

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Evaluación de los pavimentos rígidos del Distrito de  
Taricá – Provincia de Huaraz - Ancash**

**Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil**

**Autor**

Salas Castillo, Juan Anselmo

**Asesor**

Ing. Dante Salazar Sánchez

Huaraz – Perú

2018

**PALABRAS CLAVES:**

Tema	Evaluación de pavimentos rígidos
Especialidad	Tecnología de concreto

**KEY WORDS:**

Theme	Evaluation of rigid pavements
Speciality	Concrete technology

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

Area	2. Ingeniería y Tecnología
Sub - área	2.1 Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería Civil

TITULO:

**“EVALUACIÓN DE LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DEL DISTRITO DE  
TARICA, PROVINCIA DE HUARAZ – ANCASH”**

## **RESUMEN**

La investigación tuvo como propósito evaluar el pavimento rígido existentes dentro de la jurisdicción, en cualquier estructura de concreto de pavimentos rígidos que se presentan fallas o deterioro en su estructura que son debido a las cargas de tránsito que soporta, al clima de la zona y control de calidad del proceso constructivo durante su ejecución, por eso en el presente proyecto tiene como el objetivo de esta investigación es realizar una evaluación superficial y estructural de los pavimentos rígidos del Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz -Ancash y elaborar una propuesta de mejora.

Es una investigación descriptiva, cuantitativa y aplicada de diseño no experimental de corte transversal. Se estudió 1,340.00 metros de pavimento que tiene el Distrito de Taricá. Se analizó una evaluación superficial y estructural. La técnica que se ha utilizado es la observación y para la evaluación una ficha de campo y una ficha para los ensayos de laboratorio.

Se encontró un pavimento con muchas fallas y una estructura no adecuada según las normas técnicas por falta de diseño estructural y el diseño de mezcla muy pobre.

En la investigación se analizó la severidad, el valor deducido corregido, empleando ábacos y por último se determinó el índice de condición del pavimento (PCI) de las vías existentes del Distrito de Taricá, brindándole a la población construcciones seguras, económicas y de alta resistencia.

## **ABSTRACT**

The purpose of the research was to evaluate the existing rigid pavement within the jurisdiction, in any concrete structure of rigid pavements that present faults or deterioration in its structure that are due to the traffic loads it supports, to the climate of the area and control quality of the construction process during its execution, so in this project has as the objective of this research is to perform a superficial and structural assessment of the rigid pavements of the District of Taricá, Province of Huaraz -Ancash and develop a proposal for improvement.

It is a descriptive, quantitative and applied research of non-experimental cross-sectional design. It studied 1,340.00 meters of pavement that has the District of Taricá. A superficial and structural evaluation was analyzed. The technique that has been used is the observation and for the evaluation a field file and a file for the laboratory tests.

A pavement with many faults and an inadequate structure was found according to the technical standards due to lack of structural design and very poor mix design.

In the investigation the severity was analyzed, the value deducted corrected, using abacuses and finally the pavement condition index (PCI) of the existing roads of Taricá District was determined, providing the population with safe, economical and high resistance constructions.

## **INDICE GENERAL**

Palabras Clave	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Introducción	1
Metodología del Trabajo	39
Resultados	52
Análisis y Discusión	59
Conclusiones y Recomendaciones	62
Agradecimiento	64
Referencias Bibliográficas	66
Anexos y Apéndice	68

## INDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Pavimentos Flexibles	6
Figura N° 02. Diseño de Pavimento Rígido	7
Figura N° 03. Pavimentos Articulados	7
Figura N° 04. Esquema de Comportamiento del Pavimento Rígido	8
Figura N° 05. Capas del Pavimento Rígido	10
Figura N° 06. Deficiencias del Sellado de Juntas	16
Figura N° 07 Juntas Saltadas	17
Figura N° 08 Separación de la Junta Longitudinal	18
Figura N° 09 Grietas de Esquina	19
Figura N° 10 Grietas Diagonales	20
Figura N° 11 Grietas Longitudinal	20
Figura N° 12 Grietas Transversales	21
Figura N° 13 Fisuramiento por Retracción	22
Figura N° 14 Desintegración	23
Figura N° 15 Baches	23
Figura N° 16 Levantamiento Localizado	24
Figura N° 17 Escalonamiento de Juntas y Grietas	25
Figura N° 18 Descenso de la Berma	25
Figura N° 19 Separación Entre Berma y Pavimento	26
Figura N° 20 Parches Deteriorados	27
Figura N° 21 Fragmentación Múltiple	27
Figura N° 22 Medición Grieta Transversales y Diagonales	41
Figura N° 23 Medición de Grieta Longitudinal	43
Figura N° 24 Medición de Grieta Esquina	44
Figura N° 25 Medición de Grieta Losas Divididas	46
Figura N° 26 Medición de Fisuras en Bloque	47
Figura N° 27 Medición de Pulimiento de Agregados	48
Figura N° 28 Medición de Parchados	48
Figura N° 29 Medición de Descascamiento de Junta	50

Figura N° 30 Porcentajes de Fallas en Av. Central	52
Figura N° 31 Porcentajes de Fallas en Jr. Amancaes	53
Figura N° 32 Porcentajes de Fallas en Jr. Las Palmas	54
Figura N° 33 Porcentajes de Fallas en Jr. Víctor Vález	55

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla N° 01 Rangos del PCI con Estado del Pavimento	30
Tabla N° 02 Rangos del PCI con sus Intervenciones	31
Tabla N° 03 Operacionalización de Variables	36
Tabla N° 04 Población y Muestra	40
Tabla N° 05 Niveles de Severidad	46
Tabla N° 06 Niveles de Severidad de Descascaramiento de Junta	50
Tabla N° 07 Tipos de Fallas de Av. Central	52
Tabla N° 08 Tipos de Fallas de Jr. Amancaes	53
Tabla N° 09 Tipos de Fallas de Jr. Palmas	54
Tabla N° 10 Tipos de Fallas de Jr. Víctor Vález	55
Tabla N° 11 Resumen de PCI de toda las Vías Estudiadas	56
Tabla N° 12 Ensayo de Diamantina del Pavimento Rígido	56
Tabla N° 13 Antigüedad del pavimento Rígido	58
Tabla N° 14 Comparación de Resultados de laboratorio con la norma (N.T.P)	61

## **I). INTRODUCCIÓN**

Esta investigación presenta una evaluación estructural y superficial de los pavimentos rígidos, de las fallas presentados, por diferentes factores por las formas en que se transmiten las cargas a la subrasante en el periodo de vida se presenta problemas de fallas, los cuales pueden ser: asentamientos diferenciales, deformaciones, factores climáticos, la intensidad del tránsito circulante, sus deformaciones, las condiciones de drenaje y sub-drenaje, etc. El pavimento requiere de conservación y mantenimiento, eficiente, rápida y económica.

Dado la necesidad de lograr que nuestras construcciones en el Distrito de Taricá se presentan con la calidad correspondiente, es necesario evaluar el estado de las construcciones actuales de los pavimentos, y la determinación del número de jirones afectadas por alguna patología que abarcan toda las imperfecciones visibles, como grietas lineales, grietas esquinas, pulimiento de agregados, fisura en bloque, losas divididas descascaramiento de junta, descascaramiento de esquina y parche pequeño. Con la finalidad de indicar el grado de afectación y nivel de severidad.

Es importante acotar que se conoce como periodo de diseño de un pavimento rígido de cualquier otra obra civil al periodo de tiempo que debe cumplir la obra sin ninguna patología, por ejemplo si una obra se diseña para 20 años, esta debe conservar hasta los 20 años donde recién podrán aparecer una grieta o cualquier patología.

En este sentido el presente trabajo se desarrollara aplicando la metodología del PCI (Índice de Condición de Pavimento), para determinar un valor (de 0 a 100), el mismo que indicara su estado. La metodología de trabajo será del tipo evaluativo visual y a través de un formato de evaluación.

Los antecedentes y fundamentación científica referidos al estudio de investigación, después de haberse realizado la búsqueda bibliográfica estuvieron orientada a determinar a aquellas Instituciones o Investigadores que han efectuado estudios relacionados.

Aguilar (2003), en su tesis titulada “Diseño del Pavimento Rígido y Drenaje Pluvial para un Sector de la Aldea Santa María Cauque, del Municipio de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez”, abordó el problema de la aplicación de la planimetría y altimetría es determinante para obtener las libretas de campo y planos que especifiquen las condiciones geométricas del lugar de ejecución del proyecto determinado, realizar el estudio de suelos en el sitio determinará en gran medida la estructura del pavimento por construir, aplicó la metodología del método simplificado de la PCA, utilizado para el diseño del pavimento rígido del tramo carretero, es un método de fácil aplicación, ya que gran parte del procedimiento del mismo se basa en tablas, por lo que tiene gran aplicación cuando no se tienen ensayos de control de tráfico, llegó a la conclusión que el pavimento por construirse deberá soportar y distribuir las cargas en una presión unitaria lo suficientemente disminuida para estar dentro de la capacidad del suelo que constituye la capa de apoyo, reduciendo la tendencia a la formación de fallas.

Mejía (1996), en su tesis titulada “Diseño del Pavimento Rígido para dos vías de acceso Principal, al Municipio de El Progreso, Departamento de Jutiapa”, abordó el problema del reconocimiento del lugar para evaluar la infraestructura necesaria para un diseño óptimo, como las vías de comunicación y el aprovisionamiento de recursos para la construcción, pueden afectar los costos de los proyectos, aumentando las dificultades técnicas o financieras y que deben ser tomadas en cuenta desde el inicio de la evaluación y preparación del proyecto, se planteó como objetivo general determinar el diseño del pavimento rígido para las dos vías de acceso principal, al municipio de el Progreso, llegó a la conclusión de la evaluación de las condiciones de trabajo para la realización de todo proyecto de ingeniería, es determinante en la evaluación de los costos y por lo tanto de la viabilidad para su ejecución.

Quiñones (2014), en su revista “Patologías del Concreto para obtener el Índice estructural del pavimento y la condición de la Superficie”. En este estudio se aplicó el método de PCI para determinar el índice de la condición estructural del pavimento de las veredas de ochocientos veinte paños de vereda, para identificar sus fallas existentes y cuantificar su estado. La metodología del trabajo es evaluativo visual a través de una hoja de evaluación. Se realizó un registro estadístico de las patologías y valores

de PCI obtenidos de muestras de diferentes calles de la ciudad de Maldonado tienen un pavimento en estado bueno, con un PCI ponderado a 45.42 y las fallas encontradas fueron de tipo funcional, que provocan un tránsito inseguro e incómodo al peatón.

Ramos (2011), en su tesis “ Determinación y Evaluación de las patologías del Concreto en las plataformas deportivas de las instituciones educativas estatales del distrito de Tumbes, Provincia de Tumbes y departamento de Tumbes, Noviembre - 2011”, nos menciona que aplica la metodología del PCI (1) (Índice Condición de Pavimentos), para determinar un valor (de 0 a 100), el mismo que indicara su estado. La metodología de trabajo fue de tipo evaluativo visual y a través de una ficha técnica de evaluación. Llegando a la conclusión de que el Índice promedio de condición de pavimento, para las plataformas deportivas de las instituciones Educativas del distrito de Tumbes es 80 y en concordancia con la escala de evaluación del PCI, se concluye que su estado de conservación es muy bueno.

Un pavimento es una estructura diseñada con la capacidad de absorber las fuerzas causadas por acción de la circulación de vehículos, o cualquier otra carga móvil, durante el periodo de tiempo para el cual ha sido diseñado.

Cuando existe un incremento del tráfico o se ha superado el periodo de diseño de un pavimento es cuando se produce los deterioros pues pueden ser muy diversos, los cuales por lo general se presentan por la pérdida de elasticidad del pavimento. De esta manera es necesario tener una idea clara del concepto de pavimento, el cual se describirá a continuación.

Ramírez (2006), en su investigación “Patología de Pavimentos Rígidos de la ciudad de Asunción”, realizan una evaluación de la situación funcional y estructural de los pavimentos rígidos de la ciudad y proponer soluciones a los defectos encontrados. En su trabajo pretenden determinar el origen de las fallas en los pavimentos rígidos de Asunción y con ello reducir la aparición de las mismas, así como bosquejar una política de gestión de mantenimiento vial aplicable a cualquier entorno urbano en el país, donde parten realizando un monitoreo permanente de las obras construidas, para registrar las fallas que se van presentando y establecer una referencia a sus posibles causas.

Justificación de la investigación: Es la necesidad de conocer la situación actual de condición de Pavimento rígido del distrito de Taricá, provincia de Huaraz, Región Ancash.

Según el tipo de patologías identificadas, se indicara el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento rígido, el cual permitirá si se hace un mantenimiento de rutina, una rehabilitación o una construcción nueva.

Teórica: La investigación se realizará debido a que la situación sobre las patologías del pavimento rígido es frecuente en toda las vías, que hoy en día aún no se llega a establecer el estado en que se encuentra, por su posterior el mantenimiento, rehabilitación y construcción. Además mostrar los diferentes posibles causas de los diferentes tipos de deterioros que se presentan en un pavimento a través de su construcción o a lo largo de los años, se plantea además el uso de la metodología del PCI (Índice de Condición del Pavimento)) para determinar el estado del pavimento rígido.

Operativa: Con la evaluación de las patologías en los pavimentos rígidos de las vías se pretenden establecer el estado actual de los pavimentos rígidos de las vías del Distrito de Taricá Provincia de Huaraz -Región Ancash.

Limitaciones: Durante el desarrollo de la investigación surgieron diversos limitantes tanto en el aspecto técnico como en el aspecto económico. La municipalidad Distrital de Taricá no cuenta con los estudios técnicas de los suelos y su urbanización de las calles es anti técnico.

El financiamiento económico de la investigación fue cubierto en su totalidad por el responsable, debido a que las autoridades locales no perciben la importancia y magnitud del trabajo, puesto que los resultados que se obtendrán contribuirán decididamente en la planificación y desarrollo sostenible de su distrito mediante la prevención.

Otra limitación sería la falta del uso de tecnologías para realizar el presente proyecto de tesis.

Se plantea el siguiente problema el Distrito del Taricá se encuentra ubicado a 12 Km. Al Norte de la Ciudad de Huaraz a una altura de 2800 m.s.n.m. Posee un clima variado, templado seco y frío, es decir, con temperaturas cambiantes con un promedio anual de 18°C, con un régimen de lluvias con mayor intensidad en los meses de febrero a Abril y con un periodo menos intenso entre los meses de Agosto a Diciembre, además el sistema hidrológico es significativo en tiempos de lluvia, la topografía es bastante accidentada, presenta un relieve variado y se realizará un respectivo estudio de suelos para su construcción, por ello se requiere de un nivel técnico apropiado para su ejecución del proyecto, existe presencia de llanuras y quebradas.

Teniendo en cuenta tales características de la zona de estudio, es que para ello, es necesario determinar **las Patologías de los Pavimentos de Concreto**, las mismas que serán muestras de inspección visual, para tomar datos y determinar un índice de condición de pavimento a partir de sus patologías. Para ello se propone las siguientes recomendaciones:

- Ejecutar diagnósticos, análisis y tendencias para la construcción de Pavimentos de Concreto.
- Ejecutar diagnósticos y análisis de las realidades en Distrito de Taricá.
- Contribuir a la formación de los planes y programas de necesidades de inversión.
- Proponer y estimular el trabajo en equipo en la zona.
- Fomentar la creatividad e innovación tecnológica en temas asociados a la actividad de la construcción.

**El problema es: ¿Cuál es la Situación Actual de las Patologías en los Pavimentos Rígidos del Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz Departamento de Ancash?**

Conceptualización y operacionalización de variables: El pavimento. Se adoptara, un par de definiciones de autores que explican de muy buena manera la definición de pavimento:

➤ “Es una estructura que se encuentra constituida por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y se construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la sub rasante de la vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de restringir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura del pavimento”.

➤ Se entiende por pavimento al conjunto de los elementos estructurales de un camino (o de otras superficies como las pistas de aterrizaje de los aeropuertos, losas deportivas, etc.), es decir, son todas las capas que lo conforman y las que se denominan comúnmente capa superficial, base, sub base. Es importante conocer la clasificación de los pavimentos, para poderlos distinguir entre ellos y lograr llevar a cabo un proceso de evaluación adecuado, el clasificación de pavimentos y características son:

➤ Pavimentos flexibles: Es el pavimento que tienen en su parte superior una carpeta bituminosa, apoyada sobre dos capas granulares, denominadas base y sub base.

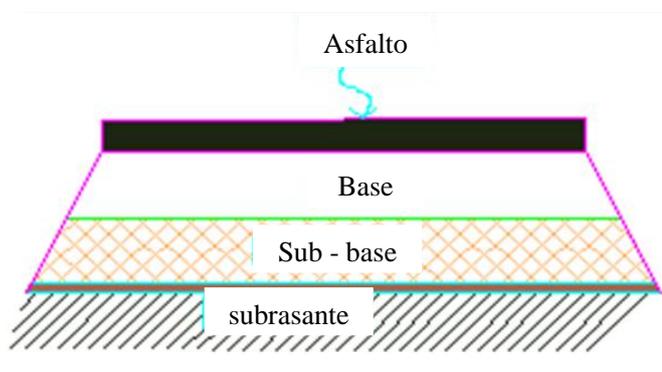


Figura N°01: Pavimentos Flexibles

Fuente: Loja. Evaluación superficial de calles de Loja. 2009

- Pavimentos semirrígido: contiene la misma estructura de un pavimento flexible, con la variación que una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con algún aditivo que puede ser: asfalto, cal, cemento, emulsión o químicos; los cuales permitan incrementar las capacidad portante del suelo.
- Pavimentos rígidos: son pavimentos en los cuales su capa superior está compuesta por una losa de cemento hidráulico, la cual se encuentra apoyada sobre una capa de material denominada base o sobre la sub rasante. En este tipo de pavimentos se pueden distinguir algunos tipos que son: hormigón simple con juntas con o sin barras de transferencia de carga, hormigón reforzado con juntas y barras de traspaso de cargas y hormigón continuamente reforzado.

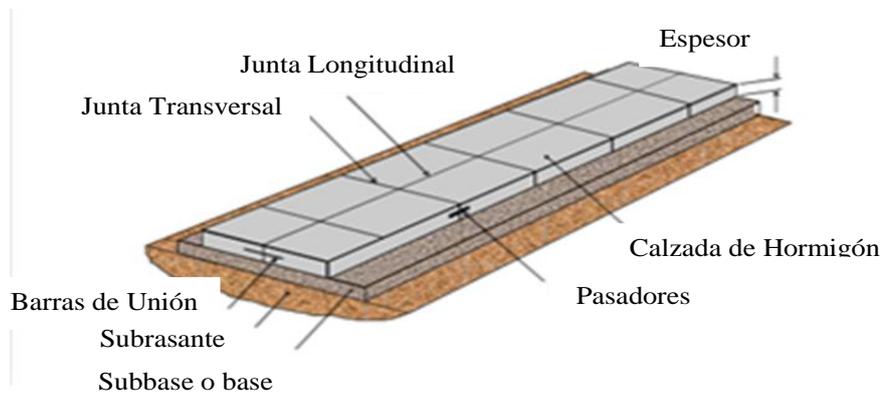


Figura N°02: Diseño de Pavimento Rígido

Fuente: Calo. Jornadas de actualización técnica de diseño y Construcción de pavimento de rígido, 2012.

- Pavimentos articulados: son pavimentos cuyas capas de rodadura se encuentran conformadas por bloques de concreto prefabricados, que se denominan adoquines, son iguales entre si y de un espesor uniforme; y que se colocan sobre una capa delgada de arena, la cual se encuentra sobre una capa granular o la sub rasante.

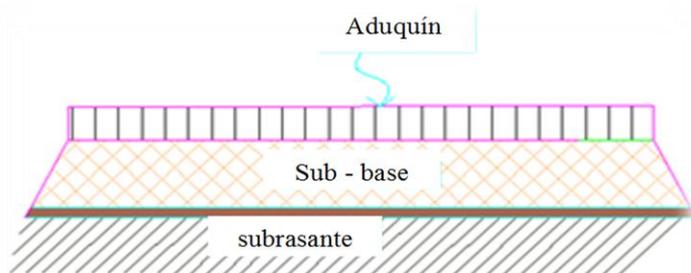


Figura N°03: Pavimentos Articulados

Fuente: Loja. Evaluación superficial de calles de Loja, 2009

Pavimento rígido: consiste básicamente en una losa de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o subbase. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de rueda, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante. Todo lo contrario sucede en los pavimentos flexibles, que al tener menor rigidez, transmiten los esfuerzos hacia las capas inferiores lo cual trae como consecuencia mayores tensiones en la subrasante. Un pavimento es un elemento estructural con la capacidad de soportar cargas estáticas y móviles, diseñado para absorber las fuerzas causadas por acción de la circulación de vehículos, o de cualquier otra carga, durante un periodo de tiempo. Debe ser resistente al desgaste y al suave al deslizamiento. Cuando existe un incremento del tráfico o se ha superado el periodo de diseño de un pavimento es cuando se producen los deterioros que pueden ser muy diversos, los cuales por lo general se presentan por la pérdida de elasticidad del pavimento.

Es decir, se entiende por pavimento al conjunto de elementos estructurales de un camino o de otras superficies, como las pistas de aterrizaje de aeropuertos, losas deportivas, etc., que conforman las capas superpuestas y que se denominan carpeta superficial, base y sub base.

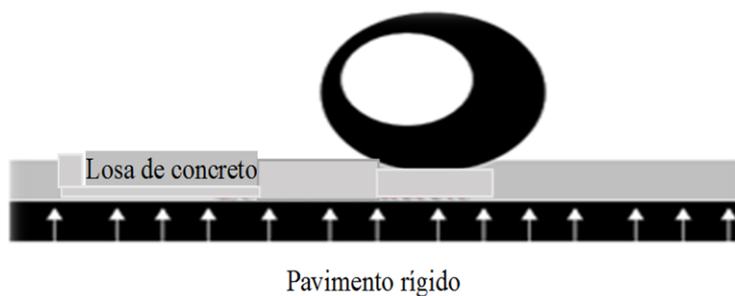


Figura N° 04: Esquema de comportamiento del Pavimento rígido

Fuente: Morales. Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto, 2005.

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

✓ La subrasante es el soporte natural, preparado y compactado, en la cual se puede construir un pavimento. **La función de la subrasante es dar un apoyo razonablemente uniforme**, sin cambios bruscos en el valor soporte, es decir, mucho más importante es que la subrasante brinde un apoyo estable a que tenga una alta capacidad de soporte. Por lo tanto, se debe tener mucho cuidado con la expansión de suelos.

✓ La capa de subbase es la porción de la estructura del pavimento rígido, que se encuentra entre la subrasante y la losa rígida. Consiste de una o más capas compactas de material granular o estabilizado; **la función principal de la subbase es prevenir el bombeo de los suelos de granos finos**.

La subbase es obligatoria cuando la combinación de suelos, agua, y tráfico pueden generar el bombeo. Tales condiciones se presentan con frecuencia en el diseño de pavimentos para vías principales y de tránsito pesado.

Entre otras funciones que debe cumplir son:

- Proporcionar uniformidad, estabilidad y soporte uniforme.
- Incrementar el módulo (K) de reacción de la subrasante.
- Minimizar los efectos dañinos de la acción de las heladas.
- Proveer drenaje cuando sea necesario.
- Proporcionar una plataforma de trabajo para los equipos de construcción.

✓ La losa es de concreto de cemento portland. El factor mínimo de cemento debe determinarse en base a ensayos de laboratorio y por experiencia previas de resistencia y durabilidad. Se deberá usar concreto con aire incorporado donde sea necesario proporcionar resistencia al deterioro superficial debido al hielo-deshielo, a las sales o para mejorar la trabajabilidad de la mezcla.

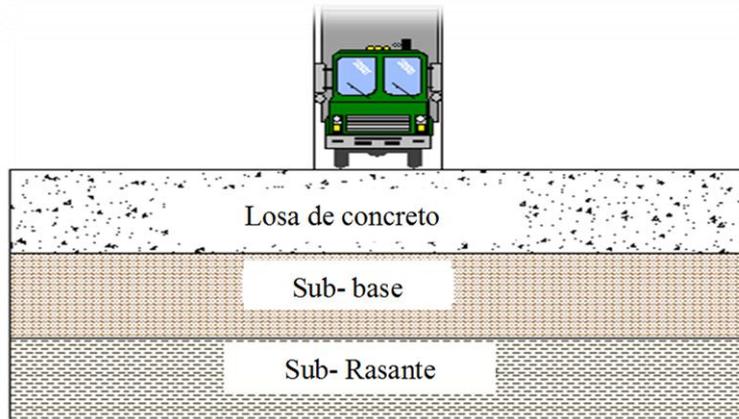


Figura N° 05: Capas del pavimento rígido

Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México Diseño y conservación de pavimentos rígidos.

Tipos de pavimento rígido: Según Miranda (2010), en su tesis “Deterioros en Pavimentos Flexibles y Rígidos”, menciona que existen 5 tipos de pavimentos rígidos: Los diversos tipos de pavimentos de concreto pueden ser clasificados, en orden de menor a mayor costo inicial, de la siguiente manera:

- Pavimentos de concreto simple.
  - Pavimento de concreto simple con barras de transferencia de carga.
  - Pavimentos de concreto reforzado y con esfuerzo continuo.
  - Pavimentos de concreto preforzado.
  - Pavimento de concreto fibroso.
- 
- Pavimentos de concreto simple. Son pavimentos que no presentan refuerzo de acero ni elementos para transferencia de cargas, ésta se logra a través de la trabazón (interlock) de los agregados entre las caras agrietadas debajo de las juntas aserradas o formadas. Para que esta transferencia sea efectiva, es necesario que se use un

espaciamiento corto entre juntas. Están constituidos por losas de dimensiones relativamente pequeñas, en general menores de 6 m de largo y 3.5 m de ancho.

Los espesores varían de acuerdo al uso previsto. Por ejemplo para calles de urbanizaciones residenciales, éstos varían entre 10 y 15 cm, en las denominadas colectoras entre 15 y 17 cm. En carreteras se obtienen espesores de 16 cm. En aeropistas y autopistas 20 cm o más.

Este tipo de pavimento es aplicable en caso de tráfico ligero y clima templado y generalmente se apoyan directamente sobre la subrasante.

➤ Pavimentos de concreto simple con barras de transferencia de carga. Se construyen sin acero de refuerzo; sin embargo en ellos se disponen de barras lisas en cada junta de contracción, las cuales actúan como dispositivos de transferencia de cargas, requiriéndose también que las losas sean cortas para controlar el agrietamiento.

➤ Pavimentos de concreto reforzado y con esfuerzo continuo. Los pavimentos reforzados con juntas contienen además el refuerzo, pasadores para la transferencia de carga en las juntas de contracción. Este refuerzo puede ser en forma de mallas de barras de acero o acero electro soldado. El objetivo de la armadura es mantener las grietas que pueden llegar a formarse bien unidas, con el fin de permitir una buena transferencia de cargas y de esta manera conseguir que el pavimento se comporte como una unidad estructural.

➤ Pavimentos de concreto preforzado. A diferencia de los pavimentos de concreto reforzado con juntas, éstos se construyen sin juntas de contracción, debido a que el refuerzo asume todas las deformaciones, específicamente las de temperatura. El refuerzo principal es el acero longitudinal, el cual se coloca a lo largo de toda la longitud del pavimento. El refuerzo transversal puede no ser requerido para este tipo de pavimentos.

➤ Pavimento de concreto fibroso. En este tipo de losas, el armado consiste en fibras de acero, de productos plásticos o de fibra de vidrio, distribuidos aleatoriamente, gracias a lo cual se obtienen ventajas tales como el aumento de la resistencia a la tensión y a la fatiga, figuración controlada, resistencia al impacto, durabilidad, etc.

Ventajas y desventajas del pavimento rígido según Miranda (2010), en su tesis “Deterioros en Pavimentos Flexibles y rígidos” menciona las ventajas y desventaja del uso de pavimentos.

Ventajas:

- ❖ El mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa (comúnmente) en las juntas de las losas.
- ❖ La sobre carpeta de concreto proporciona ventajas a largo plazo para los usuarios de caminos y para los organismos encargados de carreteras debido a que la superficie de concreto reduce drásticamente el tiempo y los retrasos, que generalmente acompañan al mantenimiento constante de una superficie de asfalto.
- ❖ Una superficie de concreto es durable, resistente y requiere mucho menos tiempo de mantenimiento y dinero.
- ❖ Las sobre carpetas de concreto son particularmente efectivas, en proyectos donde las restricciones en el presupuesto anual y altos niveles de tráfico, hacen que las interrupciones frecuentes en la circulación y los costos de mantenimiento sean intolerables.
- ❖ También se puede colocar una sobre carpeta de concreto para aumentar la seguridad de una superficie de concreto.
- ❖ Las cargas pesadas no forman roderas ni dislocamientos en el concreto, el cual conserva una alta resistencia antiderrapante.
- ❖ El concreto puede cubrir uniformemente las roderas en el pavimento y corregir el perfil de la superficie.
- ❖ Debido a la capacidad que tiene la losa de concreto para puentear los problemas subyacentes, no ocurrirá la reflexión que se presenta en las sobre carpetas de asfalto.

- ❖ Los análisis de los costos de rehabilitación y mantenimiento a largo plazo correspondientes a la "construcción por etapas", representa la solución más duradera de bajo riesgos.
- ❖ Otra ventaja de la sobre carpeta blanca es que con ella, se pueden evitar posibles problemas de construcción que pueden ocurrir durante la reconstrucción de un pavimento. En algunos lugares los pavimentos existentes se construyeron sobre terrenos de apoyo muy pobres. Las subrasantes saturadas y los suelos débiles, producen dificultades durante la construcción y aumentan el tiempo necesario para terminar el proyecto.
- ❖ Una sobre carpeta de concreto permite que la construcción se haga directamente sobre la superficie flexible existente, sin tener que eliminar o reparar la sub-base o la subrasante en toda la extensión del proyecto. El espesor gradual para ligarse a un puente o a estructuras en línea se logra rebajando con fresadora el asfalto existente para obtener la pendiente adecuada.
- ❖ Su periodo de vida varía entre 20 y 40 años.

Desventajas:

- ❖ Tiene un costo inicial mucho más elevado que el pavimento flexible.
- ❖ Se deben tener cuidado en el diseño.

Materiales importantes para el diseño de concreto hidráulico. Según Kauffmann (2007), en su tesis de deterioro de pavimentos rígidos metodología de medición, posibles causas de deterioro y reparaciones, define los siguientes materiales necesarios para la elaboración de un diseño de un pavimento.

- Cemento portland: es el producto que se obtiene de la pulverización del Clinker, el cual está constituido esencialmente por silicatos de calcio hidratada, adicionando con agua o sulfato de calcio o los dos materiales, en proporciones tales que cumplan los requisitos químicos relativos a las cantidades máximas de anhídrido sulfúrico y pérdidas por calcinación.

○ El agua: que se emplea en mezcla y morteros deberá ser aprobada por el fiscalizador, será limpia, libre de impureza, y carecerá de aceites, álcalis, ácidos, sales, azúcar y material orgánica. El agua potable será considerada satisfactoria para emplearla en la fabricación de morteros y hormigones.

○ Materiales pétreos: Estos materiales se sujetarán al tratamiento o tratamientos necesarios para cumplir con los requisitos de calidad que se indican en cada caso, debiendo el contratista prever las características en el almacén y los tratamientos necesarios para su utilización.

El manejo y/o almacenamiento subsecuente de los agregados, deberá hacerse de tal manera que se eviten segregaciones o contaminaciones con sustancias u otros materiales perjudiciales y de que se mantenga una condición de humedad uniforme, antes de ser utilizados en la mezcla.

○ grava: El agregado grueso será grava triturado totalmente con tamaño máximo de treinta y ocho (38) milímetros, resistencia superior a la resistencia de concreto señalada en el proyecto, y con la secuencia granulométrica que se indica a continuación.

○ Arena: El agregado fino o arena debería tener un tamaño máximo de nueve punto cincuenta y un milímetro (9.51mm) con la secuencia granulométrica.

○ Aditivos: Esta especificación tiene por objetivo establecer los requisitos que deben cumplir los aditivos químicos que pueden agregarse al hormigón, para que este desarrolle ciertas características especiales requeridas en obras.

Clases de aditivos Según el efecto en la mezcla, se tienen las siguientes clases de aditivos:

- ✓ Acelerantes
- ✓ Retardantes del fraguado
- ✓ Reductores de agua
- ✓ Reductores de agua de alto rango

- ✓ Reductores de agua y acelerante
- ✓ Reductores de agua y retardantes
- ✓ Reductores de agua de alto rango y retardante
- ✓ Incluidores de agua
- ✓ Impermeabilizantes

○ Acero de refuerzo necesario para la construcción del pavimento se utiliza en las juntas, ya sea como pasadores de cortante o pasa junta o como barras de amarre para mantener los cuerpos del pavimento unidos.

○ Sellador para juntas: El material sellante para las juntas transversales y longitudinales deberá ser elástico, resistente a los efectos de combustibles y aceites automotrices, con propiedades adherentes con el concreto que permita las dilataciones y contracciones que se presentan en las losas de concreto sin degradarse, debiéndose emplear los productos a base de silicona poliuretano – asfalto o similares, los cuales deberán ser autonivelantes, de un solo solidificarse a temperatura ambiente.

Patologías del pavimento rígido Según Orozco (2003), en su tesis “Patología del Concreto”, lo define lo siguiente. Esta tesis de patologías de concreto, se encarga de estudio de las fallas y daños en concreto en su más amplio sentido, es decir como proceso o estados anormales de causas conocidas o desconocidas.

Es el deterioro de la estructura de un pavimento que está en función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, que tipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

Daños en estructuras de pavimento rígido: Según Miranda (2010), en su tesis “Deterioros en Pavimentos Flexibles y Rígidos”, se presenta una descripción de los diferentes tipos de daños que pueden presentar un pavimento rígido, los cuales fueron agrupados en cuatro categorías generales.

- ❖ Juntas.
- ❖ Fisuras y grietas.
- ❖ Deterioro superficial.
- ❖ Otros deterioros.

Cada uno de los daños correspondientes a cada categoría se describe a continuación, presentando su definición y sus posibles causas. Las fotografías relacionadas con cada tipo de daño, se presentan a medida que se describe a cada uno de ellos.

➤ Deficiencias del sellado de juntas.

Se refiere a cualquier condición que posibilite la acumulación de material en las juntas o permita una significativa infiltración de agua. La acumulación de material incomprensible impide el movimiento de los, posibilitando que se produzca fallas, como levantamiento de juntas.



Figura N° 06: Deficiencias del sellado de juntas

Fuente: Elaboración propia.

Posibles causas: Las causas más frecuentes para que el material de sello sea deficiente, son:

- Endurecimiento por oxidación del material de sello.
- Pérdida de adherencia con los bordes de las losas.

- Levantamiento de material de sello por efecto de tránsito y movimiento de las losas.
  - Escasez o ausencia del material de sello.
  - Material de sello inadecuado.
- Juntas saltadas: Rotura, fracturación o desintegración de los bordes de las losas dentro de los 0.50 metros de una junta o una esquina y generalmente no se extiende más allá de esa distancia además no se extiende verticalmente a través de la losa sino que intersectan la junta en ángulo.



Figura N° 07: Juntas saltadas

Fuente: Elaboración propia.

Posibles causas: Los despostillamientos se producen como consecuencia de diversos factores que pueden actuar aislada o combinadamente; excesivas tensiones en las juntas ocasionadas por las cargas de tránsito y/o por infiltración de materiales incompresibles, debilidad del hormigón en la proximidad de la junta debido a un sobre acabado y excesiva disturbación durante la ejecución de la junta, deficiente diseño y/o construcción de los sistemas de transferencia de carga de la junta, acumulación de agua a nivel de las juntas.

Separación de la junta longitudinal: Corresponde a una abertura de las juntas longitudinales del pavimento. Este tipo de daños se presenta en todos los tipos de pavimentos rígidos.



Figura N° 08: separación de la junta longitudinal

Fuente: Elaboración propia.

Posibles causas: Contracción o expansión diferencial de losas debido a la ausencia de barras de anclajes entre carriles adyacentes, desplazamientos lateral de las losas motivado por un asentamiento diferencial en la subrasante, ausencia de bermas.

✓ Las grietas son manifestaciones muy frecuentes de fallas causadas por la contracción del concreto, expansión de las losas del pavimento, defectos de suelo de fundación, acción de cargas de tráfico, falta de juntas de expansión, contracción o de construcción.

Los tipos de grietas son:

- ✓ Grietas de esquina.
- ✓ Grietas diagonales.
- ✓ Grietas longitudinales.
- ✓ Grietas de restricción.
- ✓ Grietas transversales.

Las grietas se han clasificado según su severidad y se han identificado con la letra “G”. Los niveles de severidad identificados son: baja, media y alta severidad. Para mayor entendimiento, los tipos de grietas se han dibujado en cada losa, exactamente como se presentan:

- G1 = Grieta de baja severidad.
- G2 = Grieta de mediana severidad.
- G3 = Grieta de alta severidad.

✓ Grietas de Esquina: Es una fisura que intersecta la junta o borde que delimita la losa a una distancia menor de 1.30 m a cada lado medida desde la esquina. Las fisuras de esquina se extienden verticalmente a través de todo el espesor de la losa.



Figura N° 09: Grietas de Esquina

Fuente: Elaboración propia.

Posibles causas: Son causadas por la repetición de cargas pesadas (fatiga del hormigón) combinadas con la acción drenaje, que debilita y erosiona el apoyo de la fundación, así como también por una deficiencia transferida de cargas a través de la junta, que favorece el que se produzca altas deflexiones de esquina.

✓ Grietas diagonales: Son grietas en diagonal con la línea central de pavimento. Estas grietas se forman generalmente por la acción del tránsito sobre los extremos de losas que han quedado sin soporte por la acción del bombeo de la Subrasante.



Figura N° 10: Grietas diagonales

Fuente: Elaboración propia.

✓ Grietas longitudinales: Son grietas casi paralelas al eje central del pavimento. Su origen puede deberse a falta de juntas longitudinales para eliminar los esfuerzos de contracción, materiales expansivos en la Subbase o Subrasante, esfuerzos de alabeo en combinación con las cargas, pérdidas de soportes en los bordes longitudinales por efecto de la acción del bombeo



Figura N° 11: Grietas longitudinales

Fuente: Elaboración propia.

Posibles causas: son causadas por la repetición de cargas pesadas, pérdida de soporte de la fundación, gradientes de tensiones originados por cambios de temperatura y humedad, o por deficiencias en la ejecución de estas y/o sus juntas longitudinales y/o

losas, con relación ancho/ longitud excesiva, conducen también el desarrollo de fisuras longitudinales.

✓ Grietas de restricción: Estas son grietas que comienzan de una distancia no mayor de un metro 1 m del borde exterior del pavimento y se dirigen siguiendo un alineamiento irregular hasta la junta transversal, la cual restringe la expansión de la losa.

✓ Grietas transversales: Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente perpendicular al eje del pavimento, o en forma oblicua a este, dividiendo la misma en dos planos.



Figura N° 12: Grietas transversales

Fuente: Elaboración propia.

Posibles Causas: Son causadas por una combinación de los siguientes factores: excesivas repeticiones de cargas pesadas (fatiga), deficiente apoyo de las losas, asentamiento de la fundación, excesiva relación longitud / ancho de la losa o deficiencias en la ejecución de estas. La ausencia de juntas transversales o bien losa a una relación longitud / ancho excesivos, conducen a fisuras transversales o diagonales, regularmente distribuidas o próximas al centro de las losas, respectivamente. Variaciones significativas en el espesor de las losas provocan también fisuras transversales.

Deterioro superficial se detallan las siguientes:

✓ Fisuramiento por retracción (tipo de malla): Es la rotura de la superficie de la losa hasta una profundidad del orden de 5 a 15 mm, por desprendimiento de pequeños trozos de hormigón. Por fisuras capilares se refiere una malla o red de fisuras superficiales muy finas, que se extiende solo a la superficie de concreto. Las mismas que tienden a intersectarse en ángulo de  $120^\circ$



Figura N°13: Fisuramiento por retracción

Fuente: Elaboración propia.

Posibles causas: Las fisuras capilares generalmente son consecuencias de un exceso de acabado de hormigón fresco colocado, produciendo la exudación del mortero y agua, dando lugar a que la superficie del hormigón resulte muy débil frente a la retracción. Las fisuras capilares pueden evolucionar en muchos casos por efecto del tránsito, dando origen al descascaramiento de la superficie, posibilitando un desconchado que progresa tanto en profundidad como en área. También pueden observarse manifestaciones de descascaramiento en pavimentos de hormigón armado, cuando las armaduras se colocan muy próximas a la superficie.

✓ Desintegración: Progresiva desintegración de la superficie del pavimento por pérdida de material fino desprendido de matriz arena cemento del hormigón, provocando una superficie de rodamiento rugosa y eventualmente pequeñas cavidades.



Figura N° 14: Desintegración

Fuente: Elaboración propia.

Posibles causas: Son causadas por el efecto abrasivo del tránsito sobre hormigones de pobre calidad, ya sea por empleo de dosificaciones inadecuadas (bajo contenido de cemento, excesivo de agua, agregado inapropiado granulometría), o bien por el deficiencias durante su ejecución (segregación de mezcla, insuficiente densificación, curado defectuoso, etc.)

✓ Baches. Descomposición o desintegración la losa de hormigón y su remoción en una cierta área, formando una cavidad de bordes irregulares.



Figura N° 15: Baches

Fuente: Elaboración propia.

Posibles causas: Los baches se producen por conjunción de varias causas: fundaciones y capas inferiores inestables, espesores del pavimento estructuralmente insuficientes; defectos constructivos; retención de agua en zonas hundidas y/o fisuras. La acción abrasiva del tránsito sobre sectores localizados de mayor debilidad del pavimento o sobre áreas en las que se han desarrollado fisuras en bloque, que han alcanzado un alto nivel de severidad, provoca la desintegración y posterior remoción de parte de la superficie del pavimento, originando un bache.

Otros deterioros que se encontró en la evaluación de pavimento.

➤ Levantamiento localizado. Sobre – elevación abrupta de la superficie del pavimento localizada generalmente en zonas contiguas a una junta o fisura transversal.



Figura N° 16: Levantamiento localizado

Fuente: Elaboración propia.

Posibles causas: Son causadas por falta de libertad de expansión de las losas de hormigón, las mismas que ocurren mayormente en la proximidad de las juntas transversales. La restricción a la expansión de las losas puede originar fuerzas de compresión considerables sobre el plano de la junta. Cuando estas fuerzas no son completamente perpendiculares al plano de la junta o son excéntricas a la sección de la misma, pueden ocasionar el levantamiento de las losas contiguas a las juntas, acompañados generalmente por la rotura de estas losas.

- Escalonamiento de juntas y grietas: Es una falla provocada por el tránsito en la que una losa del pavimento a un lado de una junta presenta un desnivel con respecto a una losa vecina; también puede manifestar en correspondencia con fisuras.



Figura N° 17: Escalonamiento de juntas y grietas

Fuente: Elaboración propia.

Posibles causas: Es el resultado en parte del ascenso a través de la junta o grieta del material suelto proveniente de la capa inferior de la losa (en sentido de la circulación del tránsito) como también por depresión del extremo de la losa posterior, al disminuir el soporte de la fundación son manifestaciones del fenómeno de bombeo, cambios de volumen que sufren los suelos bajo la losa de hormigón y de una deficiente transferencia de carga entre juntas.

#### ➤ **Descenso de la berma.**

Diferencia de nivel entre la superficie de la losa respecto a la superficie de la berma, ocurre cuando alguna de las bermas sufren asentamiento.



Figura N° 18: Descenso de la berma

Fuente: Elaboración propia.

Posibles causas: Las principales causas del descenso de berma son.

- Asentamiento de la berma por compactación insuficiente.
- En bermas no revestidas: por la acción del tráfico o erosión de capa superficial por agua que ocurre desde el pavimento hasta el borde exterior de la losa.
- Inestabilidad de la banca.

➤ Separación entre berma y pavimento: Incremento en la abertura de la junta longitudinal entre la berma y el pavimento.



Figura N° 19: Separación entre berma y pavimento

Fuente: Elaboración propia.

Posibles causas: Las causas más probables de la separación entre berma y pavimento son:

- Compactación insuficiente en la cara lateral del pavimento.
- Escurrimiento de agua sobre la berma cuando existe un desnivel entre ella y el pavimento.

➤ Parches deteriorados: Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado, ya sea con un material similar o eventualmente diferente, para reparar el pavimento existente, también un parchado por reparación de servicios públicos es un parche que se ha ejecutado para permitir la instalación o mantenimiento de algún tipo de servicio público subterráneo. Los parchados disminuyen la serviciabilidad de la pista, al tiempo que puede construir indicadores, tanto de la

intensidad de mantenimiento demandado por una carretera, como la necesidad de reforzar la estructura de la misma. En muchos casos, los parchados, por deficiente ejecución dan origen a nuevas fallas.



Figura N° 20: Parches deteriorados

Fuente: Elaboración propia.

Posibles causas: En el caso de parches asfálticos, capacidad estructural insuficiente del parche o mala construcción del mismo, en reemplazo por nuevas losas de hormigón de espesor similar al del pavimento existente, insuficiente traspaso de cargas en las juntas de contracción o mala construcción, En parches con hormigón de pequeñas dimensiones, inferiores a una losa, retracción de fraguado del hormigón del parche que lo despega del hormigón antiguo.

➤ Fragmentación múltiple: Fragmentación de la losa de hormigón conformado una malla amplia, combinando fisuras longitudinales, transversales y/o diagonales, subdividiendo la losa en cuatro o más planos.



Figura N° 21: Fragmentación múltiple

Fuente: Elaboración propia.

Posibles causas: Son originadas por la fatiga del concreto, provocadas por la repetición de elevadas cargas de tránsito y/o deficiente soporte de la fundación, que se traducen en una capacidad de soporte deficiente de la losa.

Factores que influyen en los pavimentos son:

- ❖ Clima
- ❖ Tráfico
- ❖ Geometría del proyecto (Diseño vial)
- ❖ Posición de la estructura
- ❖ Construcción y mantenimiento

Clima: Se puede apreciar como el clima, en especial las lluvias afectan los materiales que conforman la estructura del pavimento modificando sus propiedades físicas y mecánicas.

- Precipitación pluvial (Aquaplaning).
- Expansión por congelamiento.
- Deshielo del inicio de primavera.
- Contracción y expansión.
- Congelamiento-deshielo y húmedo-seco

Tráfico: implica por la carga vehicular durante la circulación.

- Carga bruta y presión de llanta
- Propiedades del terreno de fundación y materiales del pavimento
- Repetición de carga
- Radio de influencia de carga
- Velocidad
- Eje y configuración de rueda

Geometría del Proyecto (Diseño Vial)

- Distribución del Tráfico en el Pavimento

Posición de la Estructura:

- Secciones de corte y relleno
- Profundidad del Nivel Freático
- Deslizamientos y problemas relacionados.
- Depósitos ligeramente profundos

Construcción y Mantenimiento:

- Deficiencia en la Compactación del Terreno de Fundación y/o Cimiento
- Fallas: Instalación y Mantenimiento de Juntas
- Inadecuada colocación de Guías en los niveles(Mandiles o Reglas Metálicas)
- Escarificado y eliminación de materiales superiores al especificado
- Durabilidad del Agregado(Árido) Partido(Fracturado)

Evaluación de las Patologías: El deterioro de la estructura de un pavimento es una función de la CLASE DE DAÑO, SU SEVERIDAD Y CANTIDAD O DENSIDAD DEL MISMO. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones.

Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado.

En el Cuadro siguiente se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento:

Objetivos del PCI:

Los objetivos que se persiguen con la aplicación del Método PCI son:

- ✓ Determinar el estado de un pavimento en términos de su integridad estructural y su nivel de servicio.

✓ Obtener un indicador que permita comparar con un criterio uniforme la condición y comportamiento de los pavimentos.

✓ Obtener un criterio racional para justificar la programación de obras de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos.

Obtener información relevante de retroalimentación respecto del comportamiento de las soluciones adoptadas en el diseño, evaluación y criterios de mantenimiento de pavimentos.

Tabla N° 01: Rangos del PCI con Estado del Pavimento

<b>RANGO PCI %</b>	<b>COLOR</b>	<b>ESTADO</b>
0 - 10		Falla
11 - 25		Muy Malo
26 - 40		Malo
41 - 55		Regular
56 - 70		Bueno
71 - 85		Muy Bueno
86 - 100		Excelente

Fuente: Loja. Evaluación superficial de calles de Loja, 2009

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD Y CANTIDAD que cada daño presenta.

El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie.

La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima.

Se debe establecer el Inventario de Pavimentos; es decir, los pavimentos se separan definiéndose los siguientes conceptos:

RED: El conjunto de pavimentos a ser administrados (todas las calles pavimentadas es una red).

RAMA: Parte fácilmente identificable de la red (por ejemplo: Las cuadras pavimentadas de una calle).

SECCIÓN: La menor unidad de administración con características homogéneas (por ejemplo: Tipo de pavimento, estructura, historia de su construcción, condición actual, etc.).

El siguiente cuadro describe en resumen:

Tabla N°02: Rangos del PCI con sus intervenciones

PCI	ESTADO	INTERVENCION
0 - 30	Malo	Construccion
31 - 70	Regular	Rehabilitacion
71 - 100	Bueno	Mantenimiento

Fuente: Loja. Evaluación superficial de calles de Loja, 2009

Determinación de las unidades de muestreo son:

“Evaluación De Una Red” puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo.

En la “Evaluación de un Proyecto” se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación, la cual produce un estimado del PCI  $\pm 5$  del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

$$n = \frac{NS^2}{((e 2/4) * (N - 1) + S^2)}$$

Dónde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección ( $e = 5\%$ )

s: Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (s) del PCI de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35) En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse.

Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ( $n < 5$ ), todas las unidades deberán evaluarse.

Selección de las unidades de muestreo para inspección:

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar (aleatoriedad sistemática) de la siguiente manera:

a) El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante la Ecuación

$$I = N/n$$

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo, 3.7 se redondea a 3)

El inicio al azar se selecciona entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i.

Así, si  $i = 3$ , la unidad inicial de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3. Las unidades de muestreo para evaluación se identifican como (S), (S + 1), (S + 2), etc.

Selección de unidades de muestreo adicionales: Uno de los mayores inconvenientes del método aleatorio es la exclusión del proceso de inspección y evaluación de algunas unidades de muestreo en muy mal estado. Para evitar lo anterior, la inspección deberá establecer cualquier unidad de muestreo inusual e inspeccionarla como una “unidad adicional” en lugar de una “unidad representativa” o aleatoria. Cuando se incluyen unidades de muestreo adicionales, el cálculo del PCI es ligeramente modificado para prevenir la extrapolación de las condiciones inusuales en toda la sección.

Evaluación de la condición: El procedimiento varía de acuerdo con el tipo de superficie del pavimento que se inspecciona. Debe seguirse estrictamente la definición de los daños de este manual para obtener un valor del PCI confiable.

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

➤ Equipo.

- Odómetro para medir las longitudes y las áreas de los daños.
- Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos GVG o depresiones.
- Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.

➤ Procedimiento: Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el Manual de Daños, y se registra la información en el formato correspondiente. Se deben conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimientos de medida los daños. Se usa un formulario u “hoja de información de exploración de la condición” para cada unidad muestreo y en los formatos cada renglón se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad.

El equipo de inspección deberá implementar todas las medidas de seguridad para su desplazamiento en la plataforma inspeccionada y para el personal en la plataforma.

Cálculo del PCI de las unidades de muestreo: Al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utiliza para calcular el PCI. El cálculo puede ser manual o computarizado y se basa en los “Valores Deducidos” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas.

Cálculo del PCI para Pavimentos con Capa de Rodadura en Concreto de Cemento Pórtland

Aplicación de la Norma ASTM D5340

➤ cálculo de VR: Para cada combinación particular de tipos de fallas y grados de severidad, sumar el número de losas en las cual se presentan.

Dividir el número de losas entre el número total de losas en la unidad de muestra y luego multiplicarlo por 100 para obtener el porcentaje de la densidad de cada combinación de falla y grado de severidad.

Determine los VALORES REDUCIDOS (VR) para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la curva de “Valor Deducido de Daño” apropiada entre las que se adjuntan a este documento.

Para la presente investigación se usara la hoja de investigación del ANEXO.

➤ Cálculo de PCI: Si solo uno o ninguno de los VR es mayor a 5, la suma de los VRs es utilizada en lugar del máximo VRC para la determinación del PCI. De no ser así utilizar el siguiente procedimiento para determinar el máximo VRC.

Determinar m, el máximo número de fallas permitidas:

$$m = 1 + (9/95) * (100 - \text{VAR})$$

Donde:

m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).

VAR = Valor individual más alto de VR

Cálculo del PCI de una sección de pavimento: Una sección de pavimento abarca varias unidades de muestreo. Si todas las unidades de muestreo son inventariadas, el PCI de la sección será el promedio de los PCI calculados en las unidades de muestreo.

Si se utilizó la técnica del muestreo, se emplea otro procedimiento. Si la selección de las unidades de muestreo para inspección se hizo mediante la técnica aleatoria sistemática o con base en la representatividad de la sección, el PCI será el promedio de los PCI de las unidades de muestreo inspeccionadas. Si se usaron unidades de muestreo adicionales se usa un promedio ponderado calculado de la siguiente forma:

$$PCI_S = \frac{[(N - A) * PCI_R] + (A * PCI_A)}{N}$$

Dónde:

PCIS: PCI de la sección del pavimento.

PCIR: PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.

PCIA: PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección.

A: Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.

Manual de daños calidad de tránsito (ride quality): Cuando se realiza la inspección de daños, debe evaluarse la calidad de tránsito para determinar el nivel de severidad de daños tales como las corrugaciones, para la presente investigación. A continuación se presenta una guía general de ayuda para establecer el grado de severidad de la calidad de tránsito.

L: (Low: Bajo): Se perciben las vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones) pero no es necesaria una reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo pero creando poca incomodidad.

M: (Médium: Medio): Las vibraciones en el vehículo son significativas y se requiere alguna reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un rebote significativo, creando incomodidad. Para el caso de la presente investigación esta será recorrida a pie y se observara el grado de abultamientos o hundimientos.

H: (High: Alto): Las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un excesivo rebote del vehículo, creando una incomodidad importante o un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo. Para el caso de la presente investigación esta será recorrida a pie y se observara el grado de abultamientos o hundimientos.

La calidad de tránsito se determina recorriendo la sección de pavimento en un automóvil de tamaño estándar a la velocidad establecida por el límite legal. Las secciones de pavimento cercanas a señales de detención deben calificarse a la velocidad de desaceleración normal de aproximación a la señal. Siendo la presente investigación para plataformas deportivas, no se analizaran patologías cuya causa es debida al tránsito.

Tabla N°03: operacionalización de variables

Variable	Definición		Dimensión	Indicadores
	Conceptual	Definición Operacional		
La evaluación de las patologías en los pavimentos rígidos	Es la determinación establecimiento de las patologías que tienen los pavimentos de concreto rígido	Es la determinación establecimiento de las patologías que tienen los pavimentos rígidos de las vías de distrito de Taricá	Tipos de patologías que se presentan en los pavimentos de concreto rígido en mención como: Agrietamiento lineal o de esquina Pulimentos de agregados.	Tipo, forma de falla. Clase de falla LOW MEDIUM HIGH

Fuente: Loja. Evaluación superficial de calles de Loja, 2009

Definiciones de términos:

**Pavimento:** Un pavimento es una estructura diseñada con la capacidad de absorber las fuerzas causadas por acción de la circulación de vehículos, o cualquier otra carga móvil, durante el periodo de tiempo para el cual ha sido diseñado.

**Pavimento Rígido:** Son pavimentos en los cuales su capa superior está compuesta por una losa de cemento hidráulico, la cual se encuentra apoyada sobre una capa de material denominada base o sobre la sub rasante.

**Subrasante:** La función de la sub-rasante es soportar las cargas que transmite el pavimento y darle sustentación, además de considerarse la cimentación del pavimento.

**Juntas Dowels:** Son pequeñas barras de acero liso, que se colocan en la sección transversal del pavimento, en las juntas de contracción. Su función estructural es transmitir las cargas de una losa a la losa contigua, mejorando así las condiciones de deformación en las juntas.

**Sobre carpeta de concreto:** Son particularmente efectivas, en proyectos donde las restricciones en el presupuesto anual y altos niveles de tráfico, hacen que las interrupciones frecuentes en la circulación y los costos de mantenimiento sean intolerables.

**Grietas:** Las grietas son manifestaciones muy frecuentes de fallas causadas por la contracción del concreto, expansión de las losas de pavimento, defectos de suelo de fundación, acción de cargas de tráfico, falta de juntas de expansión, contracción o de construcción.

**Fallas Estructurales:** Comprende los defectos de la superficie de rodamiento, cuyo origen es una falla en la estructura del pavimento, es decir, de una o más capas constitutivas que deben resistir el complejo juego de sollicitaciones que imponen el tránsito y el conjunto de factores climáticos.

**Bombeo:** El bombeo de los pavimentos de concreto se puede prevenir con un mantenimiento adecuado del drenaje, con la corrección de las fallas del mismo y con el sellado de junta y grietas.

**Serviciabilidad de Pavimentos:** Es la percepción que tienen los usuarios del nivel de servicio del pavimento. Es por ello que la opinión de ellos es la que debe ser medida para calificar la serviciabilidad.

**Patologías:** Es el deterioro de la estructura de un pavimento, es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo.

**Ahuellamientos:** El ahuellamientos se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debido a la carga del tránsito.

**Hipótesis:** Es una investigación descriptiva, cuantitativa y aplicada de diseño no experimental de corte transversal.

Los objetivos de la presente investigación son:

**Objetivo General es:**

Realizar una evaluación de las patologías en los pavimentos rígidos de Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz – Región Ancash.

**Objetivos Específicos son:**

- Identificar los diferentes tipos de fallas que se pueden encontrar en el pavimento rígido y clasificar según las patologías.
- Determinar fallas estructurales en el pavimento rígido
- Realizar calicatas para una inspección visual del terreno, toma de muestras y realización de ensayos en el laboratorio.
- Determinar las causas que originan las patologías.

## II. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

• Tipo de investigación: En general el estudio realizado es de tipo descriptivo, aplicativo, no experimental y de corte transversal.

Descriptivo: por que describe la realidad, sin alterarla.

Aplicativo: porque se aplicaron los conocimientos existentes.

Es no experimental: porque se estudió el problema y analizo sin manipular o modificar variables.

Corte transversal: porque los datos han sido tomados en un momento dado, en su periodo exclusivo.

• Diseño de la investigación se describe a continuación en forma detallada:

➤ Se efectuó siguiendo el método PCI (Índice de Condición de Pavimentos), para el desarrollo de la siguiente investigación.

➤ La evaluación fue del tipo visual y personalizada. El procesamiento de la información se hizo de manera manual, no se utilizó software.

➤ La metodología utilizada para el desarrollo adecuado del proyecto, con el fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados es:

❖ Recopilación de antecedentes preliminares: en esta etapa se realizara la búsqueda el ordenamiento, análisis y validación de los datos existentes y de toda la información necesaria que ayuden a cumplir con los objetivos de este proyecto.

❖ Estudio de la aplicación del programa de diagnóstico y seguimiento de pavimentos enfocado al método PCI.

❖ Unidad de muestreo: Para la determinación de las muestras se tomó las vías de Distrito de Taricá Provincia de Huaraz- Ancash.

❖ Observación: Fue de tipo visual y personalizada. Inspeccionando una unidad de muestra para medir en tipo, cantidad de severidad de los daños de acuerdo con el manual de seguridad de daños del PCI, registrándose de manera manual la información en la hoja de inspección.

❖ **Análisis:** Se desarrolló siguiendo el método evaluación normalizada para obtener el PCI, (Cálculo de los valores deducidos y cálculo del “Máximo Valor Deducido”, CDV) utilizando hojas de cálculo (Excel) para el procesamiento de datos.

❖ **Evaluación:** finalmente se realizó el estudio de diagnóstico de toda las patología existente en cada uno de los pavimentos rígidos de las vías de Distrito de Taricá siguiendo el método ASTM D 5340, calculando el PCI restando de 100 de máximo CDV y ubicándolo en el rango de calificación del PCI, para finalmente determinar el PCI y su rango calificación promedio.

Este diseño se grafica de la siguiente manera:

Tabla N° 04: Población y Muestra

<b>M</b> -----	<b>O</b> -----	<b>A</b> -----	<b>E</b> -----
	M = Muestra		
	O = Observación		
	A = Análisis		
	E = Evaluación		

Fuente: Loja. Evaluación superficial de calles de Loja, 2009

**Población:** Para la presente Investigación la población son las vías pavimentadas del Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash.

**Muestra:** Para la evaluación visual se utilizó todo el pavimento rígido. Para las calicatas se toma 3 muestras según las normas técnicas.

**Técnicas e instrumentos de investigación:** Se utilizó la técnica de la observación y toma de datos a través de formulario como instrumento de recolección de datos en la muestra según el muestreo establecido.

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

Los equipos técnicos que se utilizó para la investigación son los siguientes:

- Odómetro para medir las longitudes y las áreas de los daños.
- Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los Ahuellamientos o depresiones.
- Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.
- Cámara fotográfica Digital.
- GPS
- Estación total

✚ Recolección: Para la recolección de la información se realizó visitas permanentes a Distrito de Taricá, con los equipos e instrumentos necesarios tales como: cinta métrica, regla, tiza, cámara fotográfica, manual de daños de PCI de la norma ASTM D 5340.

Descripción de daños en pavimento rígido observada en Distrito de Taricá.

✚ Grietas Transversales y Diagonales



Figura N° 22: Medición grieta transversal y diagonal 13- 9mm (Jr. Amancaes) - 25 años de vida útil – suelo: arena y grava.

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Fracturamiento o grietas de la losa que ocurre predominantemente perpendicular al eje de la calzada, o en forma oblicua a esta, dividiendo la misma en dos planos.

Niveles de Severidad: Se define tres niveles de severidad (bajo, mediano, alto) de acuerdo a las características de las fisuras, según la siguiente guía.

L (Bajo) existen algunas de las condiciones siguientes.

❖ Fisuras finas, no activas, de ancho promedio menor de 3mm, sin saltaduras y escalonamientos imperceptibles.

❖ Fisuras selladas de cualquier ancho, con sello en condición satisfactoria; no hay signos visibles de despostillamiento y/o dislocamiento menor de 10mm.

M (Mediano) Existen algunas de las condiciones siguientes.

❖ Fisuras activas, de ancho promedio entre 3 y 9 mm con despostillamiento y/o dislocamiento menor de 9mm y saltaduras de ancho menor de 40mm.

❖ Fisuras selladas de cualquier ancho, con material de sello en condición insatisfactoria y/o despostillamiento o dislocamiento menor de 9 mm.

H (Alto) Existe algunas de las condiciones siguientes.

❖ Fisuras activas de ancho promedio mayor de 9mm y fisuras selladas, con despostillamiento severos y/o dislocamiento mayor de 9mm; y saltaduras de ancho mayor a 40mm o escalonamiento mayor a 6mm.

Medición: Una vez identificada la severidad de la fisura, esta puede medirse:

❖ Registrándola por losa, totalizando el número de las losas afectadas por fisuras transversales y/o longitudinales.

❖ Determinar el número y la longitud de grietas para cada nivel de severidad.

❖ Si existen dos fisuras en una misma losa, se adopta el nivel severidad de fisura predominante.

❖ Determinar la longitud total de grietas agrupadas por nivel de severidad, que tengan el sello en buenas condiciones.

## ✚ Grieta Longitudinal



Figura N°: 23 Medición grieta longitudinal 5 - 10mm (Av. Central) - 35 años de vida útil –  
suelo: arena grava  
Fuente: Elaboración propia

Descripción: Fracturamiento o grietas de la losa que ocurre predominante paralela al eje de la calzada, o que se extiende desde una junta transversal hasta el borde de la losa, dividiendo la misma en dos planos.

Niveles de Severidad: Se define tres niveles de severidad (bajo, mediano, alto) de acuerdo al ancho de la fisura, condición y estado de los bordes, según la siguiente guía.

L (Bajo) existen algunas de las condiciones siguientes.

- ❖ Fisuras finas, no activas, de ancho promedio menor de 3mm, sin saltaduras y escalonamientos imperceptibles.
- ❖ Fisuras selladas de cualquier ancho, con sello en condición satisfactoria; no hay signos visibles de despostillamiento y/o dislocamiento menor de 10mm.

M (Mediano) Existen algunas de las condiciones siguientes.

- ❖ Fisuras activas, de ancho promedio entre 3 y 10 mm con despostillamiento y/o dislocamiento menor de 10mm y saltaduras de ancho menor de 50mm o escalonamiento menor a 15 mm.
- ❖ Fisuras de 10 mm de ancho acompañados de despostillamiento y dislocamiento de hasta 10mm

H (Alto) Existe algunas de las condiciones siguientes.

- ❖ Fisuras de ancho mayor de 10mm, saltaduras de ancho mayor a 50mm o escalonamiento mayor a 15mm.
- ❖ Fisuras selladas o no, de cualquier ancho, con despostellamientos severos y/o dislocamiento mayor de 10 mm.

Medición: Una vez identificada la severidad de la fisura, esta puede medirse:

- ❖ Determinar la longitud y número de grietas para cada nivel de severidad.
- ❖ En metros lineales, totalizando metros lineales en la sección o muestra.
- ❖ En términos de número de las losas afectadas, totalizando el número de estas que evidencien fisuras longitudinales.
- ❖ Si existe dos fisuras en una misma losa, se adopta el nivel de severidad de la fisura predominante.
- ❖ Determinar separadamente también la longitud de grietas longitudinales selladas, clasificándolas según nivel de severidad.

#### ✚ Grieta de Esquina



Figura N°24: Medición grieta de esquina > 15mm (Jr. Av. Central intersección de Víctor Véllez) > 35años de vida útil – suelo: arena y grava

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Es una fisura o grieta que interseca la junta o borde que delimita la losa a una distancia menor de 1.30 m a cada lado medida desde la esquina. Origina un trozo de la losa de forma triangular al interceptar las juntas transversales y longitudinales, formando un ángulo de 50 ° con dirección al tránsito. Las fisuras de esquina se extienden verticalmente a través de todo el espesor de la losa.

Niveles de Severidad: Se define tres niveles de severidad (bajo, mediano, alto) considerando la severidad misma de la fisura que la origina, como el estado del pavimento comprendido por la misma y los bordes de la losa, de acuerdo con la siguiente guía.

L (Bajo) Longitud con saltaduras menores al 10% de su longitud el fracturamiento es definido por una fisura de severidad baja y el área entre esta y las juntas no se encuentra fisurado o bien hay alguna pequeña fisura. Escalonamiento imperceptible y el trozo de esquina está completo.

M (Mediano) Saltaduras de severidad baja en más de 10% de longitud, el fracturamiento es definido por una fisura de severidad moderada y el área entre esta y las juntas se encuentran medianamente fisurada. Saltadura de la grieta o junta menor a 15mm. Y el trozo de la esquina está completo.

H (Alto) Saltaduras de severidad media o alta en más de 10% de longitud, el fracturamiento es definido por una fisura de severidad alta y el área entre esta y las juntas se encuentran muy fisurada o presenta hundimiento. Saltadura de la grieta o junta es mayor o igual a 15mm o el trozo de la esquina está quebrado en dos o más pedazos.

Medición: Las fisuras de esquina son medidas contando el número total que existe en una sección o muestra, generalmente en término de número de losas afectadas por una o más fisuras de esquina. Se contabiliza como una losa cuando ésta

- ❖ Establecer el número de grieta de esquina para cada nivel de severidad.
- ❖ Clasificar con el más alto nivel de severidad presente en al menos el 10% de la longitud.

- ❖ Contiene una única fisura de esquina.
- ❖ Contiene más de una fisura del mismo nivel de severidad.
- ❖ Contiene dos o más fisuras de diferentes niveles de severidad. En este caso se registra el nivel de severidad correspondiente a la más desfavorable.

También puede medirse en metros lineales, totalizando metros lineales en la sección o muestra evaluada.

#### ✚ Losas Divididas



Figura N° 25: Medición grieta de losas divididas > 10 paños divididos (Jr. Las Palmas) > 20 años de vida útil – suelo: arena arcillosa

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Fracturamiento o grietas de la losa de concreto conformado un mapa de fisuras, combinando fisuras longitudinales, transversales y/o diagonales, subdividiendo la losa en cuatro o más planos.

Niveles de Severidad: Se define tres niveles de severidad (bajo, mediano, alto) en base a la severidad de la fisura que detienen la malla y el número de paños en que dividida la losa, a la de acuerdo siguiente tabla.

Niveles de severidad de losas, subdivididas.

Tabla N° 05: Niveles de severidad

	Nivel de severidad	N° de paños en que se divide la losa
<b>L</b>	BAJO	4 ó 5
<b>M</b>	MEDIANO	De 6 a 8
<b>H</b>	ALTO	Más de 8

Fuente: Loja. Evaluación superficial de calles de Loja, 2009

Medición: Se miden contando la cantidad total que existe en una sección muestra, en términos del número de losas afectadas según su severidad. Si se registró como de severidad mediana a alta, no se cuenta otros daños que pudieran evidenciar la losa. El registro se lleva separadamente para cada nivel de severidad.

#### ✚ Fisuras en Bloque



Figura N° 26: Medición de fisuras en bloque > 10 paños divididos (Jr. Amancaes intersección de Jr. Las Palmas) > 25 años de vida útil – suelo: arena arcillosa

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Fracturamiento o grietas que subdividen generalmente una porción de la losa en planos o bloques pequeños de área inferior a 1 metro cuadrado.

Niveles de Severidad: Se establecen tres niveles de severidad (bajo, mediano, alto) en base a la severidad de las fisuras que detienen la malla de acuerdo con la siguiente guía.

L (Bajo) Bloques definidos por fisuras de severidad baja; los planos relativamente amplios y se mantiene ligados.

M (Mediano) Bloques definidos por fisuras de severidad moderada; los planos son más pequeños evidenciándose un moderado despostillamientos de los bordes de las fisuras.

H (Alto) Bloques definidos por fisuras de severidad alta; evidenciándose un severo despostillamiento de los bordes de las fisuras, con tendencia a formar bache.

Medición: Una vez identificada la severidad de falla, esta puede ser medida:

➤ En metros cuadrados, totalizando en metros cuadrados en la sección o muestra.

En términos de la calidad de losas afectadas, totalizando el número en la sección o muestra; de existir en una misma losa dos manifestaciones se adoptan el nivel de severidad de la fisura predominante.

#### ✚ Pulimento de Agregados

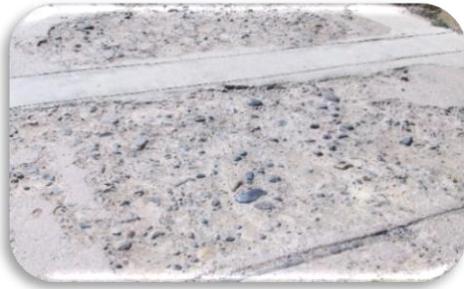


Figura N° 27: Medición de pulimento de agregados > 10 paños divididos (Jr. Amancaes intersección con Víctor Vález) > 25 años de vida útil – suelo: arena arcillosa  
Fuente: Elaboración propia

Descripción: Superficie de rodamiento excesivamente lisa por efecto de pulimento de los agregados que la componen. Es la carencia o pérdida de la textura superficial necesaria para que exista una fricción adecuada entre pavimentos y neumáticos.

Niveles de Severidad: No se definen niveles de severidad. Debe graduarse en función de la reducción que experimente la resistencia al desplazamiento (coeficiente de fricción); el grado de pulimento de la superficie debe ser significativo para ser informado.

Medición: Debe ser necesario puede medirse en metros cuadrados de superficie afectada.

#### ✚ Parchados



Figura N° 28: Medición de parchados > 10 paños divididos (Jr. Amancaes) > 25 años de vida útil – suelo: arena arcillosa  
Fuente: Elaboración propia

Descripción: Un parche es un área superior a 0.1 m<sup>2</sup> donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado, por un material que puede ser hormigón o asfalto, para reparar el pavimento existente, también un parchado por reparación de servicios públicos es un parche que se ha ejecutado para permitir la instalación o mantenimiento de algún tipo de servicio público subterráneo.

Niveles de Severidad: Se definen tres niveles de severidad (bajo, mediano, alto) de acuerdo con la siguiente guía.

L (Bajo) El parche se comporta satisfactoriamente, con muy poco deterioro y con una percepción al movimiento vehicular leve.

M (Mediano) El parche se encuentra moderadamente deteriorado: se evidencia un moderado deterioro o descascaramiento alrededor de sus bordes y/o existe un pequeño desnivel con el pavimento continuo; si se presentan daños en su interior, estos afectan su superficie y se tiene una percepción al movimiento vehicular moderado.

H (Alto) El parche está severamente dañado. La extensión o importancia de estos daños indican una condición de falla, siendo el reemplazo de parche necesario, asentamiento del perímetro es mayor de 5mm.

Medición: Se miden contando separadamente según su nivel de severidad, el número de losas afectadas en una determinada sección o muestra, de acuerdo a las siguientes premisas.

- Una losa tiene una o más parches con el mismo nivel de severidad, se cuenta como una losa conteniendo esa falla.
- Si una losa tiene parches con más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa tiene parches con más de un nivel de severidad, se cuentan una losa con el mayor nivel de severidad observado.

➤ Indicar por separado los parches de asfalto y los de hormigón.

#### ✚ Descascaramiento de Junta



Figura N°: 29 Medición descascaramiento de junta > 10 (Av. central) > 30 años de vida útil – suelo: arena arcillosa

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Es la rotura de los bordes de la losa es los 0.6m de la junta, generalmente no se extiende verticalmente a través de la losa si no que intercepta la junta en ángulo. Se origina por:

- Esfuerzos excesivos en la junta causados por las cargas de tránsito o por la infiltración de materiales incompresibles.
- Concreto débil en la junta por exceso de manipulación.

Tabla N° 06: Niveles de severidad de Descascaramiento de junta

Fragmentos de Descascaramiento	Ancho de descascaramiento	longitud del descascaramiento	
		< 0.6m	>0.6m
<b>Duros.</b> No puede removerse fácilmente(pueden faltar algunos pocos fragmentos)	< 102mm	L	L
	>102mm	L	L
<b>Sueltos.</b> Pueden removerse y algunos fragmentos pueden faltar. Si la mayoría o todo los fragmentos faltan, el descascaramiento es superficial, menos de 25.0mm	< 102mm	L	M
	>102mm	L	M
<b>Desaparecidos.</b> La mayoría, o todo los fragmentos han sido removidos.	< 102mm	L	M
	>102mm	M	H

Fuente: Loja. Evaluación superficial de calles de Loja, 2009

✚ Proceso: que se realizó en el campo fue de manera visual, para el cual se inspeccionó muestras al cual se midieron el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el manual de daños de PCI, registrándose en la hoja de inspección.

Tipos de Deterioros Observados en la Vía

Es pertinente aclarar, que para el diagnóstico de las patologías observadas. Se tomó en cuenta las siguientes consideraciones:

La severidad se clasificó en: Alta, Mediana, Baja y No aplica.

✚ Análisis: se desarrolló siguiendo el método de evaluación normalizado para obtener el PCI, (Cálculo de los valores Deducidos, Densidad y Severidad), utilizando hojas de cálculo (Excel) para el procesamiento de datos.

La evaluación finalmente se realizó del estudio de diagnóstico de todas las patologías existente en los pavimentos rígidos de las vías de distrito de Taricá, siguiendo el método ASTM D 5340, calculándose el PCI restando de 100 el máximo CDV (Valor Deducido Corregido) y ubicándolo en el rango de calificación del PCI, para finalmente determinar el PCI y su rango calificación promedio.

### III. RESULTADOS

Identificación de Fallas y Cálculo de PCI para cada una de las vías de pavimento rígido de distrito de Taricá, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.

➤ En la Avenida Central se aprecia los tipos de fallas.

Tabla N° 07: Tipos de fallas en Av. Central

#### AV. Central

Tipos de Falla	Porcentaje
Grieta Lineal	40.57%
Losa Dividida	20.57%
Grieta de Esquina	13.71%
Pulimiento de Agregados	9.43%
Parqueo Grande	8.57%
Descascaramiento de Juntas	7.14%

Fuente: Elaboración Propia

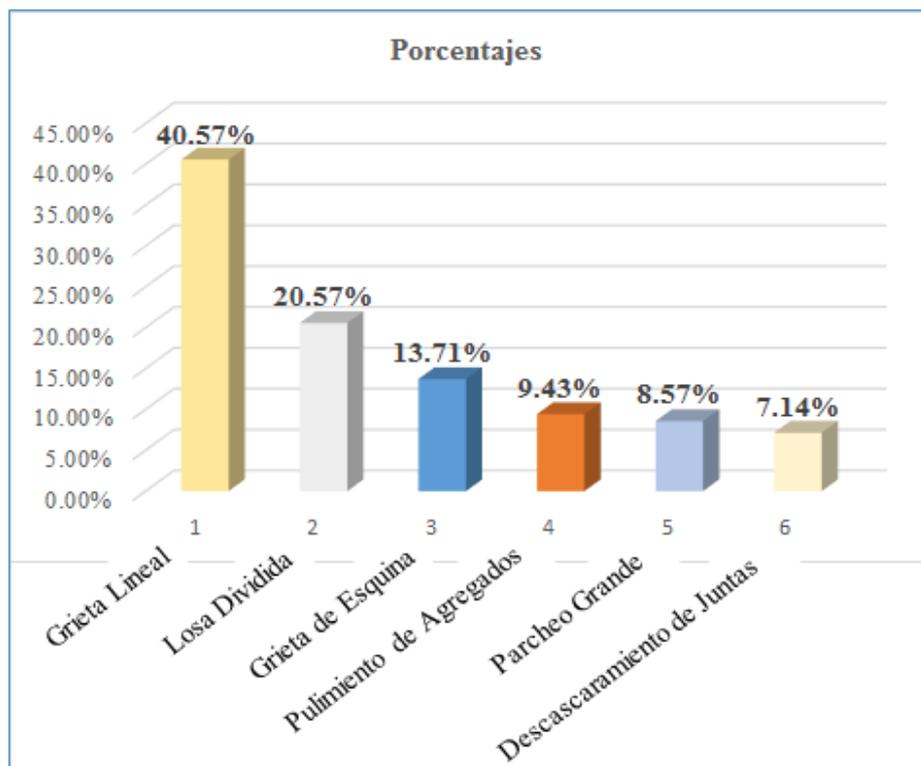


Figura N° 30: Porcentajes de Fallas en Av. Central

Fuente: Elaboración Propia

Descripción: En la vía de Av. Central se analizaron 350 tramos (entre junta y junta de separación), tiene un ancho 8ml de sección transversal y longitud de 620ml, es de doble vía, una antigüedad de construcción 35 años en efecto encontrando la falla más elevada es **grieta lineal** tiene **40.57%** por que la severidad es muy alto, los valores reducidos se encuentran en la ficha de recolección de los datos dando un **PCI= 22** que corresponde a un pavimento **MUY MALO**. (Ver anexo)

➤ En Jirón Amancaes se aprecia los tipos de fallas.

Tabla N° 08: Tipos de fallas en Jr. Amancaes

**Jr. Amancaes**

<b>Tipos de Fallas</b>	<b>Porcentaje</b>
Fisura en Bloque	33.59%
Losa dividida	20.31%
Grieta Lineal	16.41%
Pulimiento de agregados	15.63%
Descascaramiento de Juntas	14.06%

Fuente: Elaboración Propia

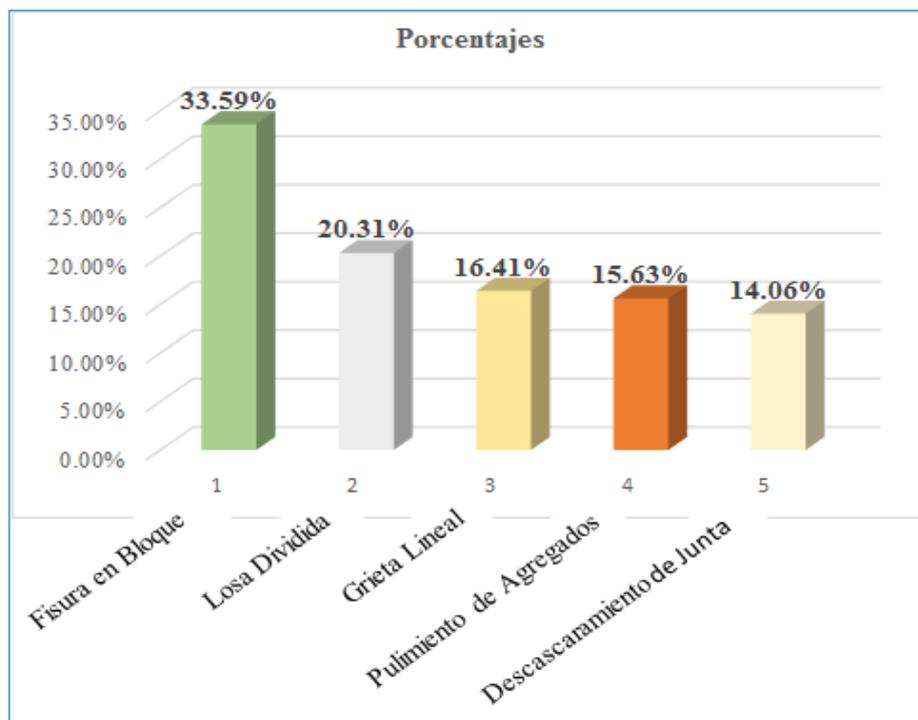


Figura N° 31: Porcentajes de Fallas en Jr. Amancaes

Fuente: Elaboración Propia

Descripción: En la vía de Jr. Amancaes se analizaron 128 tramos (entre junta y junta de separación), tiene un ancho 7.00 ml de sección transversal y longitud de 360ml, es de doble vía, una antigüedad de construcción 30 años en efecto encontrando la falla más elevada es **fisura en bloque** tiene **33.59%** los valores reducidos se encuentran en la ficha de recolección de los datos y con un **PCI = 32** que clasifica a un pavimento **MALO**. (Ver anexo)

- En Jirón Las Palmas se aprecia los tipos de fallas.

Tabla N° 09: Tipos de fallas en Jr. Las Palmas

<b>Jr. Las Palmas</b>	
<b>Tipos de Fallas</b>	<b>Porcentaje</b>
Parcheo Pequeño	8.57%
Grieta Lineal	7.14%
Pulimiento de Agregados	5.71%
Grieta Esquina	3.43%
Descascaramiento de Junta	1.43%

Fuente: Elaboración Propia

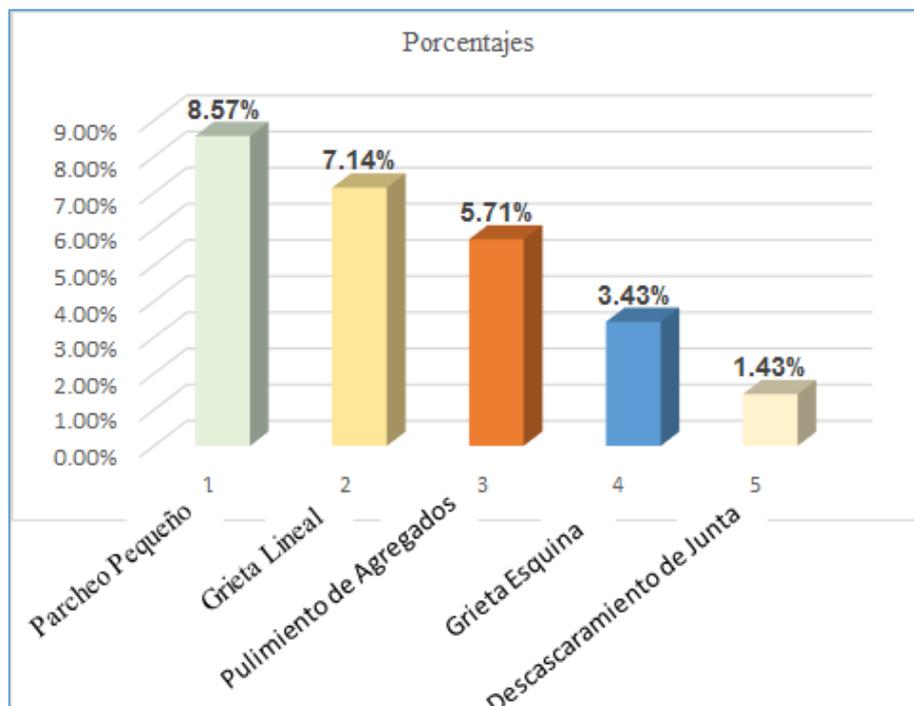


Figura N° 32: Porcentajes de Fallas en Jr. Las Palmas

Fuente: Elaboración Propia

Descripción: En la vía de Jr. Las Palmas se analizaron 120 tramos (entre juntas y juntas de separación) tiene un ancho 6.80 ml de sección transversal y longitud de 280ml, es de doble vía, una antigüedad de construcción 25 años en efecto encontrando la falla más elevada es **parqueo pequeño** tiene **8.57%** los valores reducidos se encuentran en la ficha de recolección de los datos y con un **PCI= 58** que clasifica a un pavimento **BUENO** (Ver anexo)

➤ En Jirón Víctor Vélez se aprecia los tipos de fallas.

Tabla N° 10: Tipos de fallas en Jr. Víctor Vélez

**Jr. Victor Velez**

<b>Tipos de Fallas</b>	<b>Porcentaje</b>
Grieta Lineal	7.14%
Parqueo Pequeño	4.29%
Descascaramiento de Junta	3.43%
Losa Dividida	2.86%
Pulimiento de Agregados	2.29%

Fuente: Elaboración Propia

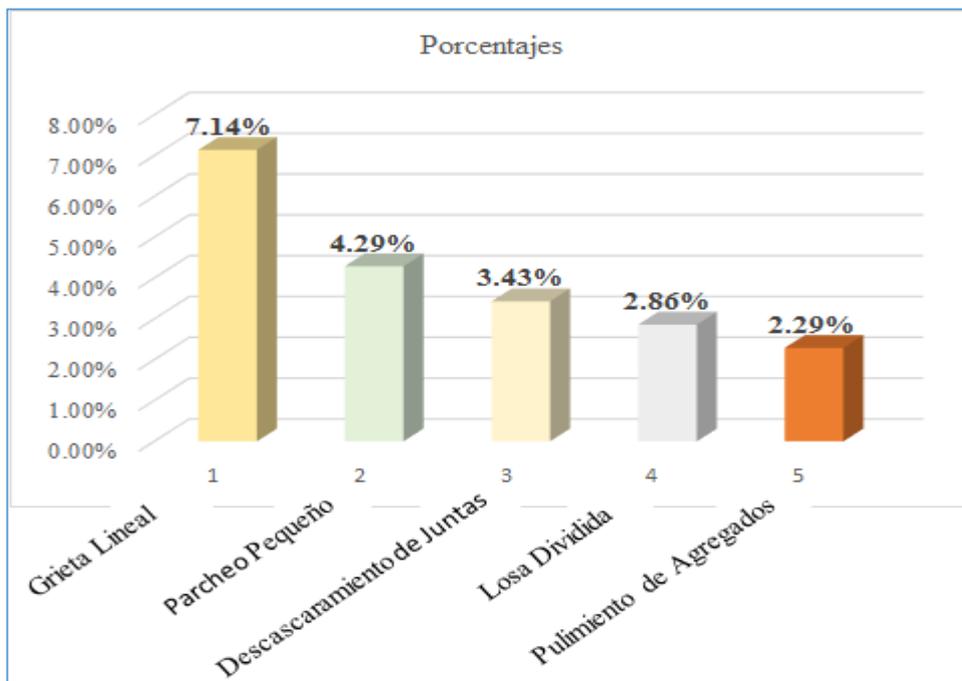


Figura N° 33: Porcentajes de Fallas en Jr. Víctor Vélez

Fuente: Elaboración Propia

Descripción: En la vía de Jr. Víctor Vélez se realizaron 50 tramos (entre juntas y juntas de separación) tiene un ancho 7.00 ml de sección transversal y longitud de 80 ml, es de doble vía, una antigüedad de construcción 8 años en efecto encontrando los valores reducidos se encuentran en la ficha de recolección de los datos la falla más elevada es **grieta lineal** tiene **7.14%** por y dando un **PCI = 72** clasificándolo como un pavimento **MUY BUENO**. (Ver anexo)

PCI, Estado de las Vías del Distrito de Taricá - Provincia de Huaraz -Ancash

Tabla N° 11: Resumen de PCI de Toda las Vías Estudiadas

Distrito	Vía	Numero de Losas	PCI	Estado
Taricá	Av. Central	350	22	Muy Malo
	Jr. Amancaes	128	32	Malo
	Jr. Las Palmas	120	58	Bueno
	Jr. Víctor Vélez	50	72	Muy Bueno

Fuente: Elaboración Propia

- Ensayo de Diamantina del Pavimento Rígido en la Av. Central y Jr. Amancaes para poder evaluar la parte estructural de pavimento rígido.

Tabla N°12: Ensayo de Diamantina Elaboración de ensayo en laboratorio de USP – Chimbote.

N°	Testigo Elemento	Peso gr	Longitud cm	Diametro cm	Densidad gr/cm <sup>3</sup>	Area cm <sup>2</sup>	Carga Maxima kg	FC kg/cm <sup>2</sup>	Observacion
1.00	LOSA DE CONCRETO VÍA EN (AV. CENTRAL)	1921	10.1	10.16	2.346	81.07	26874	331.48	tam. Max. Piedra 3/4"
2.00	LOSA DE CONCRETO EN VÍA(JR. AMANCAES)	1897	10.1	10.16	2.317	81.07	24100	258.62	tam. Max. Piedra 3/4"

Fuente: Propia

Descripción: Se tomarón 2 muestras de diamantina para determinar la resistencia característica de los pavimentos rígidos y se obtuvo en la Av. Central progresiva 0+140 el ensayo N° 01 de Diamantina arrojó una resistencia a la compresión de 331.48 Kg/cm<sup>2</sup>, En la Jr. Amancaes progresiva 0+760 el ensayo N° 02 de Diamantina arrojó una resistencia a la compresión de 258.62 Kg/cm<sup>2</sup> el pavimento fue diseñado con

resistencia de 210 Kg/cm<sup>2</sup> (ver anexo).

- Estudio de Mecánica de Suelos en Distrito de Taricá

**1:** Se realizaron 03 calicatas (C1, C2 y C3 respectivamente) para determinar la calidad del material de afirmado y se obtuvo en la Av. Central ubicado en progresiva 0+420 el ensayo N° 01 de granulometría arrojó una arena limosa con grava SM, y en Jr. Amancaes ubicado en progresiva 0+940 el ensayo N° 02 de Granulometría arrojó una arena limosa con grava SM y en Jr. Las Palmas ubicado en progresiva 1+220 el ensayo N° 03 de Granulometría arrojó una arena limosa con grava SM.

✓ De material obtenido de las calicatas, indicada en el ítem 1, sirvieron para realizar el próctor modificado y se determinó que: En la Av. Central el ensayo N° 01 de próctor modificado arrojó una M.D.S: 2.012 gr/cm<sup>3</sup> y un O.C.H: 7.7 %, En Jr. Amancaes el ensayo N° 02 de próctor modificado arrojó una M.D.S: 1.901 gr/cm<sup>3</sup> y un O.C.H: 8.00 %.

✓ Del material obtenido de las calicatas, indicada en el ítem 1, sirvieron para realizar el Ensayo de CBR y se determinó que: En la Av. Central el ensayo N° 01 de CBR arrojó un porcentaje de 14.4 %, En Jr. Amancaes el ensayo N° 02 de CBR arrojó un porcentaje de 37.10 %.

✓ Del material obtenido de las calicatas, indicada en el ítem 1, sirvieron para realizar el Ensayo de Densidad de Campo y se determinó que: En la Av. Central el ensayo N° 01 de Densidad de Campo arrojó un porcentaje de compactación de 91.18%, En Jr. Amancaes el ensayo N° 02 de Densidad de Campo arrojó un porcentaje de compactación de 97.90 %.

➤ Antigüedad del Pavimento Rígido

Entrevista realizado al alcalde del distrito de Taricá Prof. PELE TINOCO MAYHUAY de los pavimentos rígidos del distrito de Taricá tienen una antigüedad de según el siguiente Tabla N° 13

Tabla N°13: Antigüedad del Pavimento Rígido

N°	Nombre de las Vías	Antigüedad de las Vías
1	Av. Central	35 años
2	Jr. Las Amancaes	30 años
3	Jr. Las Palmas	25 años
4	Jr. Víctor Vélez	8 años

Fuente: Propia

➤ Las Vías Evaluadas del Distrito de Taricá

Av. Central: Se encontraron 6 patologías y el porcentaje mayor obtenido fue las patologías de grietas lineales con 40.57%.

Jr. Amancaes: Se encontraron 5 patologías y el porcentaje mayor obtenido fue las patologías de fisuras en bloque con 33.59%.

Jr. Las Palmas: Se encontraron 6 patologías y el porcentaje mayor obtenido fue las patologías de parcheo pequeños con 8.57%.

Jr. Víctor Vélez: Se encontraron 5 patologías y el porcentaje mayor obtenido fue las patologías de grietas lineales con 7.14%

#### **IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN**

En la presente investigación se logró la evaluación de los pavimentos rígidos del Distrito de Taricá –Provincia de Huaraz conformado por las siguientes vías av. Central, Jr. Amancaes, Jr. Las Palmas, Jr. Víctor Vélez.

##### **Análisis:**

Se encontraron diferentes tipos de patologías en las vías del Distrito de Taricá podemos definir que en su mayoría de los pavimentos rígidos tienen grietas lineales, descascaramiento de juntas, pulimiento de agregados y las losas divididas todas con un nivel de severidad alto Este tipo de deterioro del pavimento, se localizaron todas las unidades de muestreo de las estructuras y también interviene por temperatura (lluvia, calor y helada) acumulación de materiales en las juntas de la dilatación, por incorrecta proceso de construcción, mala calidad de agregados, mal diseño de mezcla, falta de mantenimiento, falta de curada óptimo.

- Se realizaron agrupando y promediando los resultados de las muestras U1-U2-U3-U4 se representa un PCI promedio de 46, lo que corresponde a un pavimento **REGULAR**.

- El menor valor del PCI lo tiene Av. Central con un valor de 22 y de condición **MUY MALO**. El mayor valor del PCI lo tiene la muestra Jr. Víctor Velez con un valor de 72, de condición **MUY BUENO**.

- La N.T.P. C.E.010, indica que para pavimentos rígidos la resistencia a la compresión es **175.00 Kg/cm<sup>2</sup>** como mínimo. Las resistencias a la compresión obtenidas en los 2 Ensayos de Diamantina en los pavimentos rígidos existentes de las vías evaluadas del distrito de Taricá es de **295.05 Kg/cm<sup>2</sup>** como promedio.

- La N.T.P. C.E.010, indica que para la base de los pavimentos rígidos la granulometría debe ser un material bien graduado SW. La granulometría obtenida en la base existente de la zona evaluada es un material arena de limo con grava SM.

- La N.T.P. C.E 0.10, indica que en la base para los pavimentos rígidos el CBR es 30 % como mínimo. El CBR obtenido en la base existente de la zona evaluada es de 25.75 % como promedio.
- La norma técnica peruana (NTP) C.E.010, indica que en la subrasante para los pavimentos rígidos la densidad de campo es 95% como mínimo. Las densidades obtenidas en la subrasante de la zona evaluada es de 94.54% como promedio.
- Como podemos analizar actualmente la problemática de nuestra localidad es el bajo rendimiento de las construcciones de pavimentos rígidos, debido a que tratan de economizar en materiales en todas las obras civiles.
- Concluyendo la evaluación en el distrito de Taricá provincia de Huaraz- Ancash se investigó diferentes tipos de fallas en los pavimentos rígidos con mayor existencia de las patologías presentados en las hojas de cálculos de diferentes vías analizadas.

#### **Discusión:**

- EL 30% del total de unidades de muestras evaluadas presentan un estado de pavimento **MALO**, el 35% presenta un estado **MUY MALO**, el 20% presenta un estado **REGULAR** y el 15% representa un estado **MUY BUENO**.
- Finalmente, tomando todas las unidades de muestra, se calcula el PCI ponderado de las vías de los pavimentos rígidos del distrito de Taricá con un resultado igual a 46, es decir, que el estado real de pavimentos del distrito de Taricá analizada es **REGULAR**.
- De todas las muestras analizadas y observadas en campo se podría decir que a las unidades de muestra que están en un estado **REGULAR** ya no se les puede dar un mantenimiento apropiado, por otra parte a las unidades de muestra que están en estado **MUY MALO** la única alternativa de solución es la demolición total de las mismas.

- La resistencia a la compresión obtenida en el ensayo de diamantina como promedio supera en un 68.60% la resistencia a la compresión respecto a lo establecido por la Norma Técnica Peruana.
- El ensayo de granulometría obtenido en la base de la zona evaluada en comparación a lo que exige la norma (N.T.P) es deficiente debido a que es un material mal graduado (uniforme), y contiene mucho agregado fino, lo que influye para que el compactado no pueda llegar al grado de compactación óptimo que indica la norma (N.T.P.)
- El grado de compactación 94.54% obtenido en la capa subrasante, 0.46% por debajo de lo que establece la norma (N.T.P) 95% como mínimo, indicando que la compactación no fue la correcta, esto origina problemas de pulimiento de agregado, losa dividida, en el distrito de Taricá.
- El material encontrado en la base está compuesto por arena limosa con Grava **SM**. En el ensayo de CBR se obtuvo un valor promedio 25.75%, 4.25% por debajo del valor que establece la norma (N.T.P.) 30% como mínimo, definiendo que la resistencia al corte es débil, por lo tanto la capacidad de soporte no es eficiente y esto lo convierte en un suelo de mala calidad.

Tabla N° 14: Comparación de resultados de Laboratorio con la Norma (N.T.P).

Elementos	resultados ensayados	resultados de la norma c.e. 0.10	diferencia (RE-RNmin)%
Sub-rasante (Compactación)	94.54%	Grado de Compactación ≥ 95 %	0.46%
Base (cbr)	25.75%	≥ 30 %	4.25%
Resistencia f'c	295.05 Kg/cm <sup>2</sup>	F'c ≥ 175 kg/m <sup>2</sup>	68.60%

Fuente: Elaboración propia

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

✓ Las fallas identificadas en las muestras evaluadas corresponden a **pulimiento de agregado (pulido), losa dividida (grietas)**, Fisuras en bloques, parcheo pequeño el cual representa un promedio de PCI de 46, considerándolo como **REGULAR** y las otras fallas es ocasionado por intensidad de precipitaciones fluviales y mayor transitabilidad vehicular.

✓ Las fallas determinadas en las muestras ensayadas corresponden a arena limosa con graba **SM**, la resistencia al corte es débil, el grado de compactación no fue la correcta (mal compactado), el cual demuestra que no cumplieron las normas establecidas en el proceso constructivo para los pavimentos rígidos.

✓ En el ensayo de resistencia a la compresión de testigos con perforadora diamantina tiene una resistencia promedio de  $F'c = 295.05 \text{ kg/cm}^2$ . Probablemente esta resistencia obedezca a su incremento a través del tiempo y la resistencia de diseño es  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

✓ Respecto a la Base del pavimento en el ensayo realizado por el C.B.R nos arrojó un promedio de 25.75%, con 4.25% para cumplir con el mínimo absoluto en la norma de pavimentos ( $\geq 30\%$  mínimo) y la sub rasante cuenta con un porcentaje de densidad promedio de 94.54%, con un 0.46% para cumplir con el mínimo recomendado en la norma de pavimentos (95% mínimo).

## **RECOMENDACIONES**

- ✓ Realizar la demolición de los pavimentos existentes de la Av. Central por el diseño inapropiado y situación actual mal estado del distrito de Taricá – provincia de Huaraz.
  
- ✓ Elaborar un expediente técnico adecuado por la entidad a fin de mejorar las vías pavimentadas del distrito de Taricá y presupuestar el monto de la obra conciso a beneficio del pueblo y el diseño de mezcla elaborar según la norma CE.010 de pavimentos urbanos.
  
- ✓ Reparar las juntas de longitudinales y transversales para evitar filtración de aguas y materiales incomprensibles también posibles descascamientos de pavimento en algunas vías que se encuentra en mal estado de juntas.
  
- ✓ realizar el diseño estructural apropiado teniendo en cuenta las fuerzas actuantes, el pendiente, instalaciones de saneamientos y hacer estudio de suelo necesario.

## **VI. AGRADECIMIENTOS**

**A Dios**, quien me dio la oportunidad de dar un paso más adelante para alcanzar el éxito.

**A la facultad de ingeniería Civil** y a todo los catedráticos de la Universidad San Pedro por permitir culminar nuestros estudios y formarnos profesionalmente.

**A Toda mi familia** quienes me apoyaron durante todo el tiempo con todas las fuerzas de su corazón y espíritu.

**Autor:**

**Salas Castillo Juan**

## **Dedicatoria**

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño a ti Dios que me diste la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa, por permitir que la sabiduría dirija y guíe mis pasos, por darme la fortaleza para continuar superando los obstáculos que se presentan en mi vida.

De igual forma, gracias por todo papá porque sé que siempre estas acompañándome en todo momento que desde el cielo me ilumina y cuida siempre, a mis hermanos y gracias mamá por darme apoyo y comprensión incondicional en cada etapa de mi vida, a mis hermanos quienes confiaron siempre en las decisiones que he tomado en la vida como es, ser un profesional.

Pero sobre todo va dedicada al ser que más amo, mi hija, porque gracias a ella, la vida me enseñó que si se pueden cumplir las metas.

Con todo mi amor y cariño te dedico esta tesis Andrea Allison, eres sin duda mi referencia para el presente y para el futuro. Te amo...

**Autor:**

**Salas Castillo Juan**

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Apuntes de materia de Construcción de Carreteras. Universidad de Buenos Aires.
- Bureau CH. (1996) Portland Cement Association. Thickness Design for Concrete Pavements, Subgrades, Subbase and Shoulder for Concrete Pavements. PCA. Concrete information Paving III.
- Consejo de Directores de Carreteras de Ibéria e Iberoamérica, Catálogo de Deterioro de Pavimentos Rígidos.
- Estudios definitivos de Ingeniería para la Evaluación de Pavimentos Económicos de Carreteras de bajo Trafico de la Red Vial Nacional – Proyecto Piloto CARRETERA Patahuasi – Yauri – Sicuani. tramo: Yauri – San Genaro I = 11.36 km.
- Highway R. B. (1992) Pavement Rehabilitation. Materials and Techniques. NCHRP. Synthesis 9.
- Norma ASTM D 5340 Método de evaluación normalizado para la obtención del Índice de Condición de Pavimentos en aeropuertos (PCI).
- Pavimentos urbanos de Hormigón de Cemento Portland. Instituto del Cemento Portland Argentino.
- Rada, G.R. (1990) Structural Design of Concrete Block Pavements. ASCE Journal of Transportation, Vol. 116, No 5.
- Rico, A. H. (1987) La Ingeniería del Suelo en las Vías Terrestres. Volumen I y II. México. Editorial Limusa S.A.
- Shahin, M. Y. (1994) Pavement Management for Airports, Roads and Parking Lots. Chapman & Hall. New York. USA.

- Standard Classification of Soils for Engineering Purposes, ASTM D2487-00. American Society for Testing and materials, Philadelphia, PA.
- Timana J. (2007), Tecnología de Pavimentos.
- VÁSQUEZ I.R. (2002) Automatización del Cálculo del Índice de Condición del Pavimento – PCI. Especialista en Vías y Transporte. Consultor. Docente Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales.
- Vásquez L.R. (2002) Pavement Condition Index (PCI) para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras.
- Vásquez T. L. (2000). Notas del curso de Pavimentos Avanzados de la Especialización en Vías y Transporte de la Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales. Manizales. Colombia.
- Vivar R. G. (1991) Diseño y Construcción de Pavimentos. Tomo 6, Colección Ingeniería Civil. CDL del CIP.
- Washington, D.C. (1993) Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing, Part II – Tests, American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Washington, D.C (1993) AASHTO Guide for Design of Pavement Structures American Association of State Highway and Transportation Officials.

## ANEXOS Y APÉNDICE

### Cálculos de PCI

✚ Avenida Central

❖ Hoja de inspección

HOJA DE INSPECCION DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA																
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO																
ZONA:		NÚMERO DE LOSAS														
AV. CENTRAL		350														
AREA:		NÚMERO DE LOSAS														
1750 m2		350														
EVALUADOR:		Nº		DAÑO												
SALAS CASTILLO JUAN		23		GRIETA LINEAL (transversal, diagonal y longitudinal)												
		31		GRIETA DE ESQUINA												
		29		LOSA DIVIDIDA												
		22		PULIMIENTO DE AGREGADOS												
		39		DESCASCARAMIENTO DE JUNTA												
		28		PARCHEO GRANDE (Servicios Utilitarios)												
		L: Low		SEVERIDAD DE FALLA				M: Medium								
		BAJO		Medio				H: High								
				Alto												
TIPOS DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS	% DENSIDAD	VALOR DE REDUCCIÓN	ESQUEMA											
23	H	142	40.57%	69	1	23L	31M		39M		39M	31L	28M	39M	22H	
						22L	39M	28M		23H	22L		29M		28M	
31	M	48	13.71%	3	2	28M	23H	29M		22L		31M		31M	23M	
						31M	22L		28M		31M		22L	22L	28M	
29	M	72	20.57%	14	3	22M	29M		29M	29M	28M	22M	28L,23H	29M	28H	
						39M		22L	31H		28L	39L	22H	28L	28M	
22	L	33	9.43%	8	4	22H	39M	31L	29M	22L	23H		29L	29L	23H	
						31L	31M	23M	23L	23M	31L		22H	23H	28M	
39	M	25	7.14%	3	5	28M	29L	31H	22L	23M	29L	28M	23M	29H	31M	
						29L		23M	31H	39M	22M	22H		28M	29H	
28	M	30	8.57%	7	6	28M	22H	29L	22H	29M	22H	23M	22L,23M	23H	22L	
						23M	23M	29M	22M	31H	23M	22L	22M	29L	22M	
						22H	39M	31L	29M	22L	23H		29L	29L	23H	
						22M	29M		29M	29M	28M	22M	28L,22H	29M	28H	
						22M	29M		29M	29M	28M	22M	28L,23H	29M	28H	
						28M	23H	29M		22L		31M		31M	23M	
						22H	39M	31L	29M	22L	23H		29L	29L	23H	
						28M	22H	29L	22H	29M	22H	23M	22L,23M	23H	22L	
						28L			31L	22H			29M	29M		
							39L		23M		22L	28H	22H		29L	

Fuente: Elaboración Propia

❖ Valor de Reducción Corregido VRC y PCI

AV. CENTRAL

DETERMINACION NÚMERO MÁXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

$$m = 1.00 + (9/95) * (100 - VAR)$$

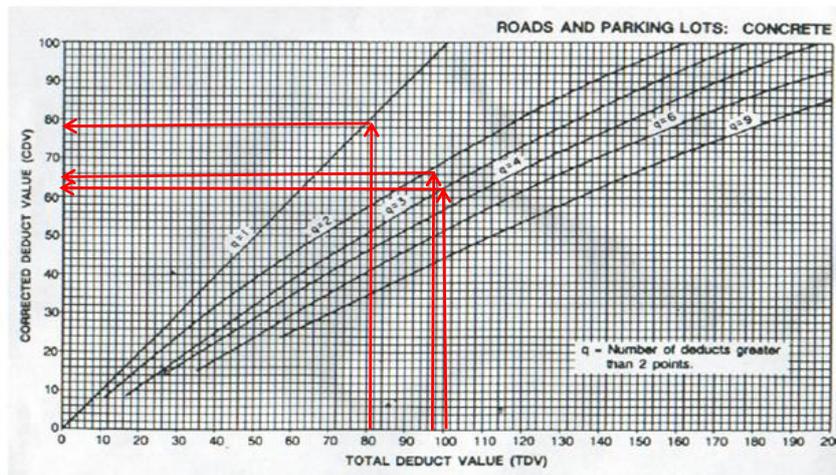
m = 3.94

Donde:

m = Número Permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor individual mas alto VR 69

#	VALOR DE REDUCCIÓN					TOTAL	q	VRC
1	69	14	8	7	3	101	3	63
2	69	14	8	3	3	97	2	65
3	69	3	3	3	3	81	1	78



Rango PCI %	Color	Estado
0-10		Falla
11-25		Muy Malo
26-40		Malo
41-55		Regular
56-70		Bueno
71-85		Muy Bueno
86-100		Excelente

Máximo VRC 78

PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 100 - 78 = 22

CLASIFICACION : **MUY MALO**

Fuente: Elaboración Propia

❖ Hoja de inspección

HOJA DE INSPECCION DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA															
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO															
<b>ZONA:</b>		JR. AMANCAES		<b>NÚMERO DE LOSAS</b>		128									
<b>AREA:</b>		800 m2		<b>EVALUADOR:</b>		SALAS CASTILLO JUAN									
<b>Nº</b>		<b>DAÑO</b>		<b>L: Low</b>		<b>M: Medium</b>								<b>H: High</b>	
28		GRIETA LINEAL (transversal, diagonal y longitudinal)		BAJO		Medio								Alto	
23		FISURAS EN BLOQUE													
22		LOSA DIVIDIDA													
31		PULIMIENTO DE AGREGADOS													
39		DESCASCARAMIENTO DE JUNTA													
TIPOS DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS	% DENSIDAD	VALOR DE REDUCCIÓN	ESQUEMA										
28	M	21	16.41%	12	1	23L	31M		39M		39M	31L	28M	39M	22H
						23L	39M			23H	39L		29M		
23	L	43	33.59%	32	2	28M	23H			23L		31M		31M	23M
						31M			28M		31M		39L		22L
22	M	26	20.31%	29	3	23M	39M		39M	39M	28M	22M	28L,23H	39M	28H
						39M		22L	31H		28L	39L	23H	28L	28M
31	L	20	15.63%	2	4	23H	39M	31L	29M	23L	22H		29L	29L	
						31L				23L	22M	31L		23H	28M
39	H	18	14.06%	20	5	28M	39L	31H	23L			28M	23M	39H	31M
						39L		23M	31H	39M	23M	23H		28M	
						28M	31H		39H		31H		31L,23M	23H	22L
					6	23M	23M	39M		31H		23L	28M	39L	
						28H		31L	28M	23L	23H		39L	31L	23H
					7	23M	28M			39M		23M	28L,23H		28H
						23M	39M			39M	28M		28L,23H	31M	28H
					8	28M	23H			31L		31M		31M	
						23H	39M	31L	39M	28L	23H			39L	23H
					9	28M	39H		23H	39M		23M	28L,23M		
					10										

Fuente: Elaboración Propia

❖ Valor de Reducción Corregido VRC y PCI

JR. AMANCAES

DETERMINACION NÚMERO MÁXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

$$m = 1.00 + (9/95) * (100 - \text{VAR})$$

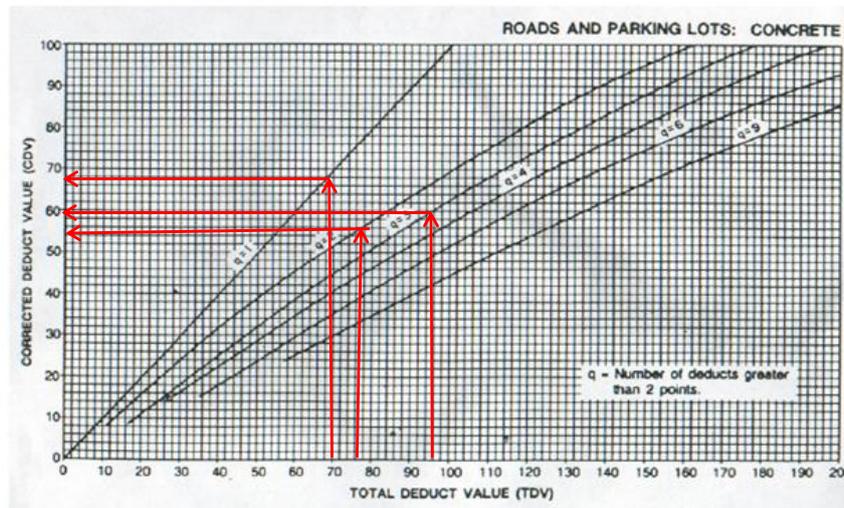
m = 7.44

Donde:

m = Número Permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor individual mas alto VR 32

#	VALOR DE REDUCCIÓN						TOTAL	q	VRC
1	32	29	20	12	2	95	3	60	
2	32	20	12	12	2	78	2	55	
3	32	12	12	12	2	70	1	68	



Rango PCI %	Color	Estado
0-10		Falla
11-25		Muy Malo
26-40		Malo
41-55		Regular
56-70		Bueno
71-85		Muy Bueno
86-100		Excelente

Máximo VRC 68

PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 100 - 68 = 32

CLASIFICACION : **MALO**

Fuente: Elaboración Propia

✚ Jirón Las Palmas

❖ Hoja de inspección

HOJA DE INSPECCION DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA															
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO															
<b>ZONA:</b>		JR. LAS PALMAS		<b>NÚMERO DE LOSAS</b>		120									
<b>AREA:</b>		210 m2		<b>EVALUADOR:</b>		SALAS CASTILLO JUAN									
<b>Nº</b>		<b>DAÑO</b>		<b>L: Low</b>		<b>M: Medium</b>								<b>H: High</b>	
23		GRIETA LINEAL (transversal, diagonal y longitudinal)		BAJO		Medio		Alto							
31		GRIETA DE ESQUINA													
29		LOSA DIVIDIDA													
22		PULIMIENTO DE AGREGADOS													
39		DESCASCARAMIENTO DE JUNTA													
28		PARCHEO PEQUEÑO (Servicios Utilitarios)													
TIPOS DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS	% DENSIDAD	VALOR DE REDUCCIÓN	ESQUEMA										
23	H	25	7.14%	22	1	23L			39M			31L	28M		22H
						22L	39M	28M		23H	22L		29M		
31	M	12	3.43%	1	2		23H			22L		31M		31M	23M
						31M	22L	28M		31M		22L	22L		
29	M	9	2.57%	2	3		29M			29M	28M	22M		29M	28H
						39M		22L	31H		28L	39L	22H	28L	
22	L	20	5.71%	5	4	22H		31L		22L			29L	29L	23H
						31L	31M	23M	23L	23M	31L		22H	23H	28M
39	M	5	1.43%	1	5	28M	29L	31H		23M		28M	23M	29H	
						29L		23M	31H		22M			28M	29H
28	M	8	2.29%	1	6		22H	29L		29M		23M	22L,23M		22L
						23M	23M		22M	31H	23M	22L	22M	29L	22M
							39M		29M				29L	29L	23H
						22M	29M			29M	28M		28L,22H		28H
									29M	29M		22M	28L,23H		28H
						28M	23H	29M		22L		31M		31M	23M
							39M		29M		23H				29L
						28M		29L		29M		23M	22L,23M		22L
						28L			31L				29M	29M	
							39L		23M			28H			

Fuente: Elaboración Propia

❖ Valor de Reducción Corregido VRC y PCI

**JR. LAS PALMAS**

**DETERMINACION NÚMERO MÁXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)**

$$m = 1.00 + (9/95) * (100 - VAR)$$

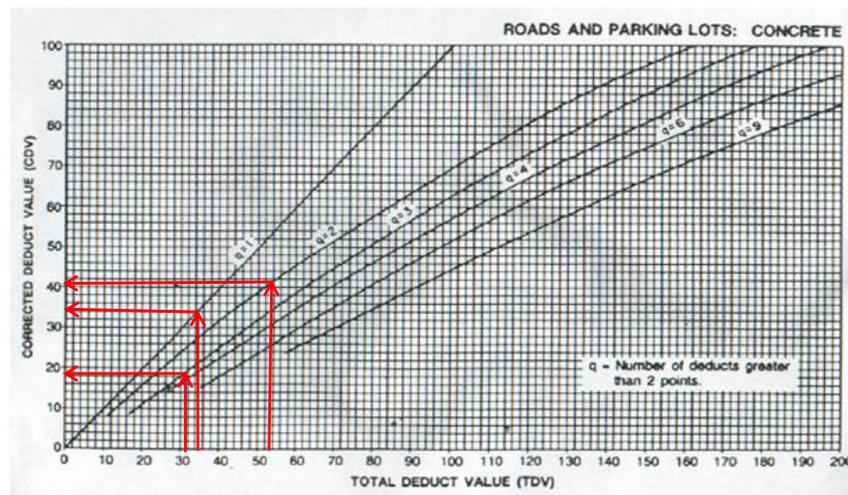
m = 8.39

**Donde:**

m= Número Permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR= valor individual mas alto VR 22

#	VALOR DE REDUCCIÓN					TOTAL	q	VRC
1	22	5	2	1	1	31	3	18
2	32	20	1	1	1	55	2	42
3	32	1	1	1	1	36	1	34



Rango PCI %	Color	Estado
0-10		Falla
11-25		Muy Malo
26-40		Malo
41-55		Regular
56-70		Bueno
71-85		Muy Bueno
86-100		Excelente

Máximo VRC 42

PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 100 - 42 = 58

CLASIFICACION : **BUENO**

Fuente: Elaboración Propia

❖ Hoja de inspección

HOJA DE INSPECCION DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA																
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO																
<b>ZONA:</b>		JR. VICTOR VELEZ		<b>NÚMERO DE LOSAS</b>		50										
<b>AREA:</b>		250		<b>EVALUADOR:</b>		SALAS CASTILLO JUAN										
<b>Nº</b>		<b>DAÑO</b>		<b>L: Low</b>		<b>M: Medium</b>							<b>H: High</b>			
28		GRIETA LINEAL (transversal, diagonal y longitudinal)		BAJO		Medio							Alto			
23		LOSA DIVIDIDA														
31		PULIMIENTO DE AGREGADOS														
39		DESCASCARAMIENTO DE JUNTA														
30		PARCHEO PEQUEÑO (Servicios Utilitarios)														
TIPOS DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS	% DENSIDAD	VALOR DE REDUCCIÓN	ESQUEMA											
28	H	25	7.14%	15	1	23H			39M			31H	28M		23H	
						23H	39M	28H		23H	23H		29M			
23	H	10	2.86%	13	2		23H			28H		31H		31H	23H	
						30M	23H		30M		31H		28H	23H		
31	H	8	2.29%	1	3		39M			39M	28M	23H		39M	28H	
						39M		28H	31H		28H	39M	31H	28H		
39	M	12	3.43%	2	4	22H		31H	23H	23H			39M	39M	23H	
						39M	31M	23H	23H	28H	31H		23H	23H	28M	
30	M	15	4.29%	1	5	28M	29L	31H		23H		28M	23M	29H		
						39M		23M	31H		23H			28M	39H	
							22H	39M		29M		23M	23H,30M		30M	
						6	23M	23M		22M	31H	23H	23H	22M	39M	28H
								39M		29M				39H	30M	23H
						7	22M	29M		29M	28H			28H,39M		28H
							30M			29M	29M		22M	28H,23H		28H
						8	28H	23H	39M		23H		31M		30M	30M
								39M		29M					39M	
						9	28H		39M		29M		23M	23H,30M		23H
							23H			31H				29M	29M	
						10		39M		23H			28H			

Fuente: Elaboración Propia

❖ Valor de Reducción Corregido VRC y PCI

JR. VICTOR VELEZ

DERTEMINACION NÚMERO MÁXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

$$m = 1.00 + (9/95) * (100 - VAR)$$

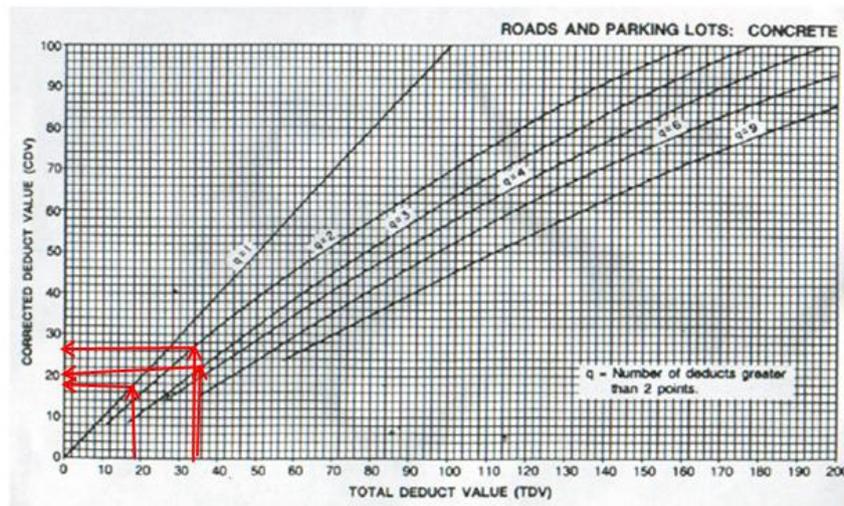
m =

Donde:

m = Número Permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor individual mas alto VR

#	VALOR DE REDUCCIÓN						TOTAL	q	VRC
1	15	13	2	1	1		32	3	20
2	15	13	1	1	1		31	2	28
3	15	1	1	1	1		19	1	19



Rango PCI %	Color	Estado
0-10	Gray	Falla
11-25	Red	Muy Malo
26-40	Red	Malo
41-55	Pink	Regular
56-70	Yellow	Bueno
71-85	Green	Muy Bueno
86-100	Dark Green	Excelente

Máximo VRC

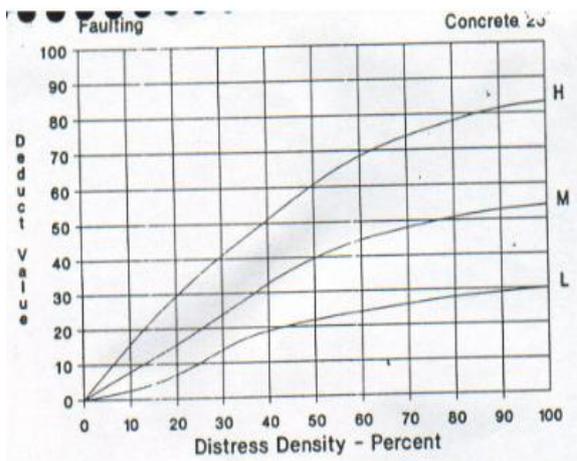
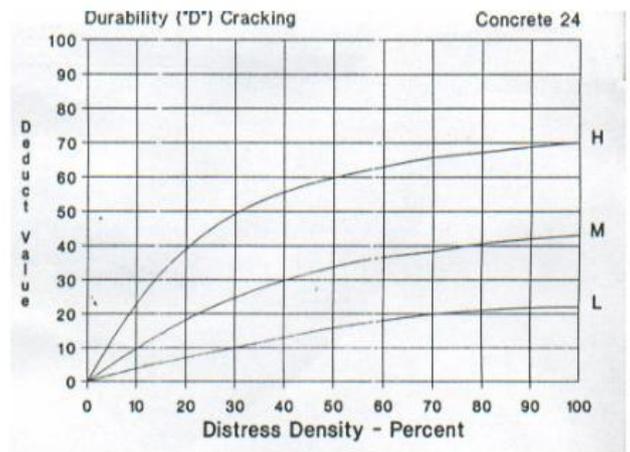
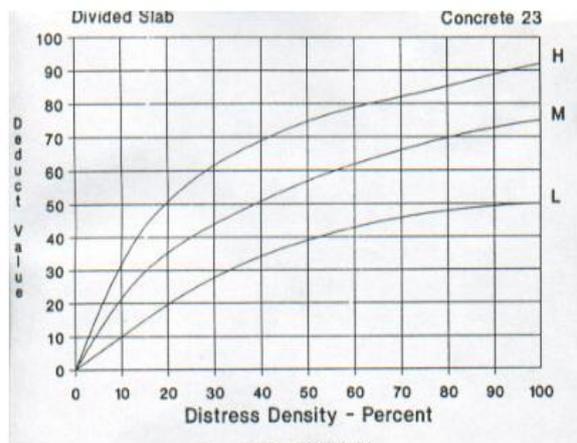
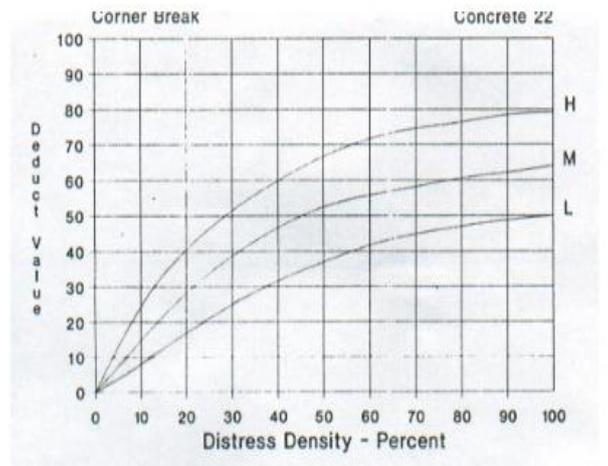
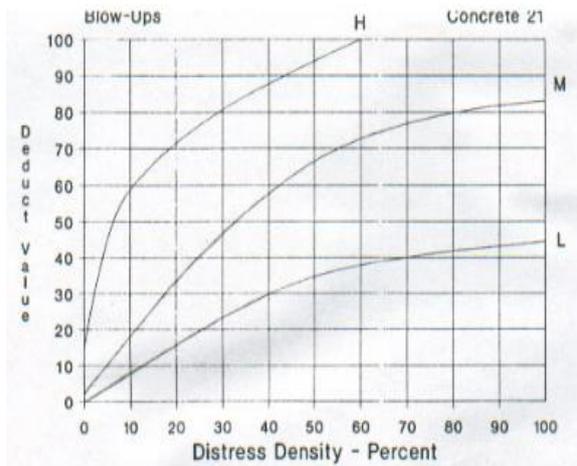
PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 100 - 28 =

CLASIFICACION : **MUY BUENO**

Fuente: Elaboración Propia

## CURVAS PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO

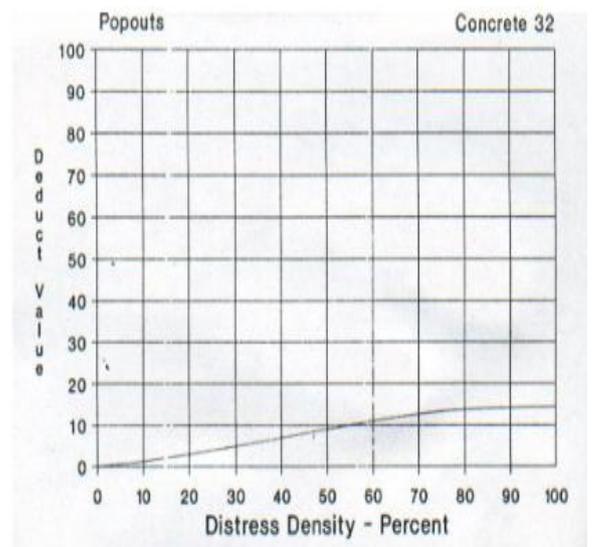
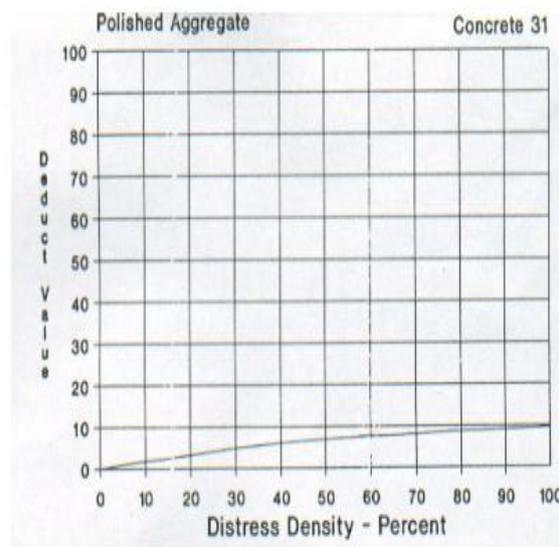
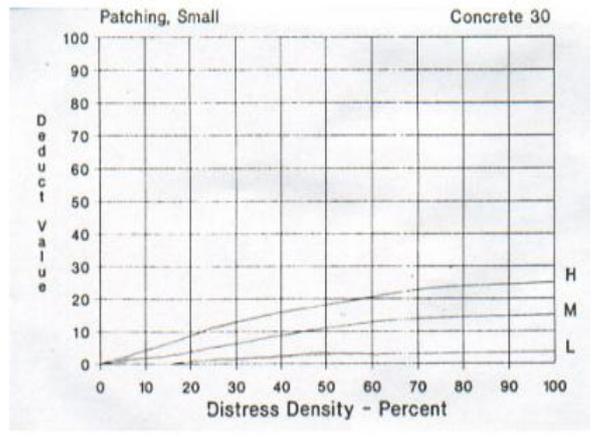
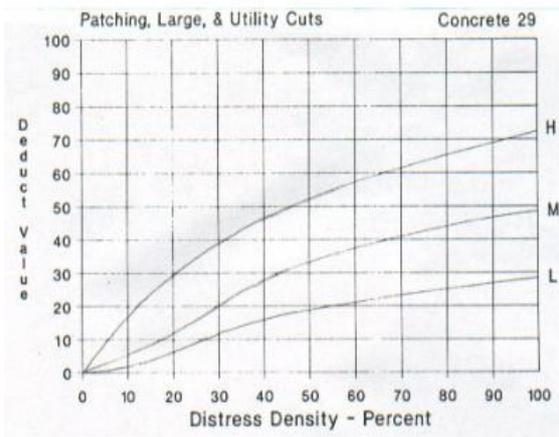
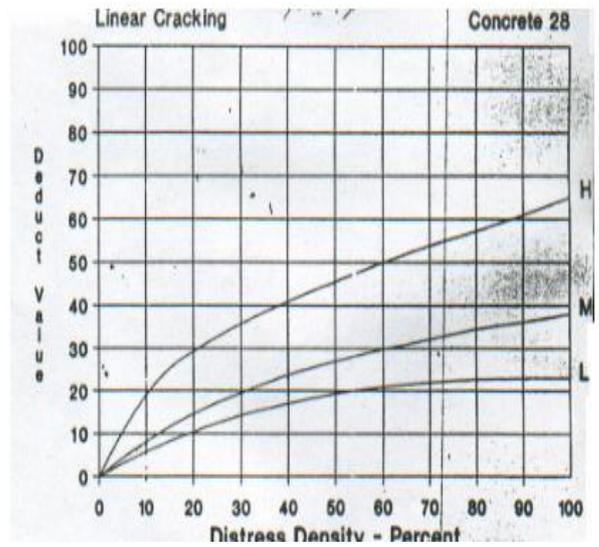
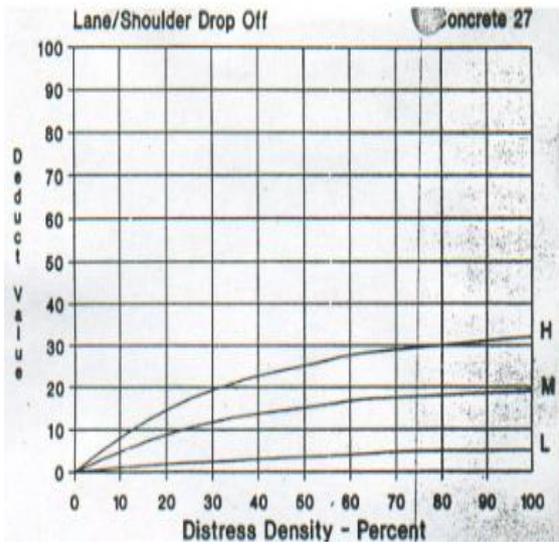


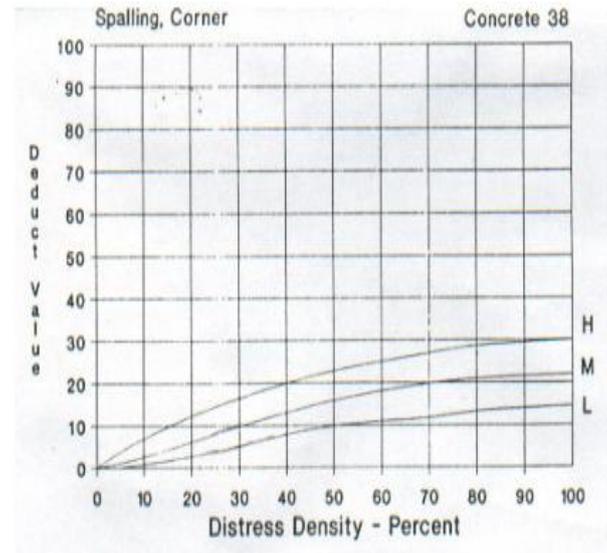
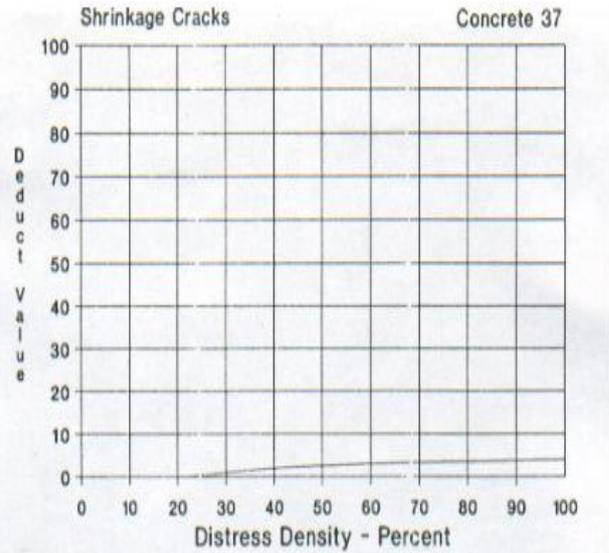
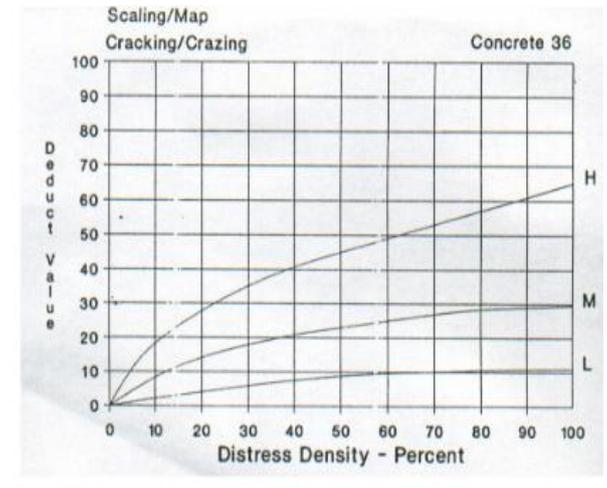
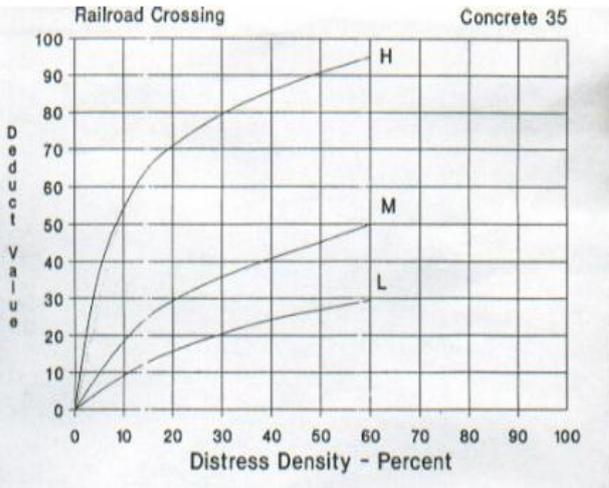
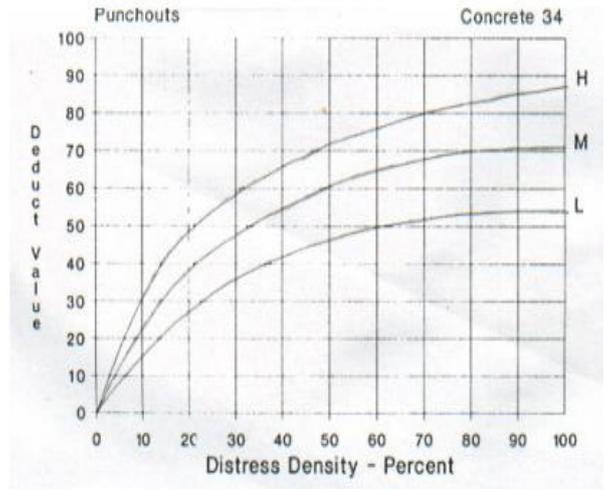
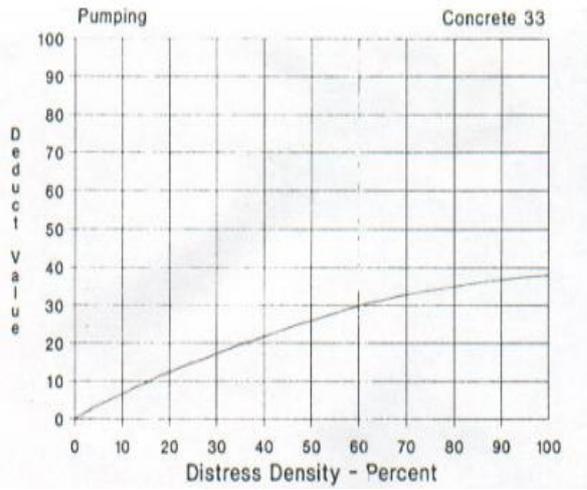
Joint Seal Damage Concrete 26

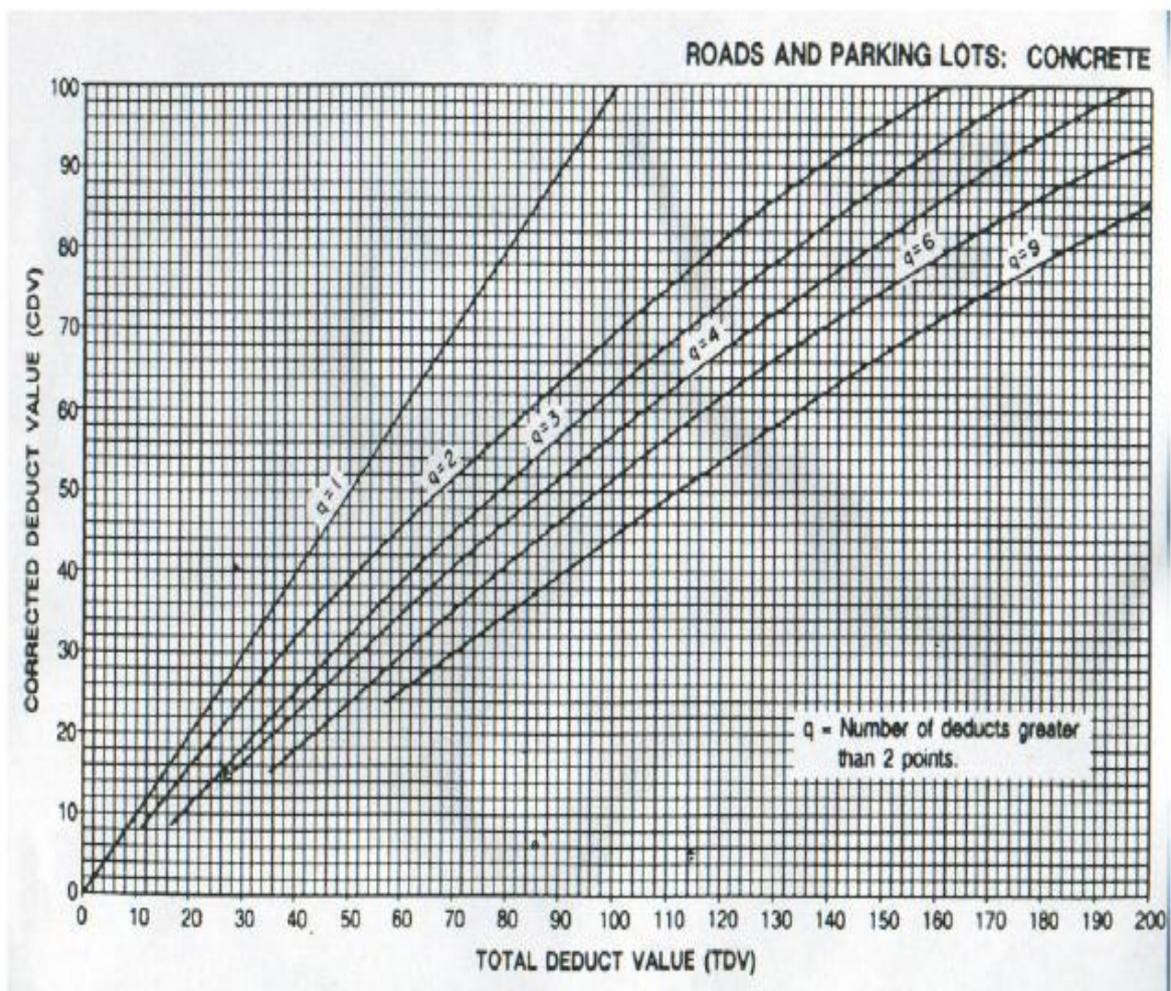
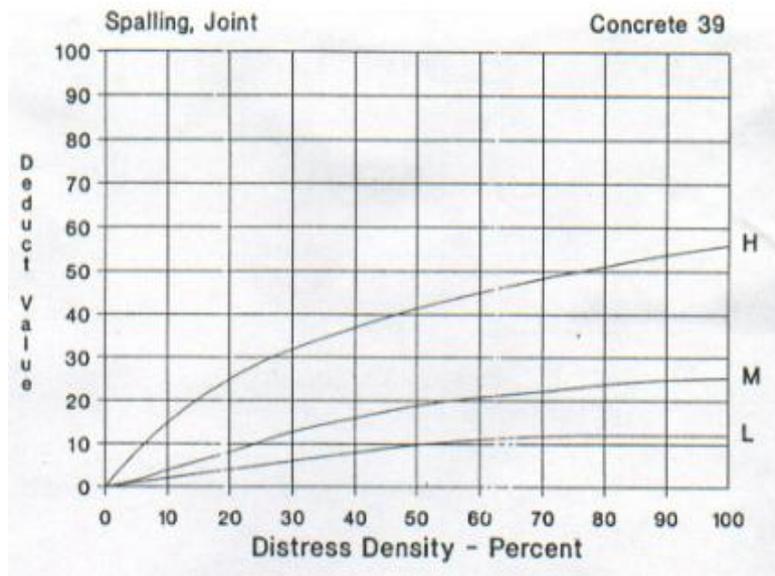
Joint seal damage is not rated by density. The severity of the distress is determined by the sealant's overall condition for a particular sample unit.

The deduct values for the three levels of severity are:

LOW	2 points
MEDIUM	4 points
HIGH	8 points







✚ Resultados de los Ensayos de Mecánica de suelos



# UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y  
ENSAYO DE MATERIALES

## PROCTOR MODIFICADO

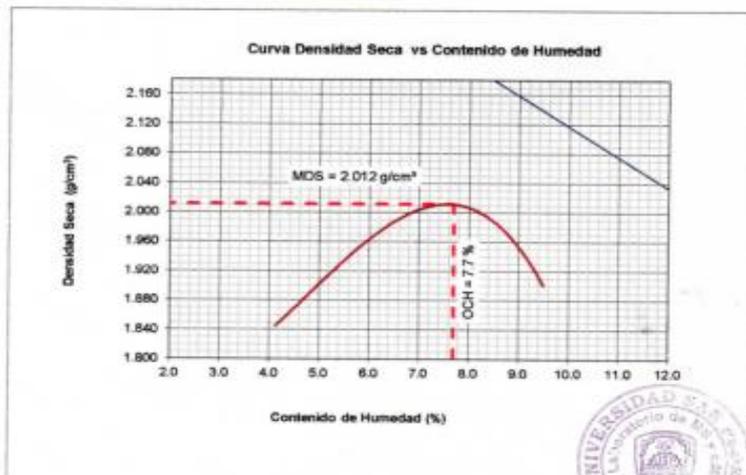
Pag 1 de 3

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

**SOLICITA** : BACH. SALAS CASTILLO JUAN ANSELMO  
**TEMA** : EVALUACION DE PATOLOGIAS DE CONCRETO RIGIDO DEL DISTRITO DE TARICÁ  
**MATERIAL** : AFIRMADO  
**LUGAR** : TARICÁ - PROVINCIA DE HUARAZ - ANCASH  
**FECHA** : 12/10/2015

Metodo Compactación:	"C"	Número de Golpes		56
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm <sup>2</sup>		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	6984.9	7254.9	7525.3	7348.2
02 - Peso del Molde (g)	2635.5	2635.5	2635.5	2635.5
03 - Peso Suelo Humedo (g)	4349.4	4619.4	4889.8	4712.7
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2264.0	2264.0	2264.0	2264.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.921	2.040	2.160	2.082
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	492.4	509.5	515.9	508.2
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	481.3	490.2	490.6	478.2
09 - Peso del agua (g)	11.1	19.3	25.3	30.0
10 - Peso del tarro (g)	212.3	140.0	149.0	162.0
11 - Peso suelo seco (g)	269.0	350.2	341.6	316.2
12 - Contenido de Humedad (%)	4.1	5.5	7.4	9.5
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.845	1.934	2.011	1.901

Contenido Optimo Humedad **7.7 %** Densidad Seca Maxima, **2.012 g/cm<sup>3</sup>**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
Ing. Jorge Montañez Reyes  
JEFE

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

RECTORADO: Mz. H - 11 Urb. Laderas del Norte Telf.: 043 342809 / 328034 Fax: 043 327896  
CIUDAD UNIVERSITARIA: Mz. B s/n Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 325486 - Chimbote  
OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Elias Aguirre y Espinar Telf.: 043 345899 / 344958 - Chimbote  
FACULTAD DE EDUCACIÓN Mz. D1 - Lt.1 Urb. Las Casuarinas Teléfono: 043 312842 - Nuevo Chimbote  
FACULTAD DE MEDICINA: San Luis - Nuevo Chimbote - Telf: 043 319704



# UNIVERSIDAD SAN PEDRO

## ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### RELACIÓN DE SOPORTE - CBR

NORMA ASTM D-1883

Pag 2 de 3

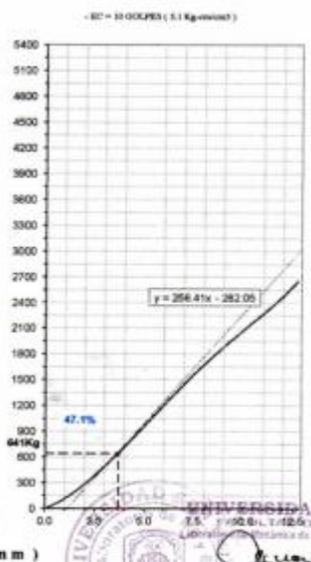
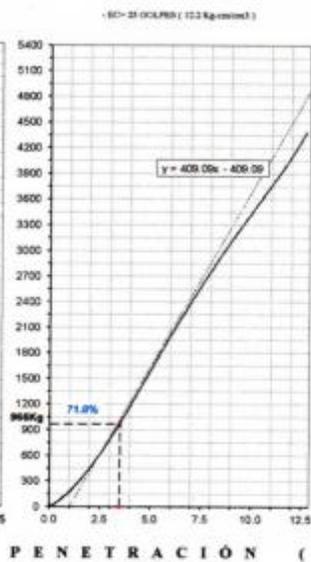
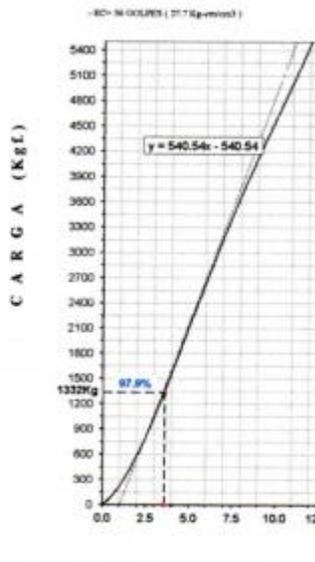
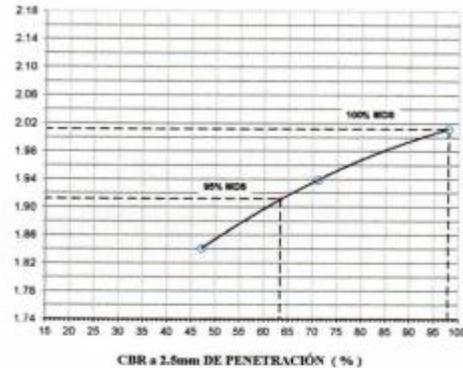
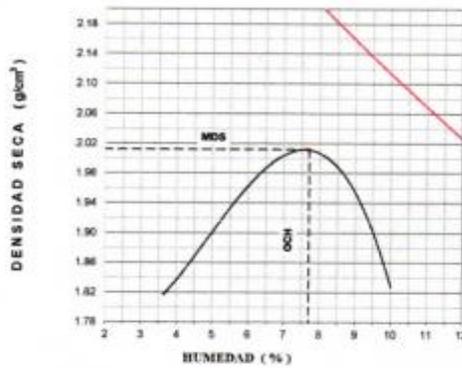
SOLICITA : BACH. SALAS CASTILLO JUAN ANSELMO  
TEMA : EVALUACION DE PATOLOGIAS DE CONCRETO RIGIDO DEL DISTRITO DE TARICA  
LUGAR : TARICA - PROVINCIA DE HUARAZ - ANCASH MATERIAL : AFIRMADO  
FECHA : 12/10/2015

Características						
Numero de Molde	1		2		3	
Numero de Capes	5		5		5	
Numero de Golpe	56		25		10	
Energía Compactación [kg-cm/cm <sup>3</sup> ]	27.7		12.2		5.1	
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	9,136.5		8,356.8		8,568.7	
02 - Peso del molde (g)	4,506.0		3,986.0		4,506.0	
03 - Peso suelo humedo (g)	4,628.5		4,370.8		4,062.7	
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,136.0		2,093.0		2,049.0	
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	2.167		2.066		1.983	
06 - Tierra N°	0.0		0.0		0.0	
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	522.2		511.1		516.6	
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	496.6		485.6		491.4	
09 - Peso del agua (g)	25.6		25.5		25.2	
10 - Peso del tarro (g)	164.0		154.0		164.0	
11 - Peso suelo seco (g)	332.6		331.6		327.4	
12 - Contenido de humedad (%)	7.70		7.70		7.70	
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	2.012		1.939		1.841	
Saturación						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial
Dia 01			0.05	0.0	0.1	
Dia 02			0.05	0.0	0.1	
Dia 03			0.05	0.0	0.1	
Dia 04			0.05	0.0	0.1	
Expansión, %			1.1	0.7	1.1	
Absorción						
Numero de molde	1		2		3	
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,628.5		4,370.8		4,062.7	
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9,425.5		8,651.5		8,754.0	
03 - Peso del molde (g)	4,506.0		3,986.0		4,506.0	
04 - Peso suelo embebido (g)	4,917.5		4,665.5		4,248.0	
05 - Peso del agua absorvida (g)	269.0		294.7		185.3	
06 - Peso del suelo seco (g)	4,297.6		4,058.3		3,772.2	
07 - Absorción de agua (%)	6.7		7.3		4.9	
Factor Anillo: Carga [kgf] = Lectura Dial * 4.2491345 * 27.92018						
Molde						
PEN. (mm)	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [10 Golpes]	
	Lec. Dial	Carga [Kgf]	Lec. Dial	Carga [Kgf]	Lec. Dial	Carga [Kgf]
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	24.2	130.7	19.1	105.0	10.9	74.3
1.27	66.2	309.4	49.7	239.0	29.9	155.0
1.90	123.8	554.2	92.9	422.6	55.9	265.5
2.54	185.8	817.3	139.3	620.0	83.9	384.2
3.17	260.6	1135.5	195.5	858.6	117.7	527.9
3.81	341.3	1478.2	256.0	1115.6	154.1	682.5
5.06	495.2	2145.2	373.7	1615.8	224.9	983.6
7.62	815.0	3491.4	611.3	2625.5	367.9	1591.3
10.16	1086.5	4644.8	814.9	3490.6	460.4	2111.9
12.70	1367.0	5836.9	1025.2	4384.6	617.0	2650.0
Carga [%]	817.3 kgf. [83.5%]		620 kgf. [83.1%]		384.2 kgf. [36.8%]	





RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]		Pag 3 de 3	
TEMA : EVALUACION DE PATOLOGIAS DE CONCRETO RIGIDO	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	C	
EL DISTRITO DE TARIJA	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	2.012	
SOLICITA : BACH SALAS CASTILLO JUAN ANSELMO	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.7	
MATERIAL : AFERMADO	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	97.9	
UBICACIÓN : TARIJA - PROVINCIA DE HUARAZ - ANCASH	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	83.3	
FECHA : 12-08-2015	RET. ACUM. 3/4" : 30.0%	3/8" : 51.0%	Nº4 : 68.0%
	SUCS : GP	LL : --	SP : --
	AASHTO : A-1-a (0)	EMBEBIDO : 4 días	EXPANSIÓN : 1.1 %
	ABSORCIÓN : 8.7 %	HUMEDAD DE PENETRACIÓN :	14.4 %



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
Ing. Jorge Montañez Reyes  
JEFE



# UNIVERSIDAD SAN PEDRO

## ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

SOLICITA : BACH. SALAS CASTILLO JUAN ANSELMO  
TEMA : EVALUACION DE PATOLOGIAS DE CONCRETO RIGIDO DEL DISTRITO DE TARICÁ  
LUGAR : TARICÁ - PROVINCIA DE HUARAZ - ANCASH  
FECHA : 12/10/2015

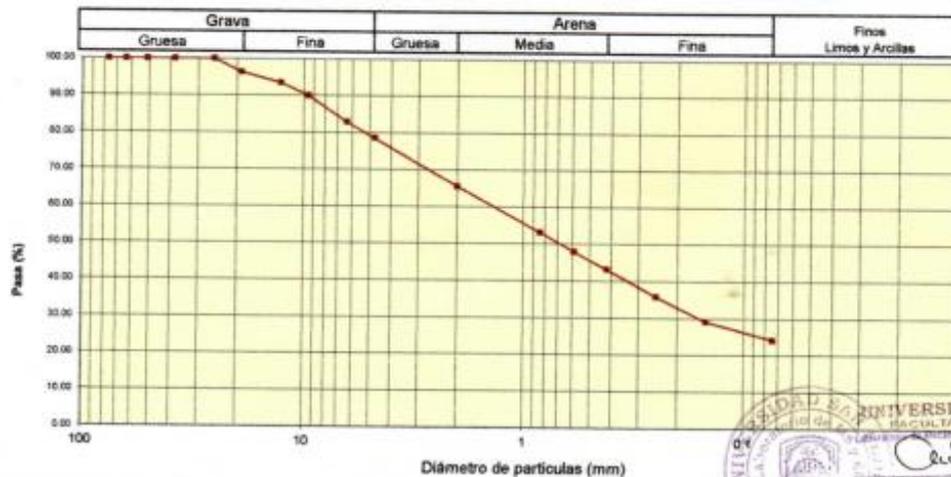
Peso Seco Inicial	1800 gr.
Peso Seco Lavado	1362.6 gr.
Peso perdido por lavado	437.4 gr.

MATERIAL : AFIRMADO
MUESTRA : M-1
PROF(m) : 0.40

Tamiz(Apertura)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
N° 2 1/2" (76.20)	0.0	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena
2" (50.80)	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2" (37.50)	0.0	0.0	0.0	100.0	
1" (22.50)	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4" (19.00)	64.8	3.6	3.6	96.4	
1/2" (12.50)	51.7	2.9	6.5	93.5	Valor del índice de grupo (IG) : 0
3/8" (9.50)	62.2	3.5	9.9	90.1	Clasificación (S.U.C.S.)
1/4" (6.30)	128.3	7.1	17.1	82.9	Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio)
N° 4 (4.75)	78.1	4.3	21.4	78.6	Arena limosa con grava SM
N° 10 (2.00)	233.6	13.0	34.4	65.6	
N° 20 (0.850)	224.9	12.5	46.9	53.1	Pasa tamiz N° 4 (%) : 78.6
N° 30 (0.600)	92.2	5.1	52.0	48.0	Pasa tamiz N° 200 (%) : 24.3
N° 40 (0.425)	86.0	4.8	56.8	43.2	D60 (mm) : 1.48
N° 60 (0.250)	132.3	7.4	64.1	35.9	D30 (mm) : 0.161
N° 100 (0.150)	120.3	6.7	70.8	29.2	D10 (mm) :
N° 200 (0.075)	88.2	4.9	75.7	24.3	Cu
< 200	437.4	24.3	100.0	0.0	Cc
Total	1800.0			100.0	

Límite líquido LL	34.20
Límite plástico LP	28.40
Índice plasticidad IP	5.80

### CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
Ing. Jorge Montañez  
Jefe

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

RECTORADO: Mz. H - 11 Urb. Laderas del Norte - Tel: 043 342609 / 325044 - Fax: 043 327896  
CIUDAD UNIVERSITARIA: Mz. B - s/n Urb. T25 Finos - Tel: 043 323505 / 326150 / 329486 - Chimbote  
OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Elias Aguirre y Espinar - Tel: 043 345899 / 346958 - Chimbote  
FACULTAD DE EDUCACIÓN Mz. D1 - L1.1 Urb. Las Casuarinas - Teléfono: 043 312642 - Nuevo Chimbote  
FACULTAD DE MEDICINA: San Luis - Nuevo Chimbote - Tel: 043 319704



# UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y  
ENSAYO DE MATERIALES

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS EXTRAIDOS CON PERFORADORA DIAMANTINA (ASTM C 42, AASHTO T-22)

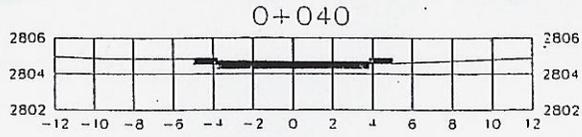
SOLICITA : BACH. SALAS CASTILLO JUAN ANSELMO  
TEMA : EVALUACION DE PATOLOGIAS DE CONCRETO RIGIDO DEL DISTRITO DE TARICÁ  
LUGAR : TARICÁ - PROVINCIA DE HUARAZ - ANCASH  
FECHA : 12/10/2015

TESTIGO		PESO	LONGITUD	DIAMETRO	DENSIDAD	AREA	CARGA MAXIMA	FACTOR CORREC.	FC	OBSERVACION
N°	ELEMENTO	(gr)	(cm)	(cm)	gr/cm <sup>3</sup>	cm <sup>2</sup>	kg		kg/cm <sup>2</sup>	
01	PAVIMENTO RIGIDO Jr. Amancaes	1921.00	10.10	10.16	2.346	81.07	26874.00	0.87	331.48	Tam. Max. Piedra 3/4"
02		1897.00	10.10	10.16	2.317	81.07	24100.00	0.87	258.62	Tam. Max. Piedra 3/4"

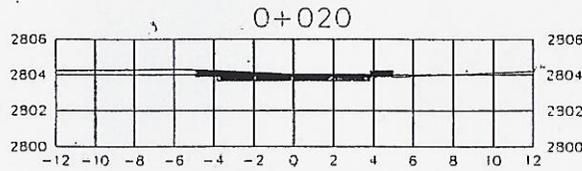
OBSERVACIONES : La extraccion en campo fueron a longitud de 10.10 cm y las correcciones se tomaron según mtc E-704 numeral 6.2.

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
*Jorge Montes Reyes*  
Ing. Jorge Montes Reyes  
Jefe

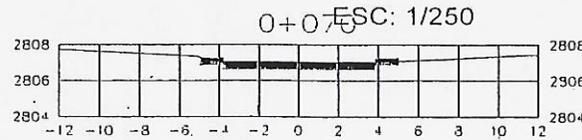
# SECCIONES TRANSVERSALES



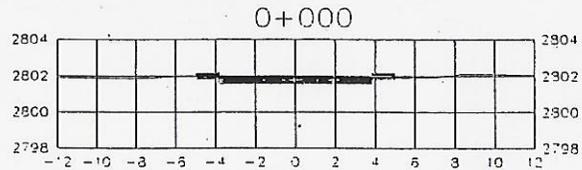
CT: 3294.71 AC: 0.15m<sup>2</sup>  
CR: 3294.32 AP: 0.00m<sup>2</sup>



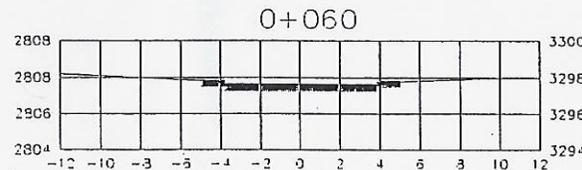
CT: 3292.03 AC: 0.36m<sup>2</sup>  
CR: 3291.65 AP: 0.03m<sup>2</sup>



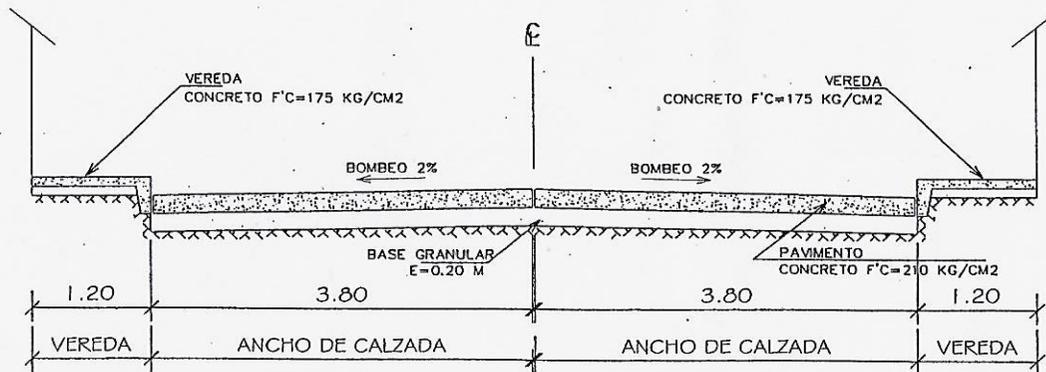
CT: 3299.00 AC: 0.15m<sup>2</sup>  
CR: 3298.55 AP: 0.00m<sup>2</sup>



CT: 3289.33 AC: 0.10m<sup>2</sup>  
CR: 3289.57 AP: 0.00m<sup>2</sup>



CT: 3297.52 AC: 0.40m<sup>2</sup>  
CR: 3297.24 AP: 0.00m<sup>2</sup>



SECCIÓN TÍPICA  
ESC : 1:50

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
*Fredy César Cáceres Vargas*  
INGENIERO CIVIL - REGISTRO CIP N° 45754

CUADRO DE AREAS Y VOLUMENES MOVIMIENTO DE TIERRAS						
PROGRESIVA	AREA RELLENO	AREA CORTE	VOL RELLENO	VOL CORTE	VOL ACUM RELLENO	VOL ACUM CORTE
0+000	0.00	3.10	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020	0.03	3.36	0.21	64.60	0.21	64.60
0+040	0.00	3.15	0.23	65.06	0.44	129.66
0+060	0.00	3.40	0.00	65.44	0.44	195.10
0+070	0.00	3.15	0.00	31.68	0.44	226.78

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TARICA			
EXPEDIENTE DEFINITIVO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA AV. ... EN LA LOCALIDAD DE TARICA, DISTRITO DE TARICA - HUARAZ - ANCASH"			
LUGAR: TARICA	DISTRITO: TARICA	PROVINCIA: HUARAZ	REGION: ANCASH
PLANO: MOVIMIENTO DE TIERRAS - SECCIONES	LADINIA:		
DISEÑO: C.T.P.	REVISOR: ING. FREDY CACERES VARGAS	ESC: 1 / 250 FECHA: MAYO	ST-01

Panel Fotográficos:

○ Ficha técnica

Tema: Grietas Transversales

Fecha: 12/10/2015



Detalles:

Observando las Grietas Transversales que se produce a lo largo de la vía del Pavimento rígido en el Jr. Amancaes

○ Ficha técnica

Tema: Grietas Longitudinales y Transversales

Fecha: 12/10/2015



Detalles:

Se aprecia los detalles de tipos de fallas, es una Grieta Longitudinales y Transversales que se produce a lo largo paño del Pavimento rígido en el Jr. Víctor Vélez

○ Ficha técnica

Tema: Grietas Restitución

Fecha: 12/10/2015



Detalles:

Observando el detalle de tipos de fallas, es una Grieta Restitución que se produce a lo largo paño del Pavimento rígido en el Jr. Amancaes

○ Ficha técnica

Tema: Grietas de Desconchamientos

Fecha: 12/10/2015



Detalles:

Se aprecia los tipos de fallas, es una Grieta de Desconchamiento que se produce a lo largo paño del Pavimento rígido en el Jr. Amancaes

○ Ficha técnica

Tema: Grietas Lineales

Fecha: 12/10/2015



Detalles:

Se aprecia el detalle de tipos de fallas, es una Grieta de lineal que se produce a lo largo paño del Pavimento rígido en el Av. Central

○ Ficha técnica

Tema: pavimento menor transitada

Fecha: 12/10/2015



Detalles:

Se aprecia las patologías presentados en el pavimento de menor transitada, en el Jr. Las Palmas

○ Ficha técnica

Tema: Grietas de Punzonamiento

Fecha: 12/10/2015



Detalles:

Se aprecia el detalle de tipos de fallas, es una Grieta de Punzonamiento que se produce a lo largo paño del Pavimento rígido en el Av. Central

○ Ficha técnica

Tema: Ensayo de Diamantina en Intersección de Jr. Amancaes y Las Palmas

Fecha: 12/10/2015



Detalles:

Se aprecia las muestras de ensayo de Diamantina, para poder encontrar la resistencia de concreto. Se Realiza el técnico de USP (Chimbote)

○ Ficha técnica

Tema: Ensayo de Diamantina en Intersección de AV. Central y Jr. Víctor Velez

Fecha: 12/10/2015



Detalles:

Se aprecia el ensayo de Diamantina, para poder encontrar la resistencia de concreto.

Se Realiza el técnico de USP (Chimbote)

o Ficha técnica

Tema: Ensayo de Mecánica de Suelo de AV. Central

Fecha: 12/10/2015



Detalles:

Se aprecia la excavación y la muestra para la ensayo de mecánica de Suelos Se Realizó en laboratorio de USP (Chimbote)

○ Ficha técnica

Tema: Ensayo CBR, Proctor Modificado, Granulometría

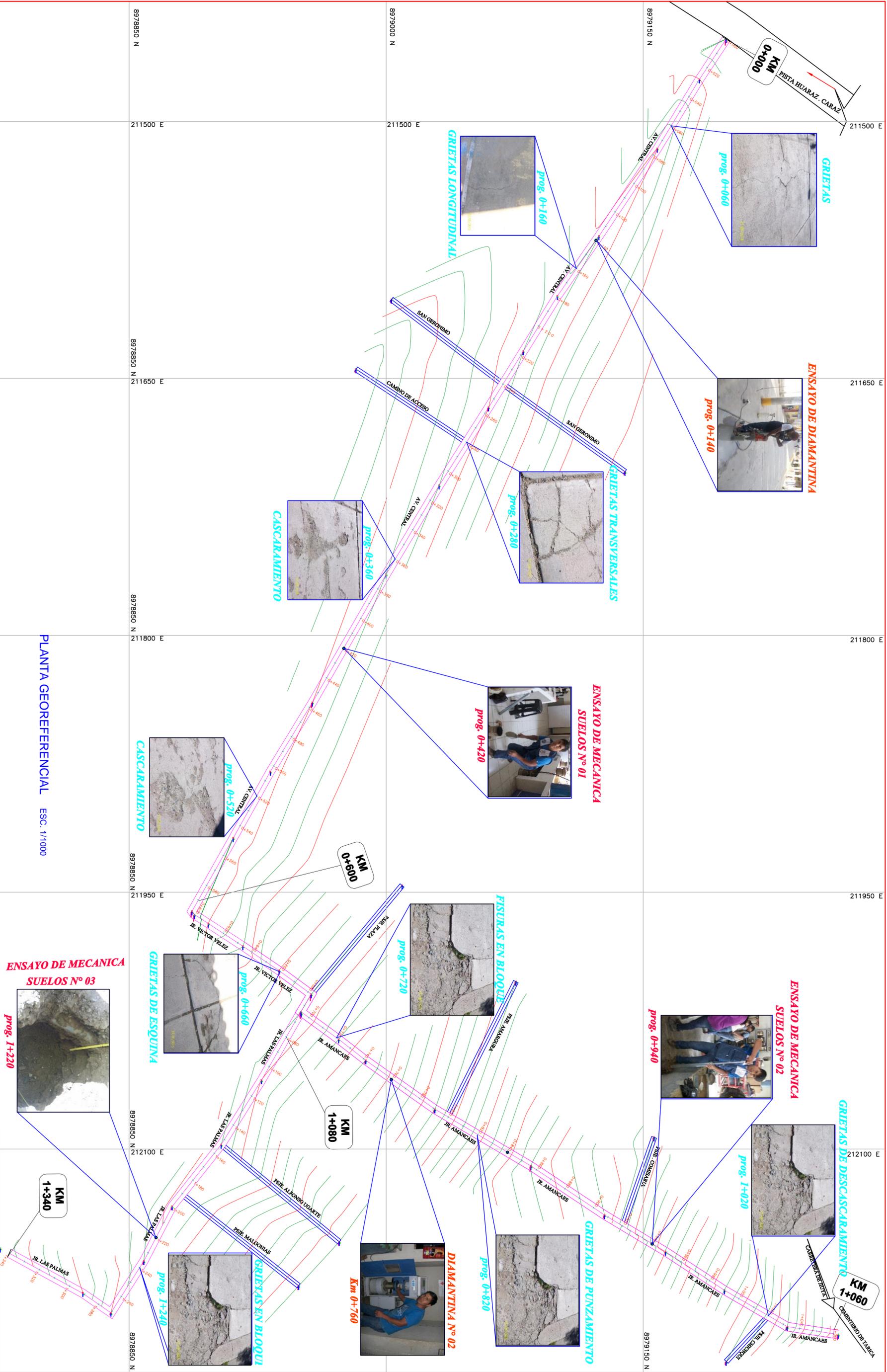
Fecha: 12/10/2015



Detalles:

Se aprecia el ensayo de mecánica de Suelos Se Realizó en laboratorio de USP (Chimbote)

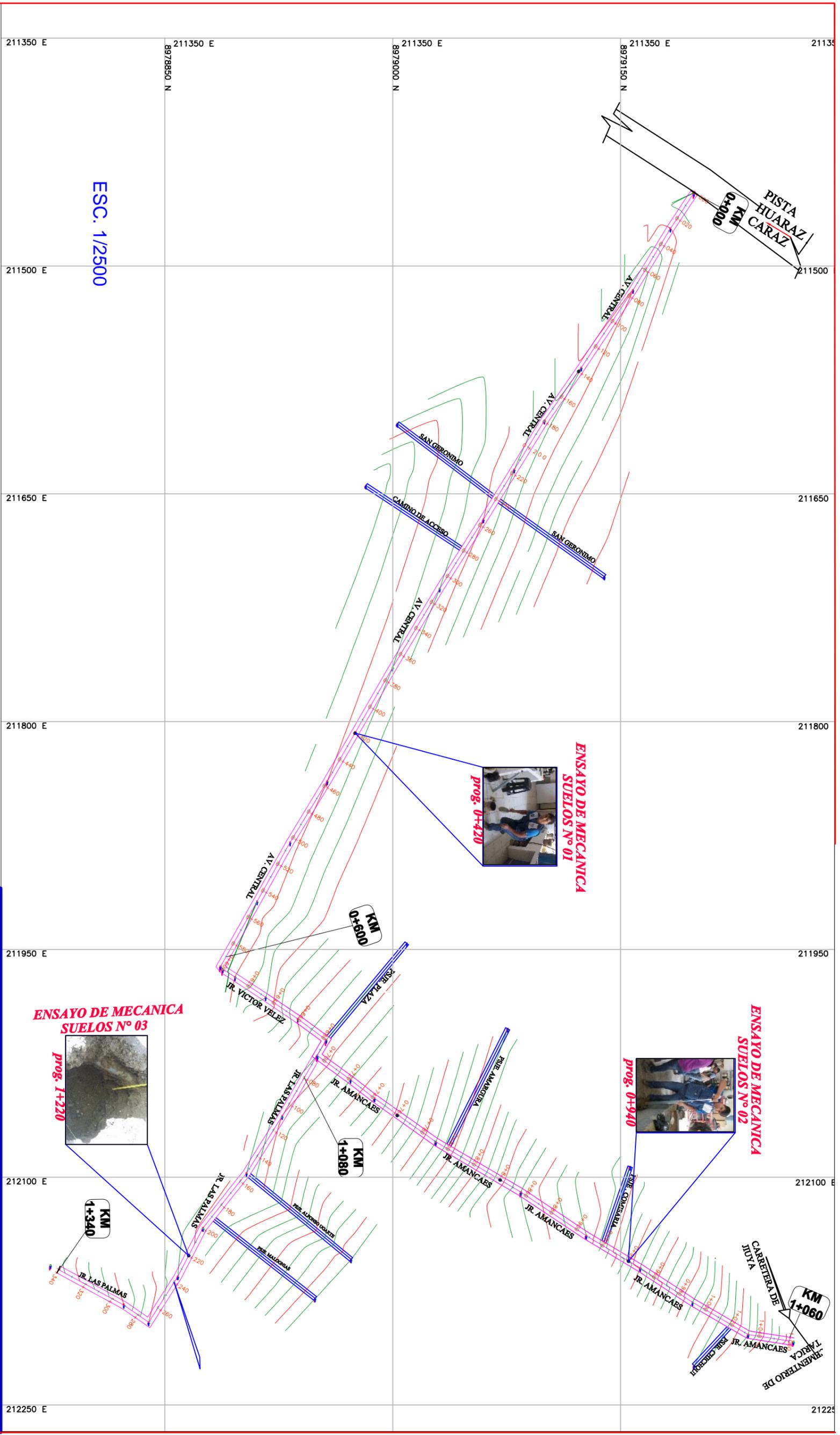
✚ Plano Georeferencial



PLANTA GEOREFERENCIAL ESC: 1/11000

DISTRITO DE TARICA

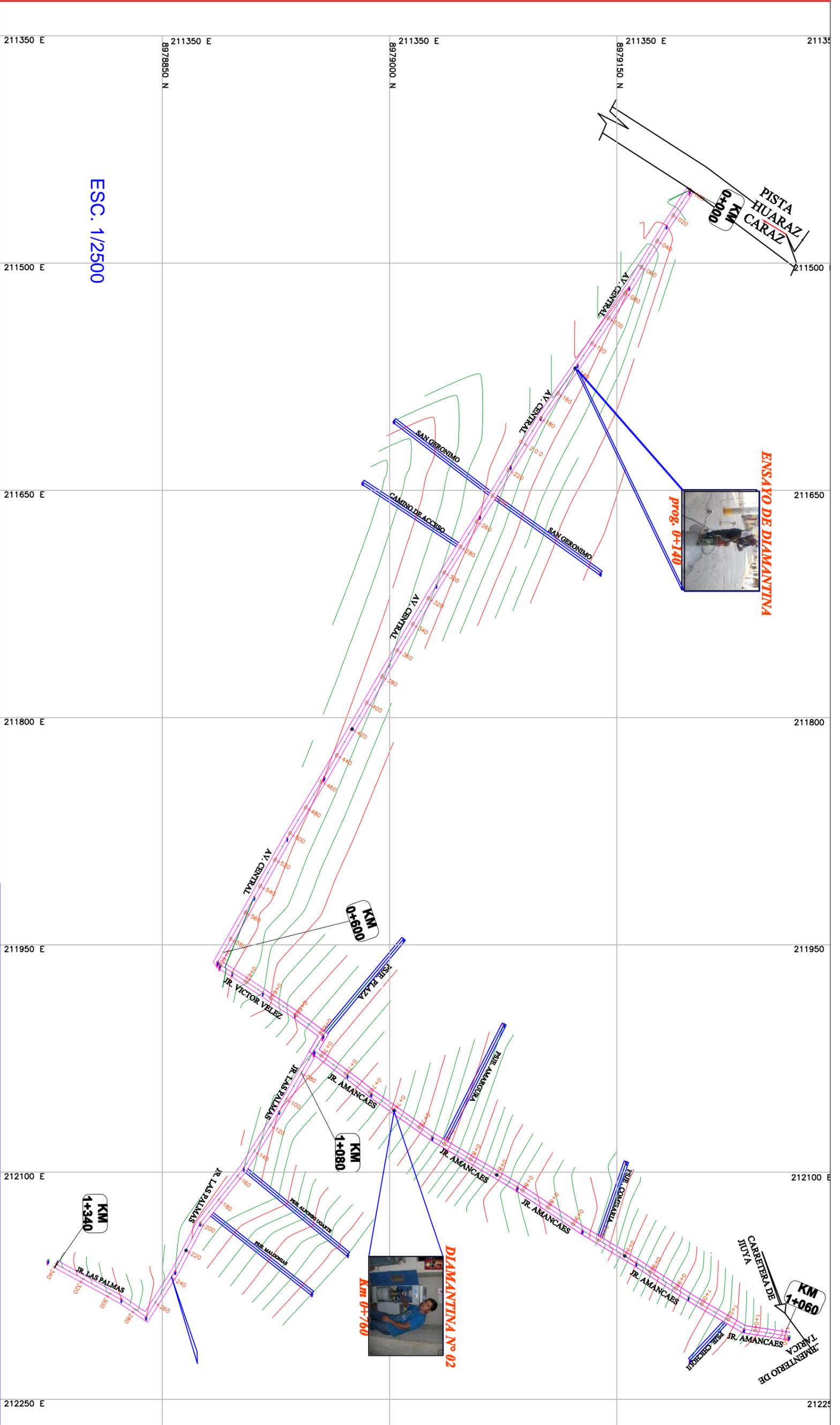
<b>PROYECTO:</b> EVALUACIÓN DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS DEL DISTRITO DE TARICA - PROVINCIA DE HUARAZ - ANCASH	
<b>TÍTULO:</b> GEOREFERENCIA DE CALLES DE TARICA FALLAS - ESTUDIO DE SUELO - DIAMANTINA	<b>FECHA:</b> MARZO 2018
<b>PROYECTISTA:</b> PABLO JUAN SANCHEZ CASTELL SERVICIO: ING. CIVIL	<b>CLIENTE:</b> TARICA
<b>UBICACIÓN:</b> PROVINCIA HUARAZ DEPARTAMENTO ANCASH	<b>PROYECTO:</b> G-01



ESC. 1/2500

**PLANTA GEOREFERENCIAL  
DE MECANICA DE SUELOS**

<p><b>DISTRITO DE TARICA</b></p> <p>PROYECTO: EVALUACIÓN DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS DEL DISTRITO DE TARICA - PROVINCIA DE HUARAZ - ANCASH</p>		<p>PLANO:</p> <p>GEOREFERENCIA DE CALLES DE TARICA ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS SUELOS</p>	
		<p>DIBUJADO: BACH. JUAN SALAS CASTILLO</p> <p>ESPECIALIDAD: ING. CIVIL</p>	<p>FECHA: JULIO - 2018</p> <p>TESIS: PARA OPTAR TITULO</p>
<p>UBICACIÓN</p> <p>DISTRITO: TARICA PROVINCIA: HUARAZ DEPARTAMENTO: ANCASH</p>		<p>LAMINA:</p> <p><b>G-02</b></p>	



**PLANTA GEOREFERENCIAL  
UBICACION DE DIAMANTINA**

ESC. 1/2500

**DISTRITO DE TARIQUÁ**

PROYECTO: EVALUACIÓN DE LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DEL DISTRITO DE TARIQUÁ  
- PROVINCIA DE HUARAZ - ANCASH

PLANO: GEOREFERENCIA DE CALLES DE TARIQUÁ  
ESTUDIO DE DIAMANTINA

DIBUJO: BACH. JUAN SALAS CASTILLO		ESPECIALIDAD: ING. CIVIL		UBICACIÓN		LÁMINA: G-03	
ESC. INDICADA	FECHA: JULIO - 2018	TESIS: PARA OPTAR TÍTULO		DISTRITO: TARIQUÁ	PROVINCIA: HUARAZ	DEPARTAMENTO: ANCASH	