para luego pasar por una zona de material de roca fracturada y arena.

2.5 EVALUACIÓN DE TIPOS DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Se usará el método del CBR de la sub-rasante y el tráfico inducido en la vía.

En la siguiente tabla N° 2.10 se aplica el método de los percentiles para un nivel de tráfico (EAL).

Tabla 2.10: Percentil de diseño para un nivel de tráfico (EAL)

NIVEL DE TRÁFICO (EAL)	PERCENTIL DE DISEÑO (%)
10 ⁴ a menos	60
10⁴ - 10⁶	75
10 ⁶ a mas	87.5

Fuente: AASTHO

Para el proyecto con un $EAL = 3.648 \times 10^6$ se obtendrá como resultado que el limite percentil de diseño será de 87.5 %

Considerando para el proyecto un CBR de diseño de 3.5 se determina el Modulo de Resilencia (Mr).

Utilizando las fórmulas recomendadas por la AASHTO con las siguientes restricciones:

$$Mr = 1500 \times CBR \quad \text{para } CBR < 7.2\% \quad (\text{para suelos fino})$$

$$Mr = 3000 \times CBR^{0.65} \quad \text{para } CBR \text{ de } 7.2 \text{ a } 20\%$$

$$M_r = 4326 \times \ln \text{CBR} + 241 \quad \text{para suelos granulares}$$

Para el cálculo del Modulo Resiliente utilizaremos la primera ecuación:

$$M_r = 1500 \times \text{CBR}$$

Para un CBR = 3.5%

$$M_r = 1500 \times 3.5 = 5,250 \text{ psi}$$

Parámetros para el diseño

Para el diseño estructural se cuenta con la siguiente información:

$$M_r = 5250 \text{ psi} \quad ; \quad EAL = 3.65 \times 10^6$$

Para obtener el diseño estructural de la carretera se debe tener los siguientes parámetros:

Z_r = Desviación Estándar Normalizada

S_o = Factor de corrección de la Desviación Estándar

Δpsi = Índice de serviciabilidad

P_i = Serviciabilidad inicial

P_t = Serviciabilidad final

Con el cuadro de la confiabilidad estadística, que viene a ser el grado de confiabilidad en el proceso de diseño del pavimento. Este nivel de confiabilidad (R) se basa en la distribución normal y es función de la desviación estándar (S_o).

Los valores recomendados para los niveles de confiabilidad se registran en la siguiente tabla:

Tabla 2.11: Niveles de Confiabilidad

CLASIFICACIÓN GENERAL	URBANO	RURAL
Autopista	85-99	80-99
Otra arteria principal	80-99	75-95
Colectora	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

Fuente: AASHTO

Para el proyecto se tiene una vía local en el ámbito rural, por lo que el valor del nivel de confiabilidad (R) = 70 %

Con este dato en la tabla N° 2.12 siguiente se obtiene el valor de la Desviación Estándar Normalizada (Z_r).

Tabla 2.12: Desviación Estándar Normalizada

VALOR DE R %	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMALIZADA (Z_r)
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405

Fuente: AASHTO

$R = 70 \%$

$Z_r = -0.524$

El factor de corrección de la Desviación Estándar recomendada por la guía AASHTO para pavimentos flexibles se encuentra dentro del siguiente rango: $0.40 < S_o < 0.50$, pero se recomienda tomar el valor promedio, que será de 0.45.

La serviciabilidad del pavimento se define como la habilidad para servir al tipo de tráfico, los cuales utilizan la comodidad. La medida principal de la serviciabilidad es el índice de serviciabilidad presente (Δpsi).

En la siguiente tabla N° 2.13 se muestran los valores mínimos de P_t .

Tabla 2.13: Nivel de Serviabilidad Terminal (P_t)

NIVEL DE SERVICIABILIDAD TERMINAL (P_t)	% DE PERSONAS QUE CONSIDERAN INACEPTABLE
3.0	12
2.5	55
2.0	85

Fuente: AASHTO

Para el proyecto se considera un $P_t = 2.0$

$$\Delta\psi_i = P_i - P_t = 4.2 - 2.0 = 2.2$$

El diseño de la guía AASHTO está basado en identificar un número estructural del pavimento flexible (SN) que soportará el nivel proyectado del tráfico de carga por eje. La metodología AASHTO describe el cálculo de coeficientes estructurales (a_i) requerido para el diseño estructural estándar de pavimentos flexibles. A cada capa de material en la estructura del pavimento (carpeta asfáltica, base y sub-base granular) se le asigna un valor para este coeficiente con el propósito de transformar el espesor de la capa real en un número estructural (SN).

Para el cálculo del número estructural se tiene la ecuación:

$$\log_{10}(EAL_{8,2}) = Z_R * S_0 + 9,36 * \log_{10}(SN+1) + \frac{\log_{10}\left[\frac{\Delta\psi_i}{4,2-1,5}\right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} + 2,32 * \log_{10}(Mr) - 8,27$$

Se tiene como datos los valores:

$$EAL = 3.65 \times 10^6$$

$$Mr = 5250 \text{ psi}$$

$$Z_r = -0.524$$

$$S_0 = 0.45$$

$$P_i = 4.2$$

$$P_t = 2.0$$

Resolviendo la ecuación se obtiene un número estructural $SN = 4.0$

Se tiene la ecuación para el cálculo de los espesores de cada capa:

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$$

Donde

D_i = Espesores de cada capa

Para el diseño se resuelve la ecuación que relaciona el número estructural con las capas del pavimento, para lo cual se debe conocer cada uno de los coeficientes que a continuación se define:

Coeficientes estructurales a_i

Coeficiente de drenaje m_i

En la siguiente tabla N° 2.14 se determina los coeficientes de drenaje para un material pobre:

Tabla 2.14: Coeficientes de Drenaje

CARACTERISTICAS DE DRENAJE	AGUA ELIMINADA EN (TIEMPO)	Porcentaje de tiempo en el año, que el Pavimento esta expuesto a una humedad próxima a la saturación.			
		< 1 %	1% - 5%	5% - 25%	> 25%
Excelente	2 Horas	1.4 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1 Dia	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1 Semana	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1 Mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy Malo	No Drena	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente: AASHTO

Coeficiente de drenaje de base granular $m_2 = 0.925$

Coeficiente de drenaje de sub-base granular $m_3 = 0.925$

Se determina los coeficientes a_i con la siguiente tabla:

Tabla 2.15: Coeficientes a_i

COMPONENTES DEL PAVIMENTO	C.B.R. (%)	COEFICIENTE a_i
CAPA SUPERIOR		
Carpeta de concreto asfáltico tipo superior		0.17/cm
Mezcla asfáltica en frio		0.08/cm
Tratamiento superficial bituminoso (2c y 3c)	Baja	0.25 – 0.40
Sello asfáltico (con agregados)	Estabilidad	0.08

Continuación de la tabla 2.15:

COMPONENTES DEL PAVIMENTO	C.B.R. (%)	COEFICIENTE a_i
BASE GRANULAR		
Bases tipo concreto asfáltico		0.17/cm
Bases granulares: gravas arenosas	40%	0.04/cm
	60%	0.05/cm
	80%	0.06/cm
	100%	0.07/cm
Base granular tratada con asfalto		0.135/cm
Base granular tratada con cemento		0.12/cm
Base granular tratada con cal		0.06 – 0.12
SUB-BASE GRANULAR		
Arena, arcilla arenosa	10%	0.03/cm
	25%	0.04/cm
Grava arenosa	40%	0.045/cm
	60%	0.05/cm

Fuente: AASHTO

De la tabla 2.15 se obtienen los valores de a_i para los diferentes tipos de capas del pavimento:

$$a_1 = 0.17/\text{cm}$$

$$a_2 = 0.06/\text{cm}$$

$$a_3 = 0.05/\text{cm}$$

Se cuenta con la siguiente tabla N° 2.16 donde se muestra los espesores mínimos en pulgadas de la carpeta asfáltica y de la base granular del pavimento según el nivel de tráfico, que para el proyecto es: $EAL = 3.65 \times 10^6$, se determina los valores:

Tabla 2.16: Espesores mínimos según el tráfico

TRÁFICO EAL8,2	MÍNIMO ESPESOR (pulg.)	
	Concreto Asfáltico	Base Granular
Menos de 50000	1" T.S.B	4"
50001 - 150000	2.0"	4"
150001 - 500000	2.5"	4"
500001 - 2000000	3.0"	6"
2000001 - 7000000	3.5"	6"
Mayor a 7000000	4.0"	6"

Fuente: AASHTO

Se tiene un espesor mínimo de carpeta asfáltica de 3.5" y de base granular de 6" para el pavimento de la vía.

Se considera un $D_1 = 8.75$ cm y un $D_2 = 20$ cm. Se reemplaza en la fórmula (1):

$$(1) \quad SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$$

$$4.0 = 0.17 \times 8.75 + 0.06 \times 20.00 \times 0.925 + 0.05 \times D_3 \times 0.925$$

Se obtiene: $D_3 = 30.32$ cm.

Se considerará una carpeta asfáltica de 3.5" con una base granular de 20 cm y una sub-base granular de 30 cm.

2.6 CONSTRUCCIÓN DE LA SUB-BASE

Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de material de sub-base granular aprobado sobre una superficie preparada, en una

o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto o establecidos por el Supervisor.

Las consideraciones ambientales están referidas a la protección del medio ambiente durante el suministro, transporte, colocación y compactación de material de sub-base granular.

Materiales

Los agregados para la construcción de la sub-base granular deberán satisfacer los requisitos indicados anteriormente para dichos materiales.

Además, deberán ajustarse a una de las franjas granulométricas indicadas en la siguiente tabla N° 2.17:

Tabla 2.17: Requerimientos granulométricos para sub-base granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A (1)	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 - 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
4.75 mm (N° 4)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
2.0 mm (N° 10)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
4.25 um (N° 40)	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
75 um (N° 200)	2 - 8	5 - 15	5 - 15	8 - 15

Fuente: ASTM D 1241

Además, el material también deberá cumplir con los siguientes requisitos de calidad que se muestra en la tabla N° 2.18:

Tabla 2.18: Requerimientos de ensayos especiales

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimiento	
				< 3000 mm/m	≥ 3000 mm/m
Abrasión	MTC E 207	C 131	T 96	50 % máx	50 % máx
CBR (1)	MTC E 132	D 1883	T 193	40 % mín	40 % mín
Límite Líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	25% máx	25% máx
Índice de Plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 89	0% máx	4% máx
Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	25% mín	35% mín
Sales Solubles	MTC E 219			1% máx.	1% máx.
Partículas Chatas y Alargadas (2)	MTC E 211	D 4791		20% máx	20% máx

Fuente: ASTM D 1241

- (1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1”(2.5mm)
- (2) La relación ha emplearse para la determinación es 1/3 (espesor/longitud)

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Contratista deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

Requerimientos de Construcción

Preparación de la superficie existente

El Supervisor sólo autorizará la colocación de material de sub-base granular cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Supervisor.

Si en la superficie de apoyo existen irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en las especificaciones respectivas, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente, el Contratista hará las correcciones necesarias, a satisfacción del Supervisor.

Transporte y colocación del material

El Contratista deberá transportar y verter el material, de tal modo que no se produzca segregación, ni se cause daño o contaminación en la superficie existente.

Cualquier contaminación que se presentare, deberá ser subsanada antes de proseguir el trabajo.

Extensión y mezcla del material

El material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si la sub-base se va a construir mediante combinación de varios materiales, éstos se mezclarán formando cordones separados para cada material en la vía, los cuales luego se combinarán para lograr su homogeneidad.

En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad óptima de compactación, el Contratista empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje el material con una humedad uniforme. Este, después de mezclado, se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de experimentación.

Durante esta actividad se tomarán las medidas para la extensión, mezcla y conformación del material, evitando los derrames de material que pudieran contaminar fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar.

Compactación

Una vez que el material de la sub-base tenga la humedad apropiada, se conformará y compactará con el equipo aprobado por el Supervisor, hasta alcanzar la densidad especificada.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de un tercio ($1/3$) del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior.

No se extenderá ninguna capa de material de sub-base mientras no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente.

En esta actividad se tomarán los cuidados necesarios para evitar derrames de material que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora cercana al lugar de compactación.

Los residuos generados por esta y las dos actividades mencionadas anteriormente, deben ser colocados en lugares de disposición de desechos adecuados especialmente para este tipo de residuos.

Apertura al tránsito

Sobre las capas en ejecución se prohibirá la acción de todo tipo de tránsito mientras no se haya completado la compactación. Si ello no es factible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas, se distribuirá de forma que no se concentren ahuellamientos sobre la superficie. El Contratista deberá responder por los daños producidos por esta causa, debiendo proceder a la reparación de los mismos con arreglo a las indicaciones del Supervisor.

Conservación

Si después de aceptada la sub-base granular, el Contratista demora por cualquier motivo la construcción de la capa inmediatamente superior, deberá reparar, a su costo, todos los daños en la sub-base y restablecer el mismo estado en que se aceptó.

2.7 CONSTRUCCIÓN DE LA BASE

Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de material de base granular aprobado sobre una sub-base, afirmado o sub-rasante, en una o varias capas, conforme con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto u ordenados por el Supervisor.

Materiales

Los agregados para la construcción de la base granular deberán satisfacer los requisitos indicados en los temas anteriores

Además, deberán ajustarse a las siguientes especificaciones de calidad:

(a) Granulometría

La composición final de la mezcla de agregados presentará una granulometría continua y bien graduada (sin inflexiones notables) según una fórmula de trabajo de dosificación aprobada por el Supervisor.

En la siguiente tabla N° 2.19 se indican los requerimientos granulométricos para la base granular:

Tabla 2.19: Requerimientos granulométricos para base granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 - 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
4.75 mm (N° 4)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
2.0 mm (N° 10)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
4.25 um (N° 40)	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
75 um (N° 200)	2 - 8	5 - 15	5 - 15	8 - 15

Fuente: ASTM D 1241

El material de base granular deberá cumplir además con las siguientes características físico-mecánicas y químicas que a continuación se indican en la tabla N° 2.20:

Tabla 2.20: Características físico-mecánicas de la base granular

Valor Relativo de Soporte, CBR (1)	Tráfico Ligero y Medio	Mín 80%
	Tráfico Pesado	Mín 100%

Fuente: ASTM D 1241

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1" (2.5 mm).

La franja por utilizar será la establecida en los documentos del proyecto o la determinada por el Supervisor.

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Contratista deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme, sensiblemente paralela a los límites de la franja por utilizar, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente o viceversa.

(b) Agregado grueso

Se denominará así a los materiales retenidos en la Malla N° 4, los que consistirán de partículas pétreas durables y trituradas capaces de soportar los efectos de manipuleo, extendido y compactación sin producción de finos contaminantes.

En la tabla N° 2.21 se muestra las características que el agregado grueso debe cumplir:

Tabla 2.21: Requerimientos del agregado grueso

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimientos	
				Altitud	
				< Menor de 3000 mm	≥ 3000 mm
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821		80% mín.	80% mín.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	D 5821		40% mín.	50% mín.
Abrasión Los Angeles	MTC E 207	C 131	T 99	40% máx.	40% máx.
Partículas Chatas y Alargadas (1)	MTC E 221	D 4791		15% máx.	15% máx.
Salas Solubles Totales	MTC E 210	D 1888		0.5% máx.	0.5% máx.
Pérdida con Sulfato de Sodio	MTC E 200	C 88	T 104	..	12% máx.
Pérdida con Sulfato de Magnesio	MTC E 200	C 88	T 104	..	18% máx.

Fuente: ASTM D 1241

(1) La relación ha emplearse para la determinación es: 1/3 (espesor/longitud)

(c) Agregado fino

Se denominará así a los materiales pasantes la malla N° 4 que podrá provenir de fuentes naturales o de procesos de trituración o combinación de ambos.

En la tabla N° 2.22 se muestra las características que el agregado fino debe cumplir:

Tabla 2.22: Requerimientos del agregado fino

Ensayo	Norma	Requerimientos	
		< 3 000 m.s.n.m.	> 3 000 m.s.n.m.
Índice Plástico	MTC E 111	4% máx	2% máx
Equivalente de arena	MTC E 114	35% mín	45% mín
Sales solubles totales	MTC E 219	0,55% máx	0,5% máx
Índice de durabilidad	MTC E 214	35% mín	35% mín

Fuente: ASTM D 1241

Equipo

Se aplican las condiciones generales establecidas en los temas anteriores de este documento, con la salvedad de que la planta de trituración, con unidades primaria y secundaria, como mínimo, es obligatoria.

Requerimientos de Construcción

Explotación de materiales y elaboración de agregados

Para este tipo de vía será optativo del Contratista; los procedimientos para elaborar las mezclas de agregados para base granular.

La mezcla de agregados deberá salir de la planta con la humedad requerida de compactación, teniendo en cuenta las pérdidas que puede sufrir en el transporte y colocación.

Definida la fórmula de trabajo de la base granular, la granulometría deberá estar dentro del rango dado por el huso granulométrico adoptado.

Preparación de la superficie existente

El Supervisor sólo autorizará la colocación de material de base granular cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la densidad y las cotas indicadas o definidas por el Supervisor.

Si en la superficie de apoyo existen irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en las especificaciones respectivas, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente, el Contratista hará las correcciones necesarias a satisfacción del Supervisor.

Tramo de Prueba

Extensión y mezcla del material

Para este tipo de vía, el material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si la base se va a construir mediante combinación de varios materiales, éstos se mezclarán formando cordones separados para cada material en la vía, que luego se combinarán para lograr su homogeneidad.

En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad de compactación, el Contratista empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique a la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material.

Este, después de mezclado; se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en el tramo de prueba.

Compactación

El procedimiento para compactar la base granular es igual al descrito para la sub-base granular.

2.8 CONSTRUCCIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA

Este trabajo consistirá en la colocación de una capa asfáltica bituminosa fabricada en caliente y, construida sobre una superficie debidamente preparada e imprimada, de acuerdo con la presente especificación.

Las mezclas bituminosas para empleo en pavimentación en caliente se compondrán de agregados minerales gruesos, finos, filler mineral y material bituminoso.

Las mezclas asfálticas que se especifican en esta sección corresponden a dos tipos:

- (a) Mezcla Asfáltica Normal (MAC)
- (b) Mezcla Superpave Nivel 1

CAPÍTULO III: EXPEDIENTE TÉCNICO

3.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

Nombre del Proyecto

ESTUDIO DE PERFIL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUERTO DE EMBARQUE DE CONCENTRADOS DE COBRE EN CHICAMA – CAMINO DE ACCESO

Ubicación del Proyecto

El proyecto: Estudio de Perfil para la Construcción del Puerto de Embarque de Concentrados de Cobre en Chicama – Camino de Acceso se ubica en el distrito de Rázuri, provincia de Ascope, departamento de La Libertad.

El tramo del camino de acceso al nuevo puerto se inicia en la localidad de Rázuri que se encuentra ubicado en la zona norte del Perú en la región de la costa, del departamento de La Libertad, extendiéndose desde el mar hacia el este llegando hasta las estribaciones de la cordillera occidental en forma de un rectángulo. Está unido a la carretera Panamericana por medio de un ramal de 15 kilómetros de largo.

Geográficamente el tramo se inicia en las coordenadas WGS-84: Longitud: 79°26'00" y Latitud: 7°42'14" con una altura promedio de 10 msnm y finaliza en las coordenadas: Longitud: 79°27'53" y Latitud: 7°42'46" con una altura promedio de 25 msnm.

Acceso a la zona del Proyecto

Hay varias vías de acceso a la zona del proyecto:

Desde Lima el acceso a la zona del proyecto por vía terrestre es siguiendo la Panamericana Norte, Lima - Trujillo - Paiján, y luego a través de la ruta Paiján - Rázuri.

Por vía aérea es llegando al aeropuerto Carlos Martínez de Pinillos de la ciudad de Trujillo, enseguida tomar la Panamericana Norte, Trujillo - Paiján, y luego a través de la ruta Paiján - Rázuri.

Antecedentes

El embarcadero de Chicama data de antigua fecha, en la actualidad está orientado a la comercialización de harina de pescado a baja escala mediante carga indirecta de los cargueros utilizando lanchones, también atiende la demanda de las naves de pesca artesanal y abastece a las fábricas de harina de pescado mediante el sistema referido de lanchonaje.

Debido a las dimensiones, antigüedad de la infraestructura portuaria existente, y a su ubicación en zona de pendiente muy suave no dispone de capacidad ni puede ser mejorado para satisfacer la demanda de exportación de concentrados de cobre, que se avizora en el área de influencia.

Ante la creciente demanda de minerales en el mundo y su consecuente alza de precios, el embarcadero de Chicama está rezagado y condenado inexorablemente a ver pasar el comercio mundial por otros puertos, mientras no se proyecte un nuevo puerto con la infraestructura necesaria para poder insertarse en el circuito económico comercial del Perú con el mundo.

Por tal motivo se ha concebido la construcción de un Puerto de Embarque de Concentrados de Cobre en Chicama, para poder satisfacer la demanda que se está generando en la zona.

Parte importante de la nueva infraestructura portuaria es la construcción de un camino de acceso desde la ciudad de Rázuri hasta el puerto, como vía eficiente para la integración de dicho puerto con las demás vías.

Estado actual de la zona del Proyecto

En la actualidad no existe una carretera que una la localidad de Rázuri y el nuevo Puerto de Embarque de Concentrados de Cobre.

El trazo de la nueva vía recorrerá por terrenos de topografía variable, siendo el primer tramo sensiblemente de forma ascendente y el segundo tramo ondulado en ascenso y descenso continuo ubicado en el cerro Malabrigo.

Clima

El clima en el área en estudio es variable, dependiendo esta de las estaciones del año.

En la costa, el clima es semitropical, sin marcados extremos de calor o frío, con una temperatura promedio de 18°C, pudiendo alcanzar un máximo de 24°C y precipitaciones pluviales inferiores a 50 ó 20 mm anuales.

3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

3.2.1 DISPOSICIONES GENERALES PARA LA EJECUCION DE AFIRMADOS, SUBBASES GRANULARES Y BASES GRANULARES

Descripción

Esta especificación presenta las disposiciones que son generales a los trabajos sobre afirmados; sub-bases granulares, bases granulares y estabilizadas.

Materiales

Para la construcción de afirmados y sub-bases granulares, los materiales serán agregados naturales procedentes de excedentes de excavaciones o canteras clasificados y aprobados por el Supervisor o podrán provenir de la trituración de rocas y gravas, o podrán estar constituidos por una mezcla de productos de ambas procedencias.

Los materiales para base granular solo provendrán de canteras autorizadas y será obligatorio el empleo de un agregado que contenga una fracción producto de trituración mecánica.

En ambos casos, las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales. Sus condiciones de limpieza dependerán del uso que se vaya a dar al material.

Los requisitos de calidad que deben cumplir los diferentes materiales y los requisitos granulométricos se presentan en la especificación respectiva.

Para el traslado del material para conformar sub-bases y bases al lugar de obra, se deberá humedecer adecuadamente los materiales y cubrirlos con una lona para evitar emisiones de material particulado, a fin de evitar que afecte a los trabajadores y poblaciones aledañas de males alérgicos, respiratorios y oculares.

Equipo

Todos los equipos deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren la aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación y de la correspondiente partida de trabajo.

El equipo será el más adecuado y apropiado para la explotación de los materiales, su clasificación, trituración de ser requerido, lavado de ser necesario, equipo de carga, descarga, transporte, extendido, mezcla, homogeneización, humedecimiento y compactación del material, así como herramientas menores.

Requerimientos de Construcción

Explotación de materiales y elaboración de agregados

Las fuentes de materiales, así como los procedimientos y equipos utilizados para la explotación de aquellas y para la elaboración de los agregados requeridos, deberán tener aprobación previa del Supervisor, la cual no implica necesariamente la aceptación posterior de los agregados que el Contratista

suministre o elabore de tales fuentes, ni lo exime de la responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de cada especificación.

Evaluar conjuntamente con el Supervisor las canteras establecidas, el volumen total a extraer de cada cantera, así mismo estimar la superficie que será explotada y proceder al estacado de los límites.

Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y el sistema de almacenamiento, deberán garantizar el suministro de un producto de características uniformes.

Si el Contratista no cumple con esos requerimientos, el Supervisor exigirá los cambios que considere necesarios.

Todos los trabajos de clasificación de agregados y en especial la separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado para cada gradación, se deberán efectuar en el sitio de explotación o elaboración y no se permitirá ejecutarlos en la vía.

Luego de la explotación de canteras, se deberá readecuar de acuerdo a la morfología de la zona, con obras para recuperar las características de la zona antes de su uso.

Se deberán establecer controles para la protección de taludes y humedecer el área de operación o patio de carga a fin de evitar la emisión de material particulado durante la explotación de materiales. Se aprovecharán los materiales de corte, si la calidad del material lo permite, para realizar rellenos o como fuentes de materiales constructivos. Esto evitará la necesidad de explotar nuevas canteras y disminuir los costos ambientales.

Los desechos de los cortes no podrán ser dispuestos a media ladera, ni arrojados al mar; éstos deberán ser colocados en el lugar de disposición de materiales excedentes o reutilizados para la readecuación de la zona afectada.

Para mantener la estabilidad del macizo rocoso y salvaguardar la integridad física de las personas no se permitirán alturas de taludes superiores a los diez 10 metros.

Se debe presentar un registro de control de las cantidades extraídas de la cantera al Supervisor para evitar la sobreexplotación. La extracción por sobre las cantidades máximas de explotación se realizará únicamente con la autorización del Supervisor.

El material no seleccionado para el empleo en la construcción de carreteras, deberá ser apilado convenientemente a fin de ser utilizado posteriormente en el nivelado del área.

Planta de Trituración

La planta de trituración se debe instalar y ubicar en el lugar que cause el menor daño posible al medio ambiente y estar dotada de filtros, pozas de sedimentación y captadores de polvo u otros aditamentos necesarios a fin de evitar la contaminación de aguas, suelos, vegetación, poblaciones aledañas, etc. por causa de su funcionamiento.

La instalación de la planta de trituración requiere un terreno adecuado para ubicar los equipos, establecer patios de materias primas, así como las casetas para oficinas y administración; los cuales, podrían ser compartidos con los de la planta de asfalto.

La planta de trituración debe estar ubicada a considerable distancia de las viviendas a fin de evitar cualquier afectación que pudieran sufrir, en medio de barreras naturales (alta vegetación, pequeñas formaciones de alto relieve) y próximas a las fuentes de materiales, tomando en consideración la direccionalidad de los vientos.

Si el lugar de ubicación es propiedad de particulares, se deberá contar con los permisos por escrito del dueño o representante legal.

Los operadores y trabajadores que están más expuestos al ruido y las partículas generados principalmente por la acción mecánica de las trituradoras y la tamizadora, deben estar dotados con gafas, tapa oídos, tapabocas, ropa de trabajo, casco, guantes, botas y otros que sean necesarios.

Dependiendo de la velocidad del viento, las fajas transportadoras deben ser cubiertas con mangas de tela a fin de evitar la dispersión de estas partículas al medio ambiente.

Se deben instalar campanas de aislamiento acústico sobre los sitios de generación de ruido, a fin de disminuir este efecto y la emisión de partículas finas. Si es necesario se debe instalar un sistema de recirculación en el interior de las campanas, a baja velocidad. El volumen de aire dependerá de la capacidad de la planta y de las características del material.

En épocas secas se deben mantener húmeda las zonas de circulación, principalmente aquellas de alto tráfico.

Al finalizar el funcionamiento de la planta de trituración se debe proceder a la recomposición total del área afectada recuperando en lo posible su fisonomía natural. Todas las construcciones que han sido hechas para el funcionamiento de la planta chancadora deberán ser demolidos y trasladados a los lugares de disposición final de materiales excedentes.

Transporte de suelos y agregados

Los materiales se transportarán a la vía protegidos con lonas u otros cobertores adecuados, asegurados a la carrocería y humedecidos de manera de impedir que parte del material caiga sobre las vías por donde transitan los vehículos y así minimizar los impactos a la atmósfera.

Tramos de Prueba para Sub-bases granulares, bases granulares y suelos estabilizados

Antes de iniciar los trabajos, el Contratista emprenderá una fase de ejecución de tramos de prueba para verificar el estado y comportamiento de los equipos y determinar, en secciones de ensayo, el método definitivo de preparación, transporte, colocación y compactación de los materiales, de manera que se cumplan los requisitos de cada especificación.

Para tal efecto, construirá uno o varios tramos de prueba de ancho y longitud definidos de acuerdo con el Supervisor y en ellas se probarán el equipo y el plan de compactación.

El Supervisor tomará muestras de la capa en cada caso y las ensayará para determinar su conformidad con las condiciones especificadas de densidad, granulometría y demás requisitos.

En el caso de que los ensayos indiquen que la sub-base o base granular o estabilizada no se ajusta a dichas condiciones, el Contratista deberá efectuar inmediatamente las correcciones requeridas a los sistemas de preparación, extensión y compactación, hasta que ellos resulten satisfactorios para el Supervisor, debiendo repetirse los tramos de prueba cuantas veces sea necesario.

Bajo estas condiciones, si el tramo de prueba defectuoso ha sido efectuado sobre un sector de la carretera proyectada, todo el material colocado será totalmente removido y transportado al lugar de disposición final de materiales excedentes, según lo indique el Supervisor a costo del Contratista.

Acopio de los materiales

Los agregados para afirmados, sub-base granular y base granular se deberán acopiar cubriéndolos con plásticos o con una lona para evitar que el material particulado sea dispersado por el viento y contamine la atmósfera y cuerpos de agua cercanos. Además de evitar que el material se contamine con otros

materiales o sufra alteraciones por factores climáticos o sufran daños o transformaciones perjudiciales. Cada agregado diferente deberá acopiarse por separado, para evitar cambios en su granulometría original

Aceptación de los trabajos

(a) Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aceptado como resultado de los tramos de prueba en el caso de sub-bases y bases granulares o estabilizadas.
- Ejecutar ensayos de compactación en el laboratorio.
- Verificar la densidad de las capas compactadas efectuando la corrección previa por partículas de agregado grueso, siempre que ello sea necesario. Este control se realizará en el espesor de capa realmente construido de acuerdo con el proceso constructivo aplicado.
- Tomar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados de acuerdo con los programas de trabajo.
- Vigilar la ejecución de las consideraciones ambientales incluidas en esta sección para la ejecución de obras de sub-bases y bases.

(b) Condiciones específicas para el recibo y tolerancias.

Tanto las condiciones de recibo como las tolerancias para las obras ejecutadas, se indican en las especificaciones correspondientes. Todos los ensayos y mediciones requeridos para el recibo de los trabajos especificados, estarán a cargo del Supervisor. Aquellas áreas donde los defectos de calidad y las irregularidades excedan las tolerancias, deberán ser corregidas por el Contratista, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor, a satisfacción de éste.

Medición

Construcción de afirmados; sub-bases granulares y bases granulares

La unidad de medida será el metro cúbico (m^3), aproximado al entero, de material o mezcla suministrada, colocada y compactada, a satisfacción del Supervisor, de acuerdo con lo que exija la especificación respectiva, las dimensiones que se indican en el proyecto o las modificaciones ordenadas por el Supervisor.

El volumen se determinará por el sistema promedio de áreas extremas, utilizando las secciones transversales y la longitud real, medida a lo largo del eje del proyecto.

Pago

Construcción de afirmados; sub-bases granulares, bases granulares y suelos estabilizados

El pago se hará por metro cúbico al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo tanto con esta sección como con la especificación respectiva y aceptada a satisfacción por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y

canteras; obtención de permisos ambientales para la explotación de los suelos y agregados; las instalaciones provisionales; los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras; la preparación de las zonas por explotar, así como todos los costos de explotación, selección, trituración, lavado, transportes dentro de las zonas de producción, almacenamiento, clasificación, desperdicios, carga, transporte del material al punto de aplicación, descarga, mezcla, colocación, nivelación y compactación de los materiales utilizados; y los de extracción, bombeo, transporte y distribución del agua requerida.

En el caso de la construcción de subbases y bases estabilizadas, con materiales provenientes de la misma vía, el precio unitario deberá incluir su escarificación en el espesor requerido y su posterior pulverización hasta cumplir las exigencias de la respectiva especificación. Tanto si los materiales provienen de la misma vía, como si son transportados, el precio unitario deberá incluir también el suministro en el sitio del agua que se pueda requerir, la aplicación y mezcla del producto estabilizante; así como el suministro, almacenamiento, desperdicios, cargas, transporte, descargas y aplicación del producto requerido para el curado de la capa compactada, según lo exija la respectiva especificación y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

Se incluye en el precio unitario de las sub-bases y bases estabilizadas, el suministro en el sitio del producto estabilizante.

3.2.2 PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO CALIENTE

Descripción

Generalidades

Este trabajo consistirá en la colocación de una capa asfáltica bituminosa fabricada en caliente y, construida sobre una superficie debidamente preparada e imprimada, de acuerdo con la presente especificación.

Las mezclas bituminosas para empleo en pavimentación en caliente se compondrán de agregados minerales gruesos, finos, filler mineral y material bituminoso.

Las mezclas asfálticas que se especifican en esta sección corresponden a dos tipos:

- (a) Mezcla Asfáltica Normal (MAC)
- (b) Mezcla Superpave Nivel 1

Materiales

Los materiales a utilizar serán los que se especifican a continuación:

(a) Agregados Minerales Gruesos

Los agregados gruesos, deben cumplir además con los siguientes requerimientos mostrados en la tabla N° 3.01:

Tabla 3.01: Requerimientos para los agregados gruesos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		< 3000	> 3000
Durabilidad (al Sulfato de Sodio)	MTC E 209	12% máx.	10% máx.
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)		18 máx.	15% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y alargadas	MTC E 221	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	Según tabla 410-4	
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.
Absorción	MTC E 206	1.0%	Según Diseño
Adherencia	MTC E 519	+95	

Fuente: ASTM D 1241

(b) Agregados minerales finos

Los agregados finos deben cumplir con los siguientes requerimientos mostrados en la tabla N° 3.02:

Tabla 3.02: Requerimientos para los agregados finos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		< 3000	> 3000
Equivalente de Arena	MTC E 209	Según tabla 410-5	
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	Según tabla 410-6	
Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220	4% mín.	6% mín.
Índice de Plasticidad (malla N°40)	MTC E 111	NP	NP
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N°200)	MTC E 111	Max 4	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.
Absorción	MTC E 205	0.5%	Según Diseño

Fuente: ASTM D 1241

Requerimientos para Caras Fracturadas

Las caras fracturadas deben cumplir con los siguientes requerimientos de la tabla N° 3.03:

Tabla 3.03: Requerimientos para las caras fracturadas

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Espesor de Capa	
	< 100 mm	> 100 mm
≤ 3	65/40	50/30
> 3 - 30	85/50	60/40
> 30	100/80	90/70

Fuente: ASTM D 1241

Requerimientos del Equivalente de Arena

Los equivalentes de arena deben cumplir con los siguientes requerimientos de la tabla N° 3.04:

Tabla 3.04: Requerimientos del equivalente de arena

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Porcentaje de Equivalente Arena (mínimo)
≤ 3	45
> 3 - 30	50
> 30	55

Fuente: ASTM D 1241

Angularidad del Agregado Fino

La angularidad del agregado fino se muestra a continuación en la tabla N° 3.05:

Tabla 3.05: Angularidad del Agregado Fino

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Espesor de Capa	
	< 100 mm	> 100 mm
≤ 3	30 mín.	30 mín.
> 3 – 30	40 mín.	40 mín.
> 30	40 mín.	40 mín.

Fuente: ASTM D 1241

(c) Gradación

La gradación de los agregados pétreos para la producción de la mezcla asfáltica en caliente serán establecidos por el Contratista y aprobado por el Supervisor.

(1) Mezcla Asfáltica Normal (MAC)

La gradación de la mezcla asfáltica normal (MAC) deberá responder a alguno de los siguientes husos granulométricos mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 3.06: Husos granulométricos de la mezcla asfáltica normal

Tamiz	Porcentaje que pase		
	MAC -1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100	-	-
19,0 mm (3/4")	80-100	100	-
12,5 mm (1/2")	67-85	80-100	-
9,5 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4,75 mm (N° 4)	43-54	51-68	65-87
2,00 mm (N° 10)	29-45	38-52	43-61
425 mm (N° 40)	14-25	17-28	16-29
180 mm (N° 80)	8-17	8-17	9-19
75 mm (N° 200)	4-8	4-8	5-10

Fuente: ASTM D 1241

(2) Mezcla Superpave

La curva granulométrica del agregado debe quedar dentro de los puntos de control y principalmente fuera de la zona restrictiva. Se recomienda que la curva pase por debajo de esta zona restrictiva.

El tipo de asfalto a utilizar en estas mezclas, debe ser según clasificación Superpave – Shrp, AASHTO, MP-1; así mismo la calidad de los agregados deberá regirse a lo establecido por la metodología Shrp.

(d) Filler o Polvo Mineral

El filler o relleno de origen mineral, que sea necesario emplear como relleno de vacíos, espesante del asfalto o como mejorador de adherencia al par agregado-asfalto, podrá ser de preferencia cal hidratada, no plástica que deberá cumplir la norma AASHTO M-303. De no ser cal, será polvo de roca.

La cantidad a utilizar se definirá en la fase de diseños de mezcla según el Método Marshall.

(e) Fuentes de Provisión o Canteras

El Supervisor deberá aprobar los yacimientos de los agregados, relleno mineral de aportación y cemento asfáltico, antes de procederse a la entrega de dichos materiales.

Las muestras de cada uno de estos, se remitirán en la forma que se ordene y serán aprobados antes de la fabricación de la mezcla asfáltica.

Limitaciones climáticas.

Las mezclas asfálticas calientes se colocarán únicamente cuando la base a tratar se encuentre seca, la temperatura atmosférica a la sombra sea superior a 10°C en ascenso y el tiempo no esté neblinoso ni lluvioso; además la base preparada debe estar en condiciones satisfactorias.

Preparación de la superficie existente

La mezcla no se extenderá hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Supervisor. Todas las irregularidades que excedan de las tolerancias establecidas en la especificación respectiva, deberán ser corregidas de acuerdo con lo establecido en ella.

Antes de aplicar la mezcla, se verificará que haya ocurrido el curado del riego previo, no debiendo quedar restos de fluidificante ni de agua en la superficie. Si hubiera transcurrido mucho tiempo desde la aplicación del riego, se comprobará que su capacidad de liga con la mezcla no se haya mermado en forma perjudicial; si ello ha sucedido, el Contratista deberá efectuar un riego adicional de adherencia, a su costa, en la cuantía que fije el Supervisor.

Transporte de la mezcla

La mezcla se transportará a la obra en volquetes hasta una hora de día en que las operaciones de extensión y compactación se puedan realizar correctamente con luz solar. Sólo se permitirá el trabajo en horas de la noche si, a juicio del Supervisor, existe una iluminación artificial que permita la extensión y compactación de manera adecuada.

Durante el transporte de la mezcla deberán tomarse las precauciones necesarias para que al descargarla sobre la máquina pavimentadora, su temperatura no sea inferior a la mínima que se determine como aceptable durante la fase del tramo de prueba.

Al realizar estas labores, se debe tener mucho cuidado que no se manche la superficie por ningún tipo de material, si esto ocurriese se deberá de realizar las acciones correspondientes para la limpieza del mismo por parte y responsabilidad del contratista.

Apertura al tránsito

Alcanzada la densidad exigida, el tramo pavimentado podrá abrirse al tránsito tan pronto la capa alcance la temperatura ambiente.

Reparaciones

Todos los defectos no advertidos durante la colocación y compactación, tales como protuberancias, juntas irregulares, depresiones, irregularidades de alineamiento y de nivel, deberán ser corregidos por el Contratista, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor. El Contratista deberá proporcionar trabajadores competentes, capaces de ejecutar a satisfacción el trabajo eventual de correcciones en todas las irregularidades del pavimento construido.

Medición

Para determinar la cantidad de asfalto por pagar, se calculará el peso de la mezcla asfaltada en su posición final, mediante el producto del volumen aprobado por su densidad media en obra y aplicando a este valor el porcentaje de asfalto promedio que resulte de los ensayos de extracción sobre muestras representativas del volumen de mezcla aceptada en cada jornada de ejecución.

Pago

Para el pago del pavimento se tendrá en cuenta la siguiente unidad de medida mostrada en la tabla:

Tabla 3.07: Unidades de pago para los pavimentos

Item de Pago	Unidad de Pago
410.A Pavimento de Concreto Asfáltico Caliente (MAC)	Metro cúbico (m ³)
410.B Pavimento Superpave (Nivel 1)	Metro cúbico (m ³)

Fuente: ASTM D 1241

3.3 PRESUPUESTO

Estudio de Perfil para la Construcción del Puerto de Embarque de Concentrados de Cobre en Chicama – Camino de Acceso

Lugar: Trujillo – Ascope – Rázuri

En el presente presupuesto se considera las siguientes medidas de diseño:

Longitud de la vía	3,862	metros
Ancho de la calzada	6.60	metros
Carpeta asfáltica	8.75	centímetros
Base granular	20.00	centímetros
Sub-base granular	30.00	centímetros

Los metrados son aproximados y los precios vigentes son de Mayo del 2007.

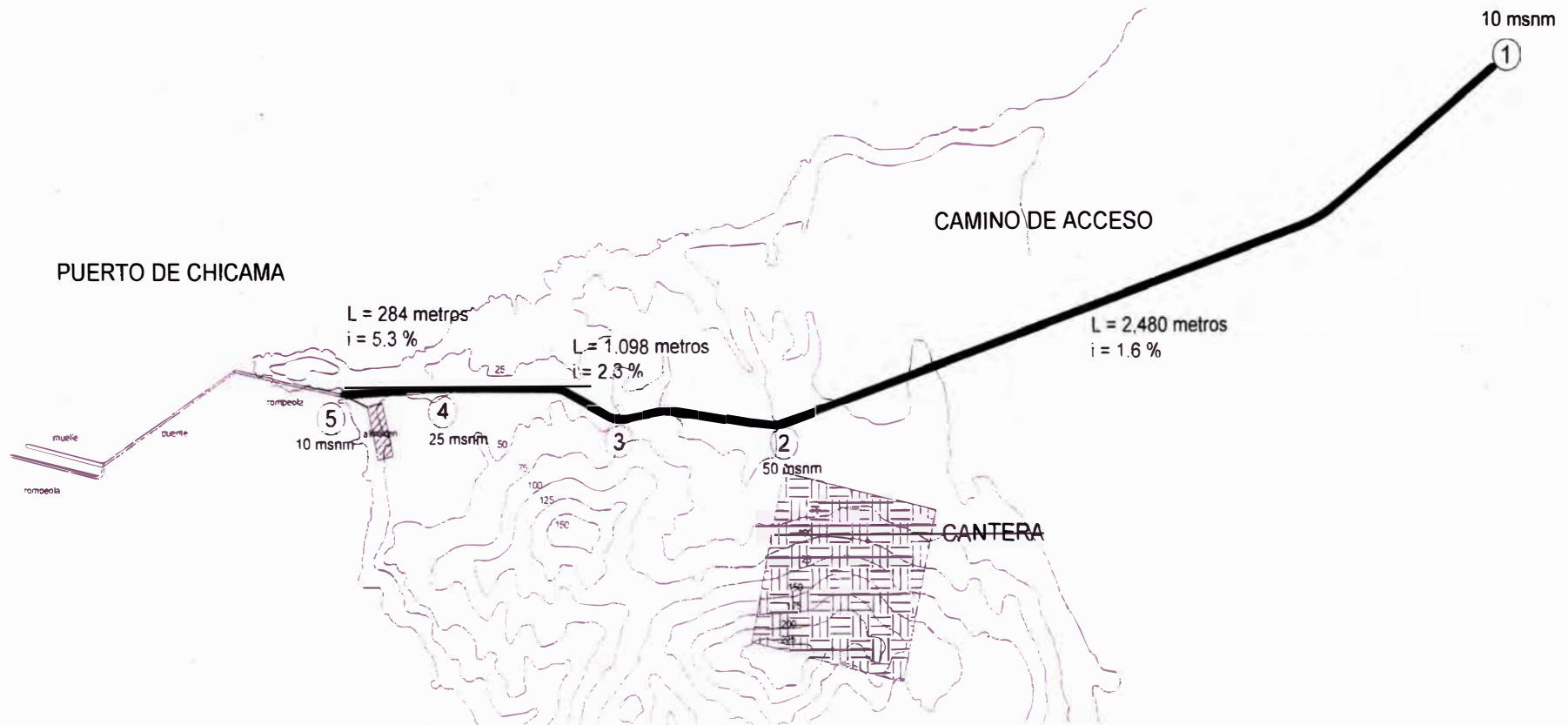
Item	Descripción	Und	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN				
1.01	EQUIPO TRANSPORTADO	vje	2.00	8,000.00	16,000.00
1.02	EQUIPO AUTOPROPULSADO	vje	2.00	12,500.00	25,000.00
1.03	MOVILIZACIÓN DEL PERSONAL OBRERO	vje	2.00	4,400.00	8,800.00
2	OBRAS PRELIMINARES				
2.01	CARTEL DE OBRA	pza	6.00	900.00	5,400.00
2.02	ALMACÉN, OFICINA, GUARDIANÍA	mod	1.00	8,000.00	8,000.00
2.03	SERVICIOS HIGIÉNICOS	pto	4.00	800.00	3,200.00
2.04	CAMPAMENTO	m2	180.00	120.00	21,600.00
2.05	TRAZO Y REPLANTEO	km	3.86	1,400.00	5,406.80
2.06	ACONDICIONAMIENTO DE ACCESO A CANTERAS	km	1.00	1,600.00	1,600.00
3	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
3.01	CORTE EN MATERIAL SUELTO	m3	11,500.00	3.84	44,160.00
3.02	PERFORACIÓN Y DISPARO EN ROCA	m3	7,600.00	10.00	76,000.00
3.03	EXCAVACIÓN Y PEINADO DE TALUDES	m3	17,500.00	5.85	102,375.00
3.04	REMOCIÓN DE DERRUMBES	m3	11,000.00	5.53	60,830.00
3.05	TERRAPLENES	m3	10,200.0	8.62	87,924.00

Item	Descripción	Und	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
4	SUB-BASE Y BASE				
4.01	SUBBASE GRANULAR	m3	7,646.00	35.73	273,191.58
4.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBBASE	m2	25,489.00	2.50	63,722.50
4.03	BASE GRANULAR	m3	5,097.00	47.75	243,381.75
4.04	PERFILADO Y COMPACTADO DE BASE	m2	25,489.00	2.80	71,369.20
5	PAVIMENTO ASFÁLTICO				
5.01	IMPRIMACIÓN	m2	25,489.00	3.00	76,467.00
5.02	CARPETA ASFÁLTICA E = 0.0875cm	m3	2,166.00	420.00	909,720.00
6	TRANSPORTES				
6.01	TRANSPORTE DE MATERIAL HASTA 1 km	m3	11,000.00	4.08	44,880.00
6.02	TRANSPORTE DE MATERIAL DESPUES DE 1 km	m3	22,000.00	0.78	17,160.00
6.03	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA HASTA 1 km	m3	700.00	5.14	3,598.00
6.04	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA DESPUES DE 1 km	m3	1,400.00	0.80	1,120.00
7	SEÑALIZACIÓN				
7.01	SEÑALES DE TRÁNSITO	km	3.86	6,800.00	26,261.60
8	IMPACTO AMBIENTAL				
8.01	DEPÓSITO DE DESECHOS	m3	400.00	40.00	16,000.00
8.02	READECUACIÓN AMBIENTAL DE CANTERAS	m2	10,000.00	50.00	500,000.00
8.03	READECUACIÓN AMBIENTAL DE CAMPAMENTOS	m2	180.00	80.00	14,400.00
					2'727,567.43
	COSTO DIRECTO				
					218,205.39
	GASTOS GENERALES (8%)				
					218,205.39
	UTILIDADES (8%)				
					3'163,978.21
	SUB TOTAL				
					601,155.86
	IGV (19%)				
					S/ 3'765,134.07
	TOTAL PRESUPUESTO				

3.4 PLANOS

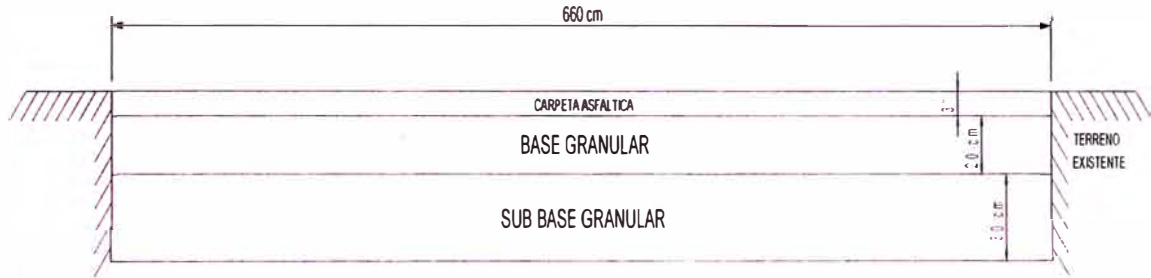
PLANO 1: Planta del Camino de Acceso

El siguiente plano muestra el camino de acceso desde la ciudad de Rázuri hasta el Puerto de Chicama, especificando cada tramo, su longitud, la pendiente y su cota con respecto al nivel medio del mar.



PLANO 2: Sección típica del pavimento

Se muestra la sección típica del pavimento y sus espesores en centímetros.



CONCLUSIONES

- La construcción de un puerto en el Norte del país para la exportación de concentrados de cobre es un plan que beneficiará a la nación debido a la gran demanda que hay en la actualidad por la compra del metal.
- El camino de acceso al nuevo Puerto de Chicama proporcionará una superficie de rodadura en buen estado para el paso de los camiones que abastecerá al Puerto con los concentrados de cobre. Uno de los productores de cobre de la zona es de la mina Quiruvilca ubicada a 170 km aproximadamente del proyecto y pertenece al departamento de La Libertad.
- Para el trazo del alineamiento de la vía se utiliza el plano de la Dirección de Hidrografía y Navegación en el cual nos muestra las curvas de nivel de la zona en estudio.
- El camino de acceso se ha realizado siguiendo el manual de diseño geométrico de carreteras. Como resultado la longitud del camino de acceso al proyectado Puerto de Chicama será de 3,862 metros, siendo el ancho de la vía de 6.60 metros y la superficie de rodadura de carpeta asfáltica.
- Debido a la demanda del proyecto es que se diseña las capas del pavimento, porque según el tráfico y el tipo de camión para el diseño es que se calcula los espesores de las capas. Mediante cálculos realizados se ha determinado el espesor de la sub-base granular de 30 centímetros, la base granular de 20 centímetros y la carpeta asfáltica de 8.75 centímetros.
- El trazo de la vía pasará por una zona de material eólico para luego pasar por una zona de material de roca fracturada y de ahí su llegada al almacén del proyectado Puerto de Chicama.
- Para la construcción de la base granular, sub-base granular y la carpeta asfáltica se toma en cuenta las especificaciones técnicas dadas por la ASTM.
- El presupuesto del camino de acceso es de 3'765,134.07 de nuevos soles.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que para el trazo de la vía no exista pendientes abruptas, para facilitar que los camiones al cargar peso puedan maniobrar con seguridad.
- Es recomendable que el trazo de la vía no pase justo por la localidad de Rázuri, sino justo antes como se muestra en los planos, esto es para evitar molestias con la población aledaña.
- Cumplir con las Especificaciones Técnicas proporcionadas en este proyecto para su buen proceso constructivo.
- Para la construcción del camino de acceso se requiere hacer voladura del Cerro Malabrigo, éste trabajo se realizará siguiendo la normatividad para preservar al recurso natural marino de posible acumulación de residuos sólidos de rocas que puedan llegar al mar generando impactos negativos.
- La ubicación de la cantera como se muestra en el proyecto se encuentra en el Cerro Malabrigo, se recomienda que al finalizar las labores constructivas, la zona afectada sea estabilizada y limpiada de desechos.

BIBLIOGRAFÍA

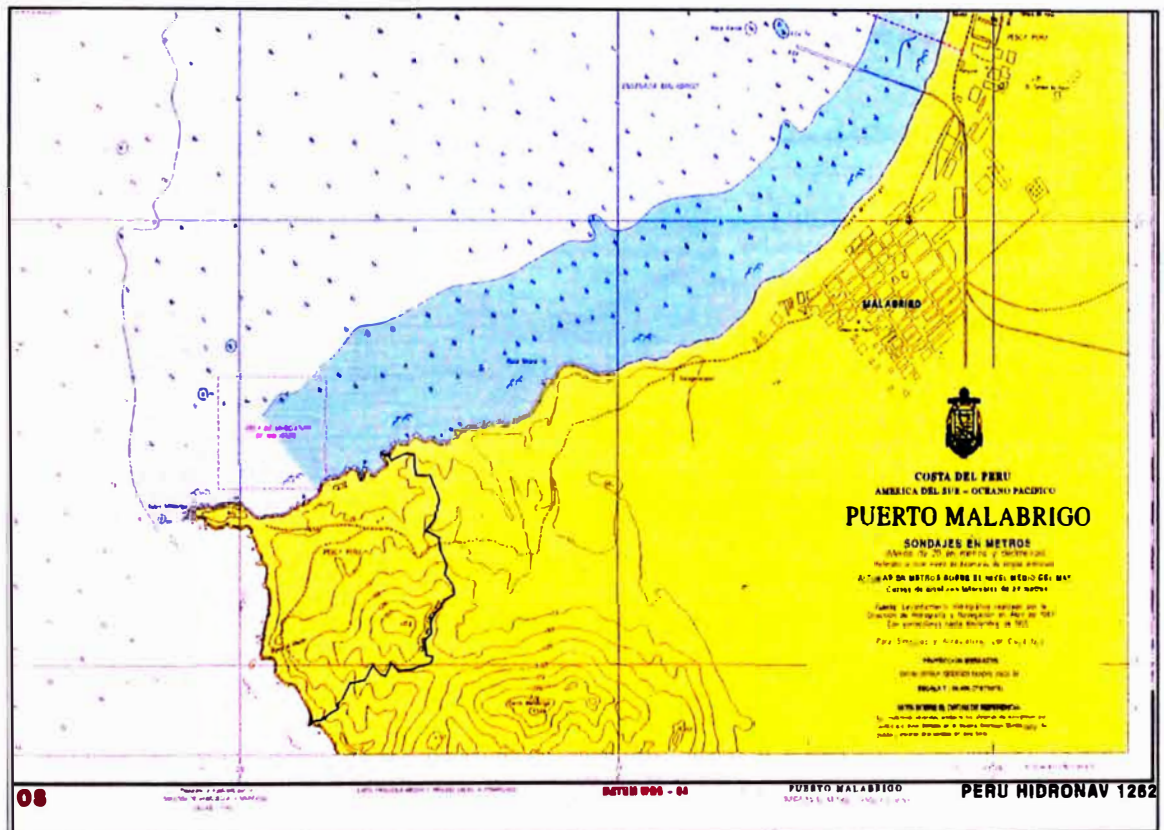
- 1.- Crespo Villalaz Carlos, Vías de Comunicación Caminos – Ferrocarriles – Aeropuertos – Puentes y Puertos, Cuarta Edición, Editorial Limusa, México, 2004.
- 2.- Guerra Bustamante César, Manual de Proyectos Carreteras – Ferrocarriles – Canales, Tercera Edición, Editorial América, Perú, 1997.
- 3.- Londoño Naranjo Cipriano Alberto, Diseño, Construcción y Mantenimiento de Pavimentos de Concreto, Tercera Edición, Editorial Piloto S.A., 2004.
- 4.- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) - Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG 2001), Lima, Perú.
- 5.- Olivera Bustamante Fernando, Estructuración de Vías Terrestres, Segunda Edición, Compañía Editorial Continental, México, 1999.
- 6.- Wright Paul– Paquet Radner, Ingeniería de Carreteras, Primera Edición, Editorial Limusa, México, 1993.

ANEXOS

Anexo 1

Imagen del Levantamiento Hidrográfico realizado por la Dirección de Hidrografía y Navegación del Puerto Malabrigo.

Imagen 1: Levantamiento Hidrográfico del Puerto Malabrigo

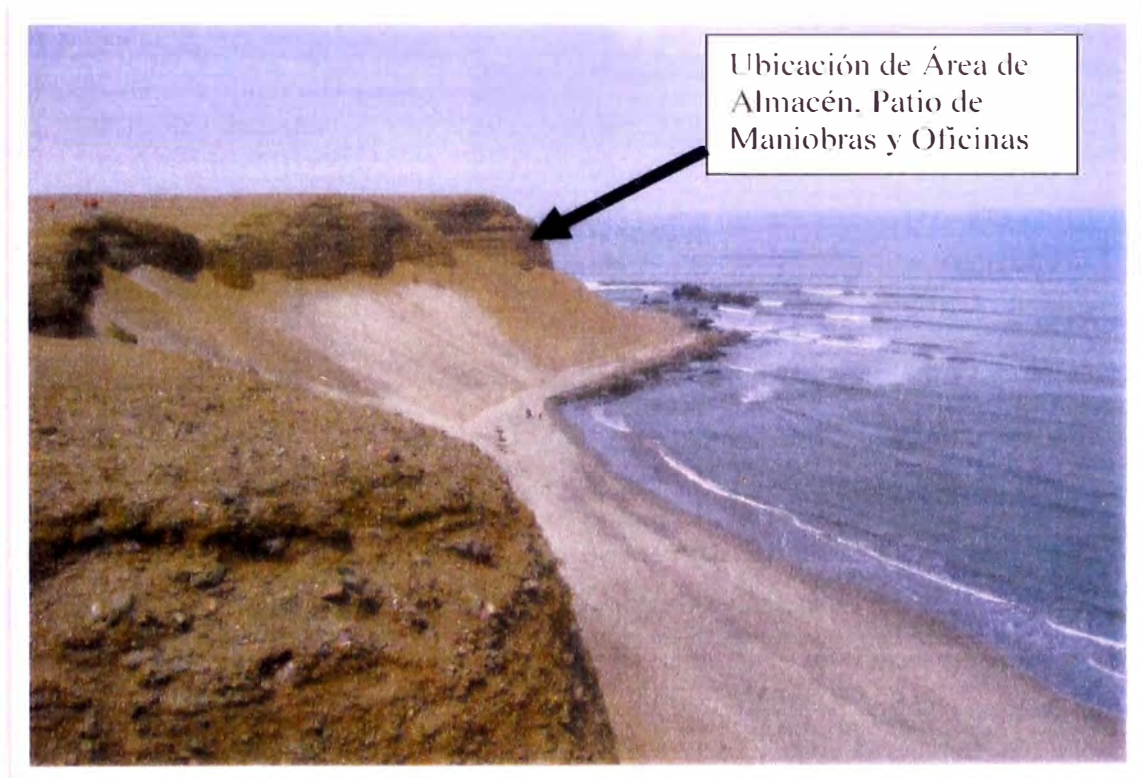


Fuente: Levantamiento Hidrográfico realizado por la Dirección de Hidrografía y Navegación en Abril de 1987 con correcciones hasta Noviembre de 1995

Anexo 2

Fotografía del Cerro Malabrigo en la actualidad, donde se señala la ubicación del almacén, patio de maniobras y oficinas administrativas del proyectado Puerto de Chicama.

Imagen 2: Cerro Malabrigo y propuesta de ubicación de almacén, patio de maniobras y oficinas administrativas.



Fuente: Elaboración propia

Anexo 3

Imagen satelital de la bahía de Chicama, señalando la ubicación planteada para el Puerto de Chicama.

Imagen 3: Imagen satelital de la bahía de Chicama y ubicación planteada para el puerto



Fuente: Google Earth

Anexo 4

Fotografía del Cerro Malabrigo, se puede observar el tipo de terreno por donde va a transitar la vía de acceso al proyectado Puerto Chicama.

Imagen 4: Cerro Malabrigo y lugar por donde va a transitar la vía de acceso al nuevo Puerto



Fuente: Elaboración propia