

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS

**“PROPUESTAS DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE
PAVIMENTOS EN ZONAS URBANAS Y APLICADA EN EL
DISTRITO DE IMPERIAL - CAÑETE”**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR

JOSE LUIS CORNELIO CHIRINOS

ASESOR

MSc. EDWIN WILDER APOLINARIO MORALES

LIMA - PERÚ

2021

©2020, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados

**“El autor autoriza a la UNI a reproducir la tesis en su totalidad o en parte,
con fines estrictamente académicos”**

Cornelio Chirinos, Jose Luis

Correo: josecornelioch@hotmail.com

Teléfono: 983 958 880

ÍNDICE

RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
PRÓLOGO.....	9
LISTA DE TABLAS	10
LISTA DE FIGURAS	12
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	17
CAPÍTULO I : INTRODUCCIÓN	19
1.1 GENERALIDADES	20
1.2 PROBLEMÁTICA.....	21
1.3 OBJETIVOS.....	22
1.3.1 Objetivo general.....	22
1.3.2 Objetivos específicos	22
1.4 HIPÓTESIS.....	23
1.5 ANTECEDENTES.....	23
1.6 JUSTIFICACIÓN.....	25
1.7 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	25
1.7.1 Área de estudio y área de influencia:.....	26
1.8 ASPECTOS CLIMÁTICOS.....	31
1.8.1 Temperatura	31
1.9 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS	32
1.9.1 Población	33
1.10 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	33
1.10.1 Población Económicamente Activa (PEA)	33
1.10.2 Actividad Económica por Sectores	34
1.11 VÍAS DE COMUNICACIÓN	34
1.12 TRÁNSITO.....	35
1.13 TOPOGRAFÍA	36
1.14 SERVICIO DE SANEAMIENTO BÁSICO	36
1.14.1 Sistema de agua potable	37
1.14.2 Sistema de alcantarillado y evacuación de aguas residuales	39
CAPÍTULO II : FUNDAMENTO TEÓRICO.....	40
2.1 PAVIMENTOS	40
2.2 TIPOS DE PAVIMENTOS.....	41
2.3 PAVIMENTOS FLEXIBLES	41
2.4 MATERIALES BITUMINOSOS	43
2.4.1 Betunes Asfálticos	43
2.4.2 Emulsión Asfáltica.....	43

2.4.2.1	Concepto.....	43
2.4.2.2	Tipos de Emulsiones Asfálticas	43
2.4.2.3	Clasificación de las Emulsiones Asfálticas.....	44
2.4.2.4	Rotura de las Emulsiones Asfálticas.....	44
2.4.2.5	Ventajas del uso de las emulsiones asfálticas.....	45
2.5	DETERIOROS Y FALLAS EN PAVIMENTOS	45
2.5.1	Clasificación de Fallas de acuerdo a su origen.....	45
2.5.1.1	Fallas de superficie o funcionales	45
2.5.1.2	Fallas estructurales.....	46
2.6	PAVIMENTOS URBANOS.....	46
2.6.1	Clasificación de los pavimentos urbanos	46
2.6.1.1	Vías Expresas.....	47
2.6.1.2	Vías Arteriales.....	47
2.6.1.3	Vías Colectoras.....	47
2.6.1.4	Vías Locales	48
2.6.1.5	Vías de Diseño Especial.....	48
2.6.2	Proyectos en pavimentos urbanos.-.....	48
2.6.2.1	Proyectos de Mejoramiento	48
2.6.2.2	Proyectos de Rehabilitación.....	49
2.6.2.3	Proyectos de Reconstrucción.	49
2.6.3	Mantenimiento o Conservación en Vías Urbanas	49
2.6.3.1	Concepto enfocado al distrito.....	49
2.6.3.2	Consideración técnico-económica de la conservación vial	49
2.6.3.3	Criterio económico para definir prioridades de intervención	50
2.6.3.4	Esquema de la vida del pavimento con mantenimiento	50
2.6.4	Tipos de Mantenimientos.....	51
2.6.4.1	Mantenimiento Rutinario	51
2.6.4.2	Mantenimiento Periódico.....	51
2.6.4.3	Mantenimiento Diferido	52
2.6.4.4	Mantenimiento Urgente.....	52
2.7	VÍAS NO PAVIMENTADAS.	52
2.7.1	Definición.	52
2.7.2	Clasificación.....	52
2.8	EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LOS PAVIMENTOS.....	53
2.8.1	Métodos de Evaluación Superficial de Pavimentos	53
2.8.1.1	Método de Evaluación Visual.....	53
2.8.1.2	Método del PCI (Pavement Condition Index).....	54
2.8.1.3	Método del URCI (Unsurfaced Road Condition Index)	56
CAPÍTULO III : CARACTERIZACIÓN DE PAVIMENTOS URBANOS		58

3.1	CONDICIONES ACTUALES DEL PAVIMENTO EN LA ZONA DE ESTUDIO..	58
3.1.1	Pavimentos Urbanos en la Zona.....	58
3.1.1.1	<i>Vías Expresas</i>	58
3.1.1.2	<i>Vías Arteriales</i>	58
3.1.1.3	<i>Vías Colectoras</i>	60
3.1.1.4	<i>Vías Locales</i>	62
3.1.2	Identificación de la vía y su localización.....	64
3.1.3	Condición Actual de las Vías mediante una evaluación visual.....	65
3.1.3.1	<i>Vías Pavimentadas</i>	65
3.1.3.2	<i>Vías No Pavimentadas</i>	69
3.1.4	Resumen de Observaciones.....	71
3.1.5	Observación de Fallas.....	75
3.1.5.1	<i>Piel de Cocodrilo</i>	75
3.1.5.2	<i>Exudación</i>	77
3.1.5.3	<i>Agrietamiento en Bloque</i>	78
3.1.5.4	<i>Abultamientos (Bumps) y Hundimientos (Sags)</i>	79
3.1.5.5	<i>Corrugación</i>	81
3.1.5.6	<i>Baches</i>	81
3.1.5.7	<i>Grieta de Borde</i>	82
3.1.5.8	<i>Grieta de Reflexión de Junta (de losas de concreto de cemento portland)</i>	83
3.1.5.9	<i>Desnivel Carril / Berma</i>	83
3.1.5.10	<i>Grietas Longitudinales y Transversales (no son de reflexión de losas de concreto de cemento portland)</i>	84
3.1.5.11	<i>Parcheo y Acometidas de Servicio Público</i>	85
3.1.5.12	<i>Pulimento de Agregados</i>	86
3.1.5.13	<i>Huecos</i>	87
3.1.5.14	<i>Cruce de vía Férrea</i>	88
3.1.5.15	<i>Ahuellamiento</i>	88
3.1.5.16	<i>Desplazamiento</i>	90
3.1.5.17	<i>Grietas Parabólicas (Slippage)</i>	91
3.1.5.18	<i>Hinchamiento</i>	91
3.1.5.19	<i>Meteorización / Desprendimiento de Agregados</i>	92
3.1.5.20	<i>Fallas en Vías no Pavimentadas</i>	93
3.1.6	Recopilación de las Fallas Observadas.....	97
3.2	RELEVAMIENTO DE INFORMACIÓN DE CAMPO.....	100
3.2.1	EvalPav.....	101
3.2.2	Procedimiento.....	101
3.2.2.1	<i>Unidades de Muestreo</i>	101
3.2.2.2	<i>Recolección de Datos de Campo</i>	101

3.2.2.3	Ficha de Datos.....	102
3.2.2.4	Ejecución del Software.....	103
3.2.2.5	Resumen del Procesamiento de Información.....	104
3.2.3	Análisis de la Inspección Visual del Pavimento y de la Vía no Pavimentada..	106
CAPÍTULO IV : ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS.....		110
4.1	ALTERNATIVAS MODERNAS PARA PAVIMENTOS	110
4.1.1	Mezcla Asfáltica en Frio.....	110
4.1.1.1	Definición	110
4.1.1.2	Clasificación:.....	110
4.1.2	Slurry Seal	111
4.1.2.1	Definición	111
4.1.2.2	Tipos y aplicaciones.....	111
4.1.3	Micropavimentos.....	111
4.1.3.1	Definición	111
4.1.3.2	Tipos.....	111
4.1.4	Pavimentos Modificados	112
4.1.4.1	Definición.....	112
4.1.4.2	Definición de Polímero.....	112
4.1.4.3	Tipos de modificadores.....	113
4.1.4.4	Por qué se modifican los asfaltos.....	113
4.1.5	Tratamientos Superficiales.....	113
4.1.5.1	Tratamiento Superficial de Riego sin Gravilla	114
4.1.5.2	Tratamiento Superficial de Riego con Gravilla.....	115
4.1.5.3	Tratamiento Superficial Slurry Seal.....	116
4.1.5.4	Tratamiento Superficial con Micropavimento	116
4.1.6	Estabilización de Vías no Pavimentadas	116
4.1.6.1	Estabilización con Emulsión Asfáltica.....	119
4.2	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS	120
4.2.1.1	Mezcla Asfáltica en Frío.....	120
4.2.1.2	Slurry Seal	120
4.2.1.3	Micropavimentos.....	121
4.2.1.4	Comparación del Slurry Seal y el Micropavimento.....	121
4.2.1.5	Pavimentos Modificados.....	122
4.2.1.6	Tratamiento Superficial de Riego sin Gravilla	122
4.2.1.7	Tratamiento Superficial de Riego con gravilla.....	123
4.2.1.8	Estabilización	124
CAPÍTULO V : PROPUESTA DE ALTERNATIVA TECNOLÓGICA Y APLICACIÓN		125
5.1	ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LAS VÍAS EVALUADAS.....	125
5.1.1	Vías Pavimentadas	125

5.1.1.1	Av. Ramos	126
5.1.1.2	Av. La Mar.....	126
5.1.1.3	Jr. 2 de Mayo.....	127
5.1.2	Vías no Pavimentadas	128
5.1.2.1	Camino Vecinal Cerro Alegre.....	128
5.2	PROPUESTAS DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS	129
5.2.1.1	Sellado Asfáltico o Sello de Fisuras y/o Grietas (Crack Sealing).....	129
5.2.1.2	Tratamientos Superficiales con Agregado (Chip Seal)	130
5.2.1.3	Tratamientos Superficiales con Mortero Asfáltico (Slurry Seal)	134
5.2.1.4	Micropavimentos.....	138
5.2.1.5	Pavimento con mezcla asfáltica reciclada en frío.....	139
5.2.1.6	Estabilización con Emulsión Asfáltica.....	141
5.3	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS	143
5.3.1	Sellado Asfáltico	143
5.3.2	Tratamiento Superficial de Riego con Gravilla	145
5.3.3	Tratamiento Superficial Slurry Seal.....	148
5.3.4	Micropavimentos.....	149
5.3.5	Pavimento con mezcla asfáltica reciclada en frío.....	149
5.3.6	Estabilización con Emulsión Asfáltica	152
5.4	ANÁLISIS DE COSTOS.....	153
5.4.1	Introducción	153
5.4.2	Ubicación de Canteras.....	154
5.4.3	Ubicación de Fuentes de Agua	157
5.4.4	Ubicación de Deposito de Materiales Excedentes.....	158
5.4.5	Mano de Obra.....	160
5.4.6	Materiales	160
5.4.7	Equipos y Maquinarias.....	161
5.4.8	Análisis de Costos Unitarios	161
5.4.8.1	Sellado Asfáltico	162
5.4.8.2	Tratamiento superficial de riego con gravilla.....	163
5.4.8.3	Tratamiento superficial Slurry Seal	165
5.4.8.4	Micro Pavimentos	167
5.4.8.5	Mezcla Asfáltica en Frío.....	168
5.4.8.6	Pavimento con Mezcla Asfáltica Reciclada en Frío	170
5.4.8.7	Estabilización con Emulsión Asfáltica.....	170
5.4.9	Tópicos Particulares	171
5.5	RESUMEN DEL ANÁLISIS DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS	171

5.6	ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LAS VÍAS DEL DISTRITO EVALUADAS	172
	CAPÍTULO VI : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	174
6.1	CONCLUSIONES	174
6.2	RECOMENDACIONES	175
	BIBLIOGRAFÍA	177
	ANEXOS.....	180
	ANEXO A: UBICACIÓN DE LAS VÍAS DEL DISTRITO.....	180
	ANEXO B: FICHA DE DATOS POR CADA UNIDAD DE MUESTREO DE LA AVENIDA RAMOS.....	183
	ANEXO C: FICHA DE DATOS POR CADA UNIDAD DE MUESTREO DE LA AVENIDA LA MAR.....	196
	ANEXO D: FICHA DE DATOS POR CADA UNIDAD DE MUESTREO DEL JIRÓN 2 DE MAYO.	212
	ANEXO E: FICHA DE DATOS POR CADA UNIDAD DE MUESTREO DEL CAMINO VECINAL CERRO CANDELA.....	232
	ANEXO F: PROPUESTAS QUE PRESENTAN LOS MANUALES PARA CARRETERAS DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES.....	254
	ANEXO G: CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS POR DEMANDA.	256
	ANEXO H: TIPOS DE CAMINOS POR EJES EQUIVALENTES.....	256
	ANEXO I: TABLA SALARIAL DEL PERSONAL DE PISO.	257
	ANEXO J: TABLA SALARIAL DE REGIMEN DE CONSTRUCCIÓN.....	258
	ANEXO K: COSTO DE LOS MATERIALES.....	259
	ANEXO L: COSTO DE ALQUILER DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS.....	260
	ANEXO M: ACU DE LAS SUB PARTIDAS.	261
	ANEXO N: ACU DE LAS ACTIVIDADES DE LAS SUB PARTIDAS.	262

RESUMEN

Inicialmente se presenta las características generales del distrito de Imperial - Cañete, como son: la ubicación geográfica, vías de comunicación, tránsito, transporte, topografía, aspectos climáticos, demográficos y socioeconómicos.

El estudio presenta la evaluación visual del pavimento de algunas vías del distrito Imperial, escogiendo tres vías pavimentadas y una vía sin pavimentar. Se determina en cada caso el índice de condición en que se encuentran, de acuerdo a parámetros del PCI y URCI. Se obtienen los registros de deterioros superficiales y algunos estructurales, con diferentes niveles de severidad. La mayoría de las vías observadas se encuentran con deterioro superficiales lo que ocasiona disminución del nivel de serviciabilidad del pavimento.

Se ha encontrado vías en buen estado. Sin embargo, hay otra cantidad considerable de vías que se encuentran al término de su serviciabilidad. Por ello, es importante implementar la conservación vial a través de mantenimientos rutinarios y/o periódicos que brinde a los usuarios seguridad, comodidad y menor tiempo de transporte. Por otro lado, se ha observado también que las vías sin pavimentar se encuentran en un estado aceptable. Sin embargo, lo ideal es tener un mejor confort a la hora de transitar. De esta manera se logrará mejorar notablemente el nivel de servicio de las vías.

Es por ello que se justifica la elaboración de identificación, clasificación y monitoreo de las vías pavimentadas y no pavimentados de la zona para proponer alternativas de solución más convenientes. Con lo cual finalmente se elige una alternativa tecnológica de pavimento de acuerdo al estado que se encuentra y al tipo de características del distrito.

Finalmente, esto permite principalmente reducir los problemas de intercomunicación y de transitabilidad de la población en el área de influencia.

ABSTRACT

Initially, the general characteristics of the Imperial district – Cañete are presented, such as: geographical location, communication routes, traffic, transportation, topography, climatic, demographic and socioeconomic aspects.

The study presents the visual evaluation of the pavement of some roads in the Imperial district, choosing three paved roads and one unpaved road. The condition index in which they are found is determined in each case, according to PCI and URCI parameters. Records of superficial and some structural deterioration are obtained, with different levels of severity. Most of the roads observed have superficial deterioration, which causes a decrease in the level of pavement serviceability.

Roads in good condition have been found. However, there are another considerable number of roads that are at the end of their serviceability. For this reason, it is important to implement road maintenance through routine and/or periodic maintenance that provides users with safety, comfort and less transport time. On the other hand, it has also been observed that unpaved roads are in an acceptable state. However, the ideal is to have better comfort when traveling. In this way, the level of service on the roads will be significantly improved.

That is why the identification, classification and monitoring of the paved and unpaved roads in the area is justified in order to propose more convenient alternative solutions. With which, finally, a pavement technological alternative is chosen according to the state it is in and the type of characteristics of the district.

Finally, this mainly makes it possible to reduce intercommunication and transit problems for the population in the area of influence.

PRÓLOGO

La presente tesis de grado se fundamenta, en evaluar alternativas tecnológicas para el tratamiento de los pavimentos en zonas urbanas con bajo volumen de tránsito, con la finalidad de evitar el deterioro prematuro de la calzada y además con la finalidad de aportar a la gestión de las autoridades locales para planificar oportunamente el tratamiento de los pavimentos; cabe indicar, que debido a la gran cantidad de variables presentes en la conservación del pavimento, no se puede establecer una solución general para el tratamiento de los deterioros, sino más bien, específicas para el camino en evaluación; sin embargo en caminos que presentan características similares de tráfico, diseño, geografía y clima, se puede aplicar las alternativas tecnológicas seleccionadas.

La evaluación funcional se aplicó a las principales calles de la zona urbana de distrito de Imperial, cuya capa de rodadura tiene tratamiento con concreto asfáltico y el mejoramiento del estado situacional del pavimento contribuirá al desarrollo económico de los centros poblados aledaños, mediante la integración física del distrito, además que sirve como modelo de tratamiento para otras comunidades, centros poblados, distritos y provincias.

En el desarrollo de la tesis se realiza un amplio análisis del estado situacional del pavimento existente y de la falta de un plan de mantenimiento rutinario y periódico de parte de las instituciones públicas con la finalidad de garantizar el confort de los usuarios de la vía y además para evitar mayor inversión en los trabajos de rehabilitación por falta de una oportuna gestión.

ASESOR

LISTA DE TABLAS

Tabla N°1. Polígono que encierra el área de estudio.	28
Tabla N°2. Polígono que encierra el área de influencia.	30
Tabla N°3. Temperatura máximas y mínimas mensuales del año 2018	31
Tabla N°4. Temperatura máximas y mínimas mensuales del año 2019	32
Tabla N°5. Provincias del Distrito de Cañete	32
Tabla N°6. Población en el Distrito de Imperial.....	33
Tabla N°7. Tabla resumen de la PEA de la provincia y distrito.....	34
Tabla N°8. Volumen Promedio de Producción de Agua.	38
Tabla N°9. Características del Reservorio.	38
Tabla N°10. Rangos de Calificación del PCI.....	55
Tabla N°11. Tabla de vías urbanas dentro de cada centro poblado del Distrito	64
Tabla N°12. Tipo de vías, longitudes (pavimentadas, no pavimentadas y totales), ancho y elevación de Vías Arteriales.....	72
Tabla N°13. Tipo de vías, longitudes (pavimentadas, no pavimentadas y totales), ancho y elevación de Vías Colectoras.....	73
Tabla N°14. Tipo de vías, longitudes (pavimentadas, no pavimentadas y totales) y elevación de Vías Locales.	74
Tabla N°15. Vías arteriales, indicando las fallas con nivel de severidad	98
Tabla N°16. Vías colectoras, indicando las fallas con nivel de severidad.....	99
Tabla N°17. Vías sin pavimentar, indicando las fallas con nivel de severidad.....	100
Tabla N°18. Ancho, longitud, área y cantidad de unidades de muestreo	101
Tabla N°19. Av. Ramos	104
Tabla N°20. Av. La Mar.....	104
Tabla N°21. Jr. 2 de Mayo	105
Tabla N°22. Camino Vecinal Cerro Candela.....	105
Tabla N°23. Tipos de Estabilización de Suelos	118
Tabla N°24. Niveles de Intervención en Carreteras en base al rango del PCI.....	126
Tabla N°25. ACU de Sello Asfáltico < 6 MM.....	162
Tabla N°26. ACU de Sello Asfáltico > 6 MM.....	162
Tabla N°27. ACU de Tratamiento Superficial Monocapa	163
Tabla N°28. ACU de Tratamiento Superficial Monocapa – 1era Capa	163
Tabla N°29. ACU de Tratamiento Superficial Bicapa.....	164
Tabla N°30. ACU de Tratamiento Superficial Monocapa – 1era Capa	164
Tabla N°31. ACU de Tratamiento Superficial Monocapa – 2da Capa	165
Tabla N°32. ACU de Tratamiento Superficial Slurry Seal Tipo I e=3.2 mm	165
Tabla N°33. ACU de Tratamiento Superficial Slurry Seal Tipo II e=6.4 a 8 mm	166
Tabla N°34. ACU de Tratamiento Superficial Slurry Seal Tipo III e=9 a 11 mm	166

Tabla N°35. ACU de Micropavimento Tipo M-II e=7.5 mm	167
Tabla N°36. ACU de Micropavimento Tipo M-III e=10 mm con aditivo	168
Tabla N°37. ACU de Carpeta asfáltica en frio e=2"	168
Tabla N°38. ACU de Preparación de mezcla asfáltica en frio	169
Tabla N°39. ACU de Transporte de mezcla asfáltica en frio	169
Tabla N°40. ACU de Reciclado de pavimento asfáltico e=15 cm	170
Tabla N°41. ACU de Estabilización con emulsión asfáltica e=15 cm	170
Tabla N°42. ACU de Estabilización con emulsión asfáltica	171
Tabla N°43. Tabla de resumen de rendimiento y costos de las alternativas	171
Tabla N°44. Tabla de Vías Evaluadas con sus alternativas propuestas	173
Tabla N°45. Clasificación de Carretera por demanda	256
Tabla N°46. Monto salarial del Personal de Piso	257
Tabla N°47. Costos de cada material por unidad	259
Tabla N°48. Costos de alquiler de equipos y maquinarias por hora	260
Tabla N°49. ACU de Agua para la Obra	261
Tabla N°50. ACU de Arena Chancada	261
Tabla N°51. ACU de Arena Zarandeada	261
Tabla N°52. ACU de Piedra Chancada	261
Tabla N°53. ACU de Material Granular de Corrección	262
Tabla N°54. ACU de Extracción y Apilamiento	262
Tabla N°55. ACU de Transporte Interno D=0.30 KM. (planta)	262
Tabla N°56. ACU Zarandeo y Chancado (Arena)	263
Tabla N°57. ACU de Zarandeo de Arena	263
Tabla N°58. ACU de Zarandeo y Chancado (Piedra)	263
Tabla N°59. ACU de Zarandeo y Chancado (P/Material)	264

LISTA DE FIGURAS

Figura N°1 Provincia de Cañete con sus Distritos.....	25
Figura N°2 Distrito Imperial.	26
Figura N°3 Delimitación del área de estudio, Distrito de Imperial.....	27
Figura N°4 Delimitación del área de influencia de la provincia de Cañete	29
Figura N°5 Esquema de Accesibilidad al distrito Imperial y salida al distrito Quilmaná...35	
Figura N°6 EPS de Influencia en el departamento de Lima	36
Figura N°7 Curva del comportamiento de una calzada sin conservación adecuada.....	50
Figura N°8 Esquema comparativos de costo y conservación de la calzada	50
Figura N°9 Esquema del ciclo de conservación vial preventiva	51
Figura N°10 Formato de inspección para pavimentos flexibles.....	56
Figura N°11 Jr. 2 de Mayo con Severidad Moderada.....	76
Figura N°12 Carretera a San Benito con Severidad Baja.....	77
Figura N°13 Jr. 28 de Julio con Severidad Alta	78
Figura N°14 Av. Víctor Raúl Haya de la Torre con Severidad Baja.....	80
Figura N°15 Jr. Augusto B Leguía con Severidad Moderada.	81
Figura N°16 Av. Ramos con Severidad Alta.....	82
Figura N°17 Carretera Cañete Yauyos con Severidad Alta.....	83
Figura N°18 Carretera a San Benito con Severidad Moderada.....	84
Figura N°19 Av. Benigno Ríos con Severidad Baja.....	85
Figura N°20 Calle Las Palmeras con Severidad Moderada.	86
Figura N°21 Jr. Ayacucho con Severidad Moderada.....	87
Figura N°22 Av. Oscar Ramos Cabieses con Severidad Baja.	89
Figura N°23 Av. Víctor Raúl Haya de la Torre con Severidad Moderada.	90
Figura N°24 Av. La Mar con Severidad Baja.	91
Figura N°25 Jr. Sucre con Severidad Alta.....	92
Figura N°26 Calle las Acacias presenta Baches con Severidad Baja.	94
Figura N°27 Ruta Alfredo Rosaura presenta Polvo con Severidad Baja.	94
Figura N°28 Av. los Eucaliptos presenta Sección transversal impropia con Severidad Moderada.....	95
Figura N°29 Calle Alianza presenta Sección transversal impropia con Severidad Moderada.....	95
Figura N°30 Camino Vecinal a Cerro Candela presenta Polvo con Severidad Moderada.....	95
Figura N°31 Acceso a Canta Gallo presenta Ahuellamientos con Severidad Moderados.....	96
Figura N°32 Acceso a Conde Bajo presenta Polvo con Severidad Baja.	96
Figura N°33 Formato de recolección de datos de campo.....	101

Figura N°34	Ficha de datos de cada unidad de muestreo, para vías pavimentadas.....	102
Figura N°35	Ficha de datos de cada unidad de muestreo, para vías sin pavimentar....	103
Figura N°36	Valores de PCI por unidades de muestreo Av. Ramos.	107
Figura N°37	Valores de PCI por unidades de muestreo Av. La Mar.	108
Figura N°38	Valores de PCI por unidades de muestreo Jr. 2 de Mayo.	108
Figura N°39	Valores de URCI por unidades de muestreo del Camino Vecinal Cerro Candela.....	109
Figura N°40	Tratamiento Superficial Simple STS.....	115
Figura N°41	Tratamiento Superficial Doble DTS.	115
Figura N°42	Tratamiento Superficial Múltiple TTS.	116
Figura N°43	Tamiz que debe cumplir el material para el sellado con arena-emulsión ..	130
Figura N°44	Rangos de gradación para tratamientos superficiales.....	132
Figura N°45	Cantidad de material para STS	133
Figura N°46	Cantidad de material para DTS.....	133
Figura N°47	Granulometría de los agregados recomendadas por la International Slurry Seal Association (ISSA)	135
Figura N°48	Granulometría de los agregados pétreos para micropavimentos, recomendadas por la International Slurry Seal Association (ISSA)	138
Figura N°49	Especificaciones Técnicas de tipos de Estabilizadores y Parámetros	142
Figura N°50	Camión Chip Sealer	145
Figura N°51	Esquema de colocación de tratamiento superficial Monocapa.....	146
Figura N°52	Esquema de colocación de tratamiento superficial Bicapa	147
Figura N°53	Macropaver	148
Figura N°54	Esquema del proceso que se realiza dentro de la Recicladora.....	150
Figura N°55	Equipos para el proceso constructivo del reciclado asfáltico en frío.....	151
Figura N°56	Plano de ubicación de las canteras más cercanas.....	154
Figura N°57	Plano de ubicación de las fuentes de agua más cercanas.....	157
Figura N°58	Plano de ubicación de los DME más cercanos.	159
Figura N°59	Ubicación de las vías dentro de la capital del distrito Imperial.	180
Figura N°60	Ubicación de las vías dentro del Centro poblado Cerro Alegre.....	180
Figura N°61	Ubicación de las vías dentro del Centro poblado San Isidro.	180
Figura N°62	Ubicación de las vías dentro del Centro poblado San Benito.....	181
Figura N°63	Ubicación de las vías dentro del Asentamiento Humano Cerro Candela. .	181
Figura N°64	Ubicación de las vías dentro del Centro poblado Cantagallo.	181
Figura N°65	Ubicación de las vías dentro del Centro poblado Villareal y Conde Bajo. .	182
Figura N°66	Ubicación de las vías dentro del Centro poblado Casa Pintada.....	182
Figura N°67	Ubicación de las vías dentro del distrito de Imperial.	182
Figura N°68	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 001.....	183
Figura N°69	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 002.....	184

Figura N°70	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 003.....	185
Figura N°71	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 004.....	186
Figura N°72	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 005.....	187
Figura N°73	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 006.....	188
Figura N°74	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 007.....	189
Figura N°75	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 008.....	190
Figura N°76	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 009.....	191
Figura N°77	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 010.....	192
Figura N°78	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 011.....	193
Figura N°79	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 012.....	194
Figura N°80	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 013.....	195
Figura N°81	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 014.....	196
Figura N°82	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 015.....	197
Figura N°83	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 016.....	198
Figura N°84	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 017.....	199
Figura N°85	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 018.....	200
Figura N°86	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 019.....	201
Figura N°87	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 020.....	202
Figura N°88	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 021.....	203
Figura N°89	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 022.....	204
Figura N°90	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 023.....	205
Figura N°91	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 024.....	206
Figura N°92	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 025.....	207
Figura N°93	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 026.....	208
Figura N°94	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 027.....	209
Figura N°95	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 028.....	210
Figura N°96	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 029.....	211
Figura N°97	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 030.....	212
Figura N°98	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 031.....	213
Figura N°99	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 032.....	214
Figura N°100	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 033.....	215
Figura N°101	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 034.....	216
Figura N°102	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 035.....	217
Figura N°103	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 036.....	218
Figura N°104	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 037.....	219
Figura N°105	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 038.....	220
Figura N°106	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 039.....	221
Figura N°107	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 040.....	222
Figura N°108	Ficha de datos de cada unidad de muestreo 041.....	223

Figura N°109 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 042.....	224
Figura N°110 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 043.....	225
Figura N°111 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 044.....	226
Figura N°112 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 045.....	227
Figura N°113 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 046.....	228
Figura N°114 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 047.....	229
Figura N°115 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 048.....	230
Figura N°116 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 049.....	231
Figura N°117 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 050.....	232
Figura N°118 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 051.....	233
Figura N°119 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 052.....	234
Figura N°120 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 053.....	235
Figura N°121 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 054.....	236
Figura N°122 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 055.....	237
Figura N°123 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 056.....	238
Figura N°124 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 057.....	239
Figura N°125 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 058.....	240
Figura N°126 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 059.....	241
Figura N°127 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 060.....	242
Figura N°128 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 061.....	243
Figura N°129 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 062.....	244
Figura N°130 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 063.....	245
Figura N°131 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 064.....	246
Figura N°132 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 065.....	247
Figura N°133 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 066.....	248
Figura N°134 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 067.....	249
Figura N°135 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 068.....	250
Figura N°136 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 069.....	251
Figura N°137 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 070.....	252
Figura N°138 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 071.....	253
Figura N°139 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 072.....	254
Figura N°140 Tipos de superficies de rodadura y espesores mínimos deseables	255
Figura N°141 Espesores mín. de capa superficial y base granular para caminos de BVT.....	255
Figura N°142 Restricción de tránsito y geometría vial para los distintos tipos de capa superficial.....	256
Figura N°143 Tipos de tráficos pesados para vías pavimentadas de acuerdo a los EEs.....	257

Figura N°144 Tipos de tráficos pesados para vías no pavimentadas de acuerdo a los EEs.....	257
Figura N°145 Tabla salarial de régimen de construcción.....	258

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Official
ACU	Análisis de Costos Unitarios
AEMA	Asphalt Emulsion Manefactres Association
ANA	Autoridad Nacional del Agua
ASTM	American Society of Testing Materials Asociación Americana de Ensayo de Materiales
Av.	Avenida
BVT	Bajo Volumen de Transito
CANACEM	Cámara Nacional de Cemento
CBR	California Berning Ratio
DME	Depósito de Materiales Excedentes
DTS	Tratamiento Superficial Doble
E	Espesor
EEs	Ejes Equivalentes
EMAPA	Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado
EPS	Empresa Prestadora de Servicios
EVA	Estireno Acetato de Vinilo
HF	High Float
HH	Horas Hombre
HM	Horas Máquina
ICCGSA	Ingenieros Civiles y Contratistas Generales S.A.
IDC	Índice de Confort
IMD	Índice Medio Diario vehicular
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
IRI	Índice de Rugosidad Internacional
ISSA	International Slurry Seal Asociation
Jr.	Jirón
MC	Curado Medio
MDS	Máxima Densidad Seca
Mr.	Módulos de Resiliencia
MS	Media Setting
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
PCI	Pavement Condition Index

PEA	Población Económicamente Activa
PENA	Población Económicamente No Activa
PSI	Present Serviceability Index
RAP	Reciclado de Carpeta Asfáltica
RC	Curado Rápido
RS	Rapid Setting
SB	Estireno Butadieno
SBS	Estireno Butadieno Estireno
SC	Curado Lento
SEDAPAL	Empresa de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
SENAPA	Servicio Nacional de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado
SS	Slow Setting
STS	Tratamiento superficial simple
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
SUNASS	Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento
TRRL	Transport and Road Research Laboratory (Péndulo)
TDM	Tecnología de Materiales
UNI	Universidad Nacional de Ingeniería
UTM	Universal Transverse Mercator

CAPÍTULO I : INTRODUCCIÓN

Se realiza un inventario de la infraestructura vial existente, con la finalidad de conocer el estado situacional de los pavimentos existentes. Teniendo esta información se realiza la evaluación de diferentes alternativas, con la finalidad de encontrar soluciones técnicas y económicas adecuadas, tomando mayor énfasis en problemas superficiales y/o funcionales (debido a la metodología de evaluación realizada), pudiendo en un futuro desarrollar proyectos tecnológicos de tratamiento, mantenimiento, mejoramiento, construcción, rehabilitación, etc. para vías urbanas en el distrito de Imperial, provincia de Cañete, departamento de Lima, Perú.

El primer capítulo describe la problemática, objetivos generales, objetivos específicos, antecedentes, justificación, etc., también se muestra la ubicación geográfica, aspectos climáticos, demográficos, socioeconómicos, vías de comunicación y transporte, tránsito, topografía y servicio de saneamiento básico.

El segundo capítulo describe el marco teórico necesario para presentar las alternativas tecnológicas de pavimentos.

El tercer capítulo describe las características de los pavimentos urbanos de la zona, condiciones actuales, fallas encontradas en vías pavimentadas y sin pavimentar, y finalmente la evaluación mediante el software EvalPav, que hace uso de recopilación de información de los datos tomados en las vías existentes

El cuarto capítulo presenta las alternativas, desarrollando un análisis de cada una de ellas, mostrando sus ventajas, desventajas y comparaciones para la elección de la mejor propuesta de acuerdo al estado actual de cada vía.

El quinto capítulo muestra las alternativas tecnológicas propuestas para cada tipo de vía urbana evaluada, presentando los materiales, dosificaciones, proceso constructivo y costo necesarios para el desarrollo de estas alternativas.

Finalmente se indica las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

1.1 GENERALIDADES

Todos los países desarrollados cuentan con grandes estructuras viales, debido a que invierten tiempo y estudio, no solo para su construcción, sino también para el diseño e innovación de sus vías urbanas, careciendo de vías sin pavimentar, así tengan poca transitabilidad, siendo esta la diferencia con los países llamados en vías de desarrollo, que continúan con caminos encontrados en terreno natural o terreno afirmado, a pesar que muchos de estos caminos son el único medio de interrelaciones comerciales de ciudades o pueblos alejados.

Se sabe que la principal función de la estructura del pavimento es soportar los esfuerzos transmitidos por las cargas vehiculares, siendo estos ejercidos directamente a la capa superficial y transmitida por esta a las demás capas inferiores, además de los esfuerzos, resistir también a los agentes climatológicos y atmosféricos de cada zona.

La parte funcional de un pavimento mide el grado de satisfacción que otorga la vía al usuario, con la comodidad y transitabilidad como las principales características a otorgar.

Por otro lado, la parte estructural de un pavimento mide su condición física, siendo la capacidad de soporte su principal característica a otorgar.

Luego de darse la construcción de un pavimento con la apertura al tránsito y conforme pasa el tiempo, comienzan a aparecer los primeros indicios de deterioros, ya sea por efectos de fatiga o sobre esfuerzo de la estructura, para evitar el incremento de severidad de las fallas y continuar con el tiempo de vida útil de los pavimentos, es importante programar trabajos de Mantenimiento Periódico y Rutinario.

Es importante conocer el estado actual en el que se encuentra el pavimento existente, por lo que se deben realizar evaluaciones mediante parámetros estandarizados, siendo el PCI y el URCI, métodos muy importantes en el país.

Para pavimentos urbanos, los factores más incidentes que producen deterioros son: el tránsito, carga vehicular, tiempo de vida útil, condiciones ambientales, trabajos externos, etc., sus causas son de distinto origen, entre las que destacan:

- Incremento elevado del tránsito y las cargas vehiculares conforme transcurre la vida útil del pavimento.
- Factores climáticos de la zona (Elevado nivel freático, constantes inundaciones, lluvias prolongadas, ineficiente sistema de drenaje superficial).
- Carencia del mantenimiento, ya sea por falta de gestión o por bajos recursos económicos.
- Deficiente proceso constructivo.
- Diseños inadecuados.
- Muchas veces se realizan trabajos de servicios básicos a los pobladores, como pueden ser: saneamiento básico, instalaciones de tuberías eléctricas, de agua, desagüe, gas, etc., dejan parches y trabajos finales en pésimo estado y con malos acabados, que con el tiempo se convierten en fallas de alta severidad.

1.2 PROBLEMÁTICA

La situación actual de las vías pavimentadas y no pavimentadas en el distrito de Imperial, cuentan con la presencia de diferentes deterioros, ya sean de origen superficial o estructural, por lo que es importante enfocarse en alguna metodología específica de evaluación y conocer la gran variedad de fallas que presenta, permitiendo una recopilación correcta que facilite una posterior elección de alternativa adecuada.

La falta de gestión en el de mantenimiento vial, análisis y monitoreo del estado en que se encuentran las vías urbanas (ya sean pavimentadas y no pavimentadas) por parte de las entidades competentes, dificultan la ejecución de tratamientos o trabajos correctivos, impidiendo que muchas de estas vías no lleguen a cumplir el tiempo de vida útil en buen estado o en el mejor de los casos, perduren un poco más de tiempo.

Los pocos proyectos del distrito enfocados en sus vías, son de construcción, reconstrucción o mejoramiento, que en resumen son trabajos de construcción de toda la estructura del pavimento, acompañado de partidas de demolición, movimiento de tierras y pavimentos convencionales, por lo que no se busca alguna otra alternativa, tal vez más eficiente, a pesar que en la actualidad contamos con una variedad de pavimentos que ayuden a la solución más adecuada y efectiva, acomodándose a las necesidades y posibilidades del distrito.

El aumento de flujo y carga vehicular en las vías principales del distrito (en especial las que comunican con las vías interdistritales, donde circulan camiones pesados de carga comercial), viene generando disminución en su vida útil.

Muchas de sus vías son caminos rurales sin pavimento o sin ningún tipo de trabajo encontrado, afectando directamente las transacciones socio-económicas.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

- Propuesta de alternativas tecnológicas de pavimentos en zonas urbanas, de acuerdo a las necesidades y factores que caracterizan al lugar, siendo soluciones que se justifican técnica y económicamente, la cual serán aplicadas en el distrito de Imperial, provincia de Cañete.

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar la sectorización de las vías en la zona de estudio, de acuerdo a la caracterización de los pavimentos urbanos.
- Analizar y evaluar los pavimentos existentes en el distrito de Imperial, describiendo los tipos, niveles de severidad y posibles causas que ocasionan al deterioro de los pavimentos.
- Mostrar ventajas, desventajas y beneficios que otorgan las alternativas tecnológicas, adecuándose a la situación actual de los pavimentos urbanos y de bajo volumen de tráfico.
- Impulsar trabajos de mantenimiento constante, mediante actividades preventivas que den solución a los problemas de las vías urbanas.

1.4 HIPÓTESIS

Proponer las mejores alternativas tecnológicas de pavimentos a ser desarrolladas en zonas urbanas, satisfaciendo las exigencias climáticas, térmicas, topográficas, de tránsito y tráfico vehicular, de acuerdo al estado en que se encuentran sus vías y de esta manera mejorar el nivel de Serviciabilidad.

La Información procesada en la presente tesis, será de gran utilidad para las autoridades y profesionales encargados de estudios de preinversión en los Gobiernos Municipales, otorgándoles mayor cantidad de alternativas rápidas, efectivas, modernas y muchas de ellas de bajo costo.

1.5 ANTECEDENTES

Desde el inicio del desarrollo humano y tecnológico, el hombre tuvo la necesidad comunicarse con los otros pueblos, cada vez más lejanos, trasladándose de un lugar a otro, creando de esta manera caminos y medios de transporte que le proporcionen rapidez y comodidad.

Por lo que el transporte, en específico el terrestre, se ha convertido en una gran prioridad a nivel mundial; en la actualidad se realizan grandes inversiones de tiempo, estudios, dinero, etc., para el desarrollo en infraestructura vial.

Además de las exigencias que soportan las vías, como el flujo y la carga vehicular, también existen otros aspectos a tomar en cuenta, como es: el tipo de clima, geografía, disponibilidad de materiales, economía, etc., del sector.

Dentro de las muchas soluciones que existen para los pavimentos, una de las más económicas son los Tratamientos Superficiales, además que responde satisfactoriamente en caminos con solicitudes bajas a medias de volumen de tránsito, como el caso de los pavimentos zonas urbanas del distrito.

En las últimas décadas se ha logrado grandes avances científicos y tecnológicos en el desarrollo de la construcción de carreteras con grandes solicitudes de tránsito, cuyas especificaciones son cada vez más exigentes. Una aplicación muy importante en este desarrollo tecnológico, es el uso de las emulsiones asfálticas, empleadas en tratamientos, reciclados, riegos, estabilización de bases, etc. El

Perú no lleva mucho tiempo de uso con estas múltiples aplicaciones, debido al poco conocimiento de sus técnicas.

El distrito de Imperial tiene un déficit importante en los mejoramientos del servicio de transitabilidad vehicular y construcciones de infraestructuras viales en vías no pavimentadas. Mientras que en las calles pavimentadas, un gran porcentaje de ellas no reciben tratamiento alguno.

Se consideran según el manual de carreteras como de bajo volumen de tránsito; aquellas cuyo Índice medio diario (IMD) se encuentra menor a 200 vehículos por día y con un número de repeticiones de Ejes Equivalentes de hasta 3×10^5 en un periodo de 10 años, para carreteras no pavimentadas o llamados también trochas carrozables.

Por otro lado el manual de carreteras indica como carreteras de 3era clase aquellas cuyo Índice medio diario (IMD) se encuentra en el rango de 200 a 400 vehículos por día y como caminos de bajo volumen de tránsito aquellos con un número de repeticiones de Ejes Equivalentes de 1.5×10^5 hasta 1×10^6 en un periodo de 10 años, pudiendo aplicarse en estas vías las tecnologías: mezclas asfálticas en frío, micropavimentos, lechadas asfálticas, tratamientos superficiales y estabilidad de suelos. Muchas de estas tecnologías conocidas también como Soluciones Básicas.

El estado, mediante sus organismos viales, considera algunos mecanismos para ejecutar estas actividades, mediante:

- Concesiones viales.
- Contratos convencionales por programas.
- Contratos por “Niveles de servicio”.
- Contratos por “Asociación Público – Privada”.

Sin embargo, las vías urbanas son responsabilidad de las municipalidades, como es el caso del presente proyecto, los trabajos de mantenimiento, construcción, rehabilitación, etc. es gestión de la Municipalidad Distrital de Imperial.

En la Figura N°1 se observa la Provincia de Cañete al Sur de la Provincia de Lima.

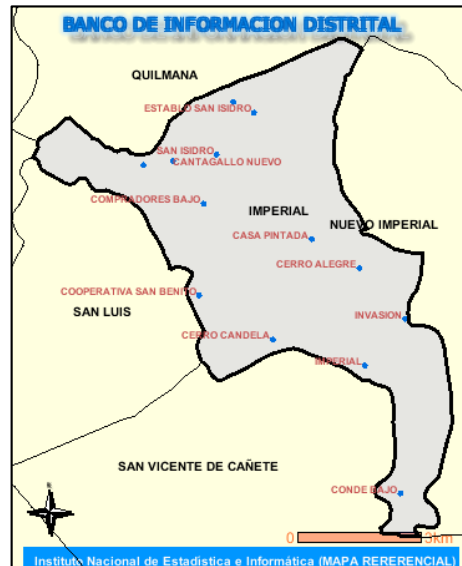


Figura N°2 Distrito Imperial.
Fuente: INEI (2017).

En la Figura N°2 se observa el distrito de Imperial, un centro poblado cosmopolita, donde predomina el comercio, por ello suele ser denominada “Capital Comercial del Sur medio del Perú”, ubicado a la altura del Km. 145 de la Carretera Panamericana Sur, a 4 Km. del Distrito de San Vicente de Cañete, ingresando por la Av. Benavides (Carretera Cañete - Yauyos). Abarca una extensión superficial de 53.16 km², comprende 21 centros poblados, teniendo en el denominado Centro Urbano su mayor concentración poblacional.

1.7.1 Área de estudio y área de influencia:

El área de estudio está conformada por el área de intervención y es aquella donde se encuentran los pavimentos urbanos existentes, mientras que el área de influencia es aquella donde se encuentra la población beneficiada directamente.

El Distrito de Imperial tiene los siguientes límites:

- Norte : colindando con el distrito de Quilmaná.
- Este : colindando con el distrito de Nuevo Imperial.
- Sur : colindando con el distrito de San Vicente de Cañete.
- Oeste : colindando con los distritos de Cerro Azul y San Luis.



Figura N°3 Delimitación del área de estudio, Distrito de Imperial.
Fuente: GOOGLE EART (2018).

En la Figura N°3 se observa el Área de estudio, por lo que es la zona de intervención, donde se encuentran los pavimentos urbanos que serán evaluados y analizados, para posteriormente elegir alguna posible alternativa tecnológica de solución.

Las coordenadas UTM y Geográficas del polígono que encierra el área de estudio se muestran en la Tabla N°1.

Tabla N°1. Polígono que encierra el área de estudio.

VÉRTICE	COORDENADAS			
	UTM		GEOGRÁFICAS	
	NORTE	ESTE	LATITUD	LONGITUD
A	8562288	345898	13°00'04.77"S	76°25'15.39"O
B	8561700	347269	13°00'24.15"S	76°24'30.00"O
C	8561401	348098	13°00'34.02"S	76°24'02.54"O
D	8562833	348901	12°59'47.57"S	76°23'35.63"O
E	8564396	352935	12°58'57.40"S	76°21'21.46"O
F	8564126	353517	12°59'06.29"S	76°21'02.20"O
G	8559450	352272	13°01'38.27"S	76°21'44.35"O
H	8558570	355091	13°02'07.39"S	76°20'10.93"O
I	8556916	354727	13°03'01.16"S	76°20'23.30"O
J	8556677	355523	13°03'09.08"S	76°19'56.93"O
K	8552245	355207	13°05'33.24"S	76°20'08.18"O
L	8551758	355089	13°05'49.09"S	76°20'12.18"O
M	8551449	354922	13°05'59.10"S	76°20'17.79"O
N	8551245	354965	13°06'05.76"S	76°20'16.41"O
Ñ	8551242	354273	13°06'05.72"S	76°20'39.37"O
O	8552364	353807	13°05'29.12"S	76°20'54.65"O
P	8555073	354382	13°04'01.08"S	76°20'35.08"O
Q	8556243	351828	13°03'22.56"S	76°21'59.64"O
R	8555388	349453	13°03'49.94"S	76°23'18.65"O
S	8556486	349350	13°03'14.22"S	76°23'21.88"O
T	8558016	348989	13°02'24.35"S	76°23'33.56"O
U	8558228	348537	13°02'17.38"S	76°23'48.53"O
V	8560308	346481	13°01'09.30"S	76°24'56.41"O
W	8560696	346177	13°00'56.61"S	76°25'06.40"O
X	8560217	346085	13°01'12.19"S	76°25'09.55"O
Y	8560707	345206	13°00'56.09"S	76°25'38.64"O
Z	8561369	345025	13°00'34.52"S	76°25'44.52"O

Fuente: Elaboración Propia

La provincia de Cañete tiene los siguientes límites:

- Norte : colindando con la provincia de Lima y la provincia de Huarochirí.
- Este : colindando con la provincia de Yauyos.
- Sur : colindando con el departamento de Ica.
- Oeste : colindando con el Océano Pacífico.

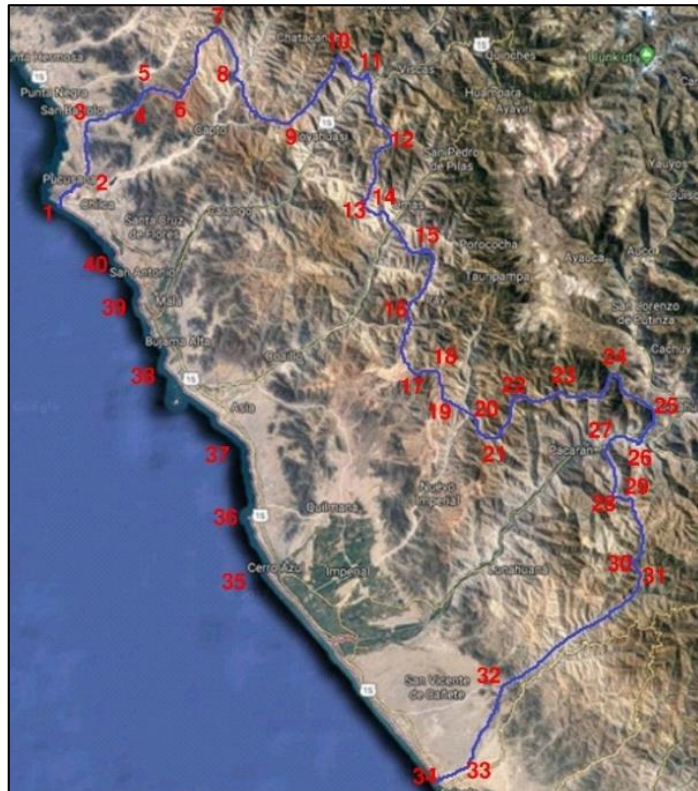


Figura N°4 Delimitación del área de influencia de la provincia de Cañete
Fuente: GOOGLE EARTH (2018).

En la Figura N°4 se observa el área de influencia, abarca principalmente a la Provincia de Cañete, ya que dentro del ámbito de las rutas comerciales y de transporte de esta provincia, se encuentra el distrito de Imperial, mediante sus vías urbanas e interdistritales, que conectan y relacionan directamente el intercambio socio-comercial entre ellos, y con los demás distritos de la provincia y el resto del país.

Las coordenadas UTM y Geográficas del polígono que encierra el área de influencia se muestran en la Tabla N°2.

Tabla N°2. Polígono que encierra el área de influencia.

VÉRTICE	COORDENADAS			
	UTM		GEOGRÁFICAS	
	NORTE	ESTE	LONGITUD	LATITUD
1	8615083	306395	12°31'18.81"S	76°46'54.22"O
2	8620744	309861	12°28'15.35"S	76°44'58.20"O
3	8628925	309057	12°23'48.97"S	76°45'23.03"O
4	8632584	318335	12°21'51.85"S	76°40'15.13"O
5	8630998	315370	12°22'42.85"S	76°41'53.61"O
6	8617125	331473	12°30'17.48"S	76°33'03.22"O
7	8641226	331950	12°17'13.26"S	76°32'42.79"O
8	8617125	331473	12°30'17.48"S	76°33'03.22"O
9	8616693	331035	12°30'31.47"S	76°33'17.81"O
10	8638223	350052	12°18'54.21"S	76°22'44.22"O
11	8618177	333918	12°29'43.73"S	76°31'42.03"O
12	8617148	336568	12°30'18.70"S	76°30'14.46"O
13	8610333	341118	12°34'00.33"S	76°27'44.99"O
14	8613956	356500	12°32'05.07"S	76°19'14.78"O
15	8602457	362593	12°38'20.28"S	76°15'54.76"O
16	8600252	361369	12°39'31.86"S	76°16'35.68"O
17	8602416	355354	12°38'20.45"S	76°19'54.69"O
18	8590384	364923	12°44'53.58"S	76°14'39.46"O
19	8581229	361792	12°49'51.04"S	76°16'24.77"O
20	8582570	369575	12°49'08.62"S	76°12'06.42"O
21	8579681	372359	12°50'43.07"S	76°10'34.51"O
22	8584570	377335	12°48'04.66"S	76°07'48.74"O
23	8586436	382819	12°47'04.68"S	76°04'46.60"O
24	8590641	390889	12°44'48.88"S	76°00'18.44"O
25	8584745	397866	12°48'15.63"S	75°56'27.79"O
26	8579043	395836	12°51'07.01"S	75°57'35.83"O
27	8579073	390089	12°51'05.32"S	76°00'46.45"O
28	8570718	391039	12°55'37.93"S	76°00'16.04"O
29	8570981	394046	12°55'29.20"S	75°58'36.22"O
30	8561548	394720	13°00'36.30"S	75°58'15.04"O
31	8558430	395608	13°02'17.91"S	75°57'45.97"O
32	8541556	374630	13°11'24.25"S	76°09'24.93"O
33	8529369	370583	13°18'00.28"S	76°11'41.28"O
34	8526453	365089	13°19'34.30"S	76°14'44.33"O
35	8559165	338472	13°01'45.00"S	76°29'22.42"O
36	8567458	335425	12°57'14.54"S	76°31'01.91"O
37	8578205	335394	12°51'24.80"S	76°31'00.86"O
38	8590816	322172	12°44'31.79"S	76°38'16.73"O
39	8600618	318322	12°39'12.03"S	76°40'22.24"O
40	8607455	314592	12°35'28.77"S	76°42'24.38"O

Fuente: Elaboración Propia

1.8 ASPECTOS CLIMÁTICOS

1.8.1 Temperatura

El distrito Imperial por su cercanía al mar y a la ciudad de Lima, tiene un clima muy parecido a la capital del país, cálido durante el verano, llegando a un promedio de 24 °C de temperatura, templado en otoño e invierno y un poco de frío en invierno, llegando a un promedio de 14 °C de temperatura. Por otro lado la humedad varía de 78% en verano y llega a 86% en invierno. La precipitación va desde 0.0 y 1.5 mm., los vientos se dirigen de Sur-Oeste a Nor-Este a velocidades que llegan hasta los 5 m/seg.

La estación meteorológica más cercana y en funcionamiento es SOCSI CAÑETE – 006230, que esta monitoreada por SENAMHI y está ubicada en las coordenadas geográficas: latitud 13°01'42''S y longitud 76°11'40.3''O, con una altitud de 500 msnm., en el distrito de Lunahuaná, provincia Cañete y departamento Lima, se muestra en las Tabla N°3 y Tabla N°4 las temperaturas máximas y mínimas mensualmente que reporto esta estación de los años 2018 y 2019 respectivamente.

Tabla N°3. Temperatura máximas y mínimas mensuales del año 2018

MES	Tmín	Tmáx
2018 ENERO	16.3	30.2
2018 FEBRERO	18	30.3
2018 MARZO	19	32.3
2018 ABRIL	17.3	30.2
2018 MAYO	13.2	28.6
2018 JUNIO	13.8	23.8
2018 JULIO	13.5	23.5
2018 AGOSTO	12.5	26.6
2018 SETIEMBRE	13	24.8
2018 OCTUBRE	13.4	28.1
2018 NOVIEMBRE	14.8	27.9
2018 DICIEMBRE	14.9	31.8

Fuente: Estación Meteorológica SOCSICAÑETE-006230 SENAMHI (2020).

Tabla N°4. Temperatura máximas y mínimas mensuales del año 2019

MES	Tmín	Tmáx
2019 ENERO	18.1	32.4
2019 FEBRERO	19.8	32.8
2019 MARZO	18.6	32.6
2019 ABRIL	16.3	29.9
2019 MAYO	13.8	28.5
2019 JUNIO	14.0	24.9
2019 JULIO	11.5	22.9
2019 AGOSTO	12.0	25.8
2019 SETIEMBRE	11.9	24.7
2019 OCTUBRE	12.6	27.9
2019 NOVIEMBRE	14.3	28.6
2019 DICIEMBRE	15.2	29.9

Fuente: Estación Meteorológica SOCSICANETE-006230 SENAMHI (2020).

1.9 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

La provincia de Cañete cuenta con 16 distritos, como se observa en la Tabla N°5, el cual uno de ellos es el distrito de Imperial, que se encuentra a 85 msnm y pertenece a la región chala o costa del Perú.

Tabla N°5. Provincias del Distrito de Cañete

DISTRITOS	SUPERFICIE (km ²)	POBLACIÓN (HAB.)	ALTITUD MSNM	DENSIDAD POBLACION.	CAPITAL
Asia	279.36	9 321	46	33.4	Asia
Calango	530.89	2 377	317	4.5	Calango
Cerro Azul	105.17	8 053	7	76.6	Cerro Azul
Chilca	475.47	15 801	17	33.2	Chilca
Coayllo	509.99	1 077	294	2.1	Coayllo
Imperial	53.16	39 628	91	745.4	Imperial
Lunahuaná	500.33	4 812	484	9.6	Lunahuaná
Mala	129.31	37 386	41	289.1	Mala
Nuevo Imperial	329.30	23 130	154	70.2	Nvo. Imperial
Pacarán	258.72	1 791	708	6.9	Pacarán
Quilmaná	437.40	16 200	161	37.0	Quilmaná
San Antonio	37.31	4 169	45	111.7	San Antonio
San Luis	38.53	12 971	26	336.6	San Luis
San Vicente de Cañete	513.15	55 824	28	108.8	San Vicente
Santa Cruz de Flores	100.06	2 793	91	27.9	Santa Cruz de Flores
Zúñiga	198.01	1 818	819	8.0	Zúñiga

Fuente: INEI - POBLACIÓN AL 2015 (2015).

1.9.1 Población

Imperial es el segundo distrito más habitado de la Provincia de Cañete y Cañete es la segunda provincia más habitada del departamento de Lima, siendo superado solo por la capital, la provincia de Lima.

En cuanto a la densidad poblacional ocupa el primer lugar, dentro de la provincia de Cañete. La población de Imperial se distribuye desordenadamente, como ocurre en todo el país, ya que se encuentra mayor densidad poblacional en zonas urbanas que en zonas rurales. La Tabla N°6 muestra la población del distrito desde el 2000 hasta el 2015.

Tabla N°6. Población en el Distrito de Imperial

AÑO	POBLACIÓN
2 000	35,426
2 001	35,814
2 002	36,183
2 003	36,531
2 004	36,856
2 005	37,159
2 006	37,428
2 007	37,665
2 008	37,885
2 009	38,106
2 010	36,342
2 011	38,595
2 012	38,854
2 013	39,115
2 014	39,375
2 015	39,628

Fuente: INEI - POBLACIÓN 2000 AL 2015 (2015).

1.10 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

1.10.1 Población Económicamente Activa (PEA)

Las principales actividades de la provincia de Cañete son la agricultura y ganadería, por lo mismo es considerada como una de las provincias más fértiles del Perú, además de otras actividades como el comercio y turismo. En la Tabla N°7 detallamos el resumen de la Población Económicamente Activa (PEA) que conforman el área de estudio, con 6 años a más:

Tabla N°7. Tabla resumen de la PEA de la provincia y distrito.

LUGAR	POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PAE)					POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE NO ACTIVA - PENA
	TOTAL	OCUPADA		DESOCUPADA		
		ABSOLUTA	%	ABSOLUTA	%	
PROV CAÑETE	50,048	46,371	92.65	3,677	7.35	79,638
SAN VICENTE DE CAÑETE	10,403	9,570	91.99	833	8.01	17,389
IMPERIAL	10,295	9,370	91.02	925	8.98	15,614

Fuente: INEI – CENSO (1993).

Se observa que el distrito de San Vicente de Cañete es el que cuenta con más PEA dentro de la provincia, con el 20.79%, seguido de Imperial con el 20.57% y como tercero se encuentra Nuevo Imperial con el 14.16%.

1.10.2 Actividad Económica por Sectores

De acuerdo a lo indicado anteriormente, se ha encontrado que las actividades económicas más desarrolladas en la provincia de Cañete, son la agricultura, ganadería, industria, comercio, turismo, etc. Por lo que se puede mencionar respecto a los distritos más importantes de la provincia de Cañete, lo siguiente:

La capital San Vicente de Cañete, tiene como sector económico más importante al Terciario (llamados así a las actividades relacionadas con el comercio, comunicaciones y transporte), llegando al 43.47% del PEA distrital, seguido del sector primario (llamados así a las actividades relacionadas con la extracción de materia prima) con el 29.72% y el resto al sector secundario (llamados así a las actividades relacionadas con los talleres, laboratorios e industrias).

Por otro lado, el distrito Imperial, tiene como sector económico más importante al terciario, que representa el 45.38% de su PEA distrital, seguido del primario con el 26.35 % y el resto de la PEA en el sector secundario.

1.11 VÍAS DE COMUNICACIÓN

El distrito se comunica mediante 2 redes fundamentales:

- La carretera Panamericana Sur es la red primaria que permite conectar a la provincia de Cañete con Lima y el resto de ciudades del sur del país.
- La red secundaria permite conectarse con los distritos: San Vicente, Nuevo Imperial, San Luis, Cerro Azul y Quilmaná.

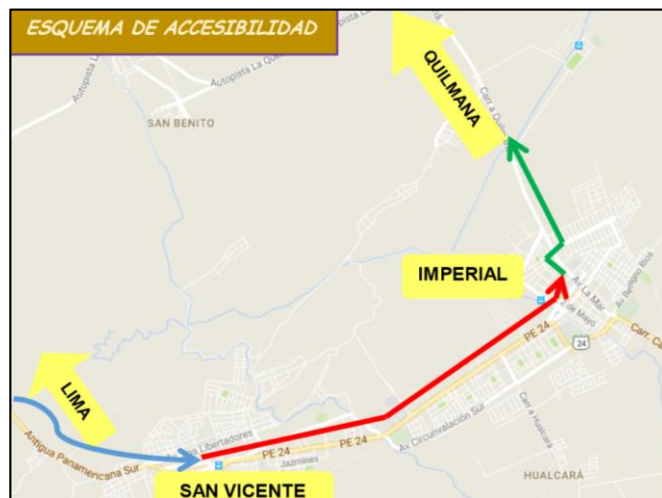


Figura N°5 Esquema de Accesibilidad al distrito Imperial y salida al distrito Quilmaná
Fuente: Elaboración Propia

En la Figura N°5 se observa el acceso principal a Imperial, inicia llegando a San Vicente de Cañete, mediante la Panamericana Sur, continua por la prolongación de la Av. Benavides, que modifica su nombre por Av. Ramos al ingresar a Imperial, el regreso a San Vicente de Cañete es por el Jr. el Carmen; sin embargo también se puede llegar a través de la Av. Oscar Ramos Cabieses (que es una vía paralela a la Av. Benavides), por esta vía también se puede llegar a Carmen Alto (hacia el Nor-Este), Nuevo Imperial y Lunahuaná (Hacia el Sur-Este) evitando el paso por el Centro Urbano.

De igual forma que se cuenta con vías de accesos al distrito de Imperia, también se cuenta con vías de salida, hacia el distrito de Quilmaná, a través de la vía Av. La Mar, por esta vía también se puede dirigir a centros poblados más alejados como: Cerro Candela, Cerro Alegre, entre otros.

El distrito Imperial no cuenta con transporte marítimo y aéreo, ya que carece de puertos y aeropuertos respectivamente.

1.12 TRÁNSITO

Se ha observado el incremento acelerado del proceso de Urbanización en Imperial y con esto la falta de un adecuado ordenamiento vial. Se ha encontrado un desorden en el transporte terrestre: vehículos pesado Interprovinciales e Interdistritales, mayor flujo en el transporte urbano, incremento del transporte

motorizado (denominados moto-taxis), por otro lado están los paraderos del transporte Interdistrital que se encuentra ubicado en el centro de la ciudad, sin tener paraderos autorizados, todo esto genera una gran congestión en el centro urbano.

1.13 TOPOGRAFÍA

La zona de estudio presenta una topografía relativamente plana, con pendientes mínimas en promedio de 12.50 % de Norte a Sur, variando las cotas de las vías de 80 a 100 msnm. El distrito tiene un BM con una cota fija de 85.45 m.s.n.m., fue establecida por el IGM en el año de 1972, se encuentra en la Plaza de Armas de la ciudad, al frente de la iglesia El Carmen.

1.14 SERVICIO DE SANEAMIENTO BÁSICO

La Empresa Prestadora de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Cañete Sociedad Anónima – EMAPA CAÑETE S.A., es una empresa de nivel municipal autónomo, con personería jurídica de derecho privado, con patrimonio, funcionalidad y administración propia, constituida como sociedad anónima, está a cargo de: los servicios de producción, almacenamiento, mantenimiento, control, tratamiento y distribución de agua potable; además de : la recolección, tratamiento y disposición del alcantarillado sanitario y pluvial.

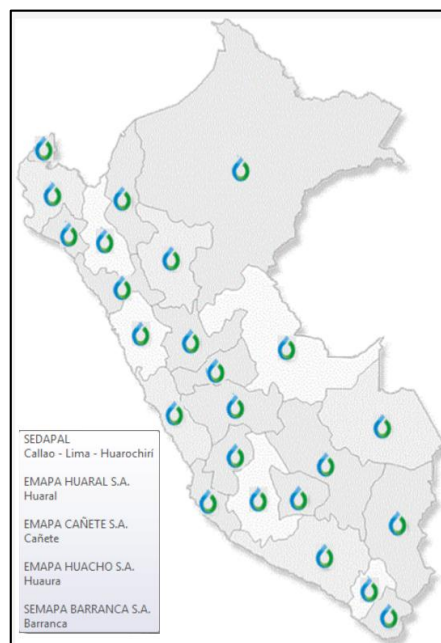


Figura N°6 EPS de Influencia en el departamento de Lima
Fuente: Superintendencia Nacional de Servicio de Saneamiento (Sunass, 2018).

En la Figura N°6 muestra el mapa con el cuadro de las 5 Empresas Prestadoras de Servicios (EPS), que brindan el servicio de agua potable y alcantarillado en el departamento de Lima. La EPS Cañete S.A. tiene presencia en el distrito de Imperial, con un sistema de agua potable y alcantarillado que fueron construidas hace más de 50 años.

1.14.1 Sistema de agua potable

El sistema de agua potable radica de dos fuentes principales: superficial y subterránea.

El agua de la fuente superficial es abastecida del Canal nuevo en Imperial, captando las aguas del Río Cañete, iniciando su marcha en la bocatoma de Nuevo Imperial, en la zona conocida como el Desarenador, a 22 Km. Al Nor - Oeste de la ciudad de San Vicente de Cañete, en la carretera que dirige a Lunahuaná. Su caudal en promedio se observa en la Tabla N°8, permitiendo que el flujo sea constante durante todo el año, llegando a obtener hasta $8.47 \text{ m}^3/\text{seg.}$ en sus puntos más altos. Además de este canal se tiene otros menores llamados: lateral Cantera, lateral A, Lateral B y lateral Z, que son utilizados para abastecer áreas de riego en los distritos de Quilmaná y Nuevo Imperial.

Existe también otro canal secundario llamado Canal viejo en Imperial, que inicia su marcha en la toma de Pinta, al margen derecho del río Cañete, este canal mantiene su estructura precaria, su caudal es de $3 \text{ m}^3/\text{seg.}$, llegando hasta puntos máximos de $4 \text{ m}^3/\text{seg.}$ Sin embargo este canal tiene una diferencia de nivel desfavorable, de 3 m., perjudicando su captación de agua, por lo que es necesario utilizar una motobomba para su funcionamiento y solo es operada en periodos donde le canal principal tenga problemas de captación.

La segunda fuente de abastecimiento es la subterránea, que es captada de galerías filtrantes de un manantial, se encuentra 400 m. al sur de la planta de tratamiento, en el anexo llamado Alminares, en la cota 135.00 m.s.n.m., a 3,174 m del distrito de Imperial. Su caudal en promedio se observa en la Tabla N°8.

Tabla N°8. Volumen Promedio de Producción de Agua.

FUENTES	CAUDAL		CALIDAD DE AGUA
	LT/S	M3/DÍA	
CANAL NUEVO IMPERIAL	5,000.00	432,000.00	REGULAR
MANANTIAL ALMINARES	20.00	1,728.00	BUENA
TOTAL (M3/DÍA)	433,728.00		

Fuente: EMAPA Cañete (2015).

El sistema de almacenamiento de agua en Imperial consta de un solo reservorio, lo cual detallamos en la Tabla N°9:

Tabla N°9. Características del Reservorio.

RESERVORIO	R1 ALMINARES
TIPO	SEMI ENTERRADO
COTA FONDO (M.S.N.M.)	140.61
VOLUMEN (M3)	800 M3
ANTIGÜEDAD (AÑOS)	36.00
ESTADO DE CONSERVACIÓN	REGULAR

Fuente: EMAPA Cañete (2015).

La distribución de agua potable en el distrito, en su mayoría son mediante tuberías de asbesto, de un poco más de 35 años de antigüedad, generando problemas en el tiempo con el uso de estos materiales, en los años 90, se realizaron cambios de algunas redes por tuberías de PVC. De acuerdo a estudios y pruebas realizadas por EMAPA CAÑETE S.A., se ha encontrado una pérdida aproximada de un 50% en los recurso hídrico, a causa del mal estado en el que se encuentran funcionando muchas de estas tuberías, por otro lado, el desorden de las instalaciones, la falta de medidores y las instalaciones clandestinas, generan desorden y gastos en vano.

El servicio de agua potable en el distrito se mantiene durante las 24 horas, salvo los sectores que tienen problemas de operación y carentes de mantenimiento a las tuberías, donde el servicio se ve interrumpido. Durante la época de lluvias, la turbiedad se incrementa de agua, disminuyendo la calidad del agua potable, por lo que generan corte en zonas críticas.

1.14.2 Sistema de alcantarillado y evacuación de aguas residuales

El sistema de alcantarillado en Imperial, está conformado por redes de Ø8" PVC, Ø8" CSN y Ø10" CSN, que descargan en dos colectores principalmente. Este sistema funciona por gravedad.

Las aguas servidas del distrito se distribuyen por gravedad, en sentido de norte a sur-oeste, descargando en el canal de irrigación Mamalá en San Vicente de Cañete, a 3 Km previos al desemboque en las costas peruanas. Del mismo modo que el sistema de agua potable, este sistema fue construido hace más de 30 años, por lo que genera problemas de atoro y fugas, estos colapsos se generan debido a la angostura y/o roturas de las tuberías.

La cobertura de este servicio abarca aproximadamente el 70% de las viviendas del distrito, por lo que las viviendas no abastecida (el 30% aproximadamente) recurren a pozos sépticos, letrina o acequias cercanas a sus domicilios.

CAPÍTULO II : FUNDAMENTO TEÓRICO.

2.1 PAVIMENTOS

Es una estructura con una superficie debidamente preparada, con el objetivo de brindar condiciones de comodidad y seguridad a los conductores y pasajeros, de acuerdo a las técnicas modernas en el campo de la ingeniería, se puede definir como un sistema que funcionan obedeciendo leyes físicas, generando esfuerzos, deformaciones, presiones, etc., de interacción con otros cuerpos, se encuentran expuestos a factores externos, tales como: el clima, la temperatura, el medio ambiente, etc. Para obtener una adecuada resistencia a estas acciones, los pavimentos deben encontrarse conformados por el acomodo de distintos tipos de materiales, que conforman capas colocadas una sobre otra, con características, espesores y dimensiones específicas, de esta manera recibir de forma disipada y distribuir las cargas transmitidas por el tránsito.

Al pasar el tiempo, esta estructura genera respuestas mecánicas inmediatas llamados: esfuerzos, deformaciones unitarias y deflexiones, debido a las leyes físicas involucradas por la acción de resistencia a las cargas, generando con el tiempo efectos de deterioro, que se caracteriza por ser acumulativo, permanente e interactuante, que posteriormente son conocidos como fallas, exigiendo realizar servicios de mantenimiento o en el peor de los casos una nueva construcción. Los pavimentos cuentan con características funcionales y/o estructurales.

Las características funcionales son las que corresponden al tipo de acabado y superficie de la capa de rodamiento, características que afectan directamente al usuario, se puede mencionar lo siguiente:

- Resistir y distribuir las cargas vehiculares, de tal forma que disminuya la presión vertical conforme se traslada a las capas inferiores.
- Resistir a factores climatológicos de la zona, como son: las lluvias, temperatura, clima, etc.
- Resistir al derrapamiento, también conocida como fricción, se logra con una adecuada textura superficial y adaptándola a velocidades solicitadas.
- Regularidad transversal y longitudinal en la superficie, afecta directamente la comodidad del usuario, debido a la severidad del daño en las deformaciones superficiales.

- Reflexión luminosa, está ligado al diseño de: señalizaciones, pintura, tachas reflectivas e iluminación de la vía.
- Drenaje superficial, el buen diseño de bombeo y drenaje en la superficie evita la aparición de películas delgadas de agua sobre la superficie de rodamiento, o en caso húmedas con alto contenido de precipitaciones, facilita el drenaje de estas películas a través de la superficie, evitando en lo posible el acuaplaneo.

Por otro lado las características estructurales están relacionadas a la resistencia en conjunto del pavimento, que viene apoyado del proceso constructivo.

- Estructuralmente se relacionan directamente con las características mecánicas y espesores de las capas del pavimento, desde la capa de rodadura hasta el terreno de fundación (llamado subrasante).
- La calidad de los materiales que conforman todas las capas del pavimento.
- El correcto proceso constructivos del pavimento.

2.2 TIPOS DE PAVIMENTOS

Se pueden clasificar de acuerdo a diferentes criterios: por la ubicación, por los materiales que lo componen, número de capas de la estructura, rigidez de la superficie de rodamiento, de acuerdo al uso que se le va dar, etc., sin embargo, los criterios más tradicionales lo clasifican como: rígidos, flexibles, mixtos o compuestos, etc. Debido a que el presente proyecto contempla el análisis de vías constituidas por pavimentos flexibles, solo mencionaremos a este tipo.

2.3 PAVIMENTOS FLEXIBLES

Conocido también como pavimentos asfálticos y se caracteriza por tener su capa de rodadura constituida por mezclas bituminosas de alquitrán o asfalto, generalmente esta superficie se encuentra apoyada sobre dos capas flexibles o no rígidas, conformadas por materiales granulares debidamente graduados.

La construcción de este tipo de pavimentos resulta inicialmente más económico que un pavimento rígido, sin embargo para mantener e incrementar el tiempo de vida útil necesita de actividades de conservación vial más constantes.

A. Subrasante

Conocida también como cimentación del pavimento, no se considera como una capa estructural, debido a que es la superficie del terreno de fundación, ya sea obtenida por trabajos de: corte, relleno, mejoramiento del terreno o simplemente perfilado y compactado, sobre el cual va colocada la estructura del pavimento.

B. Subbase Granular

Constituidas por materiales seleccionados (agregados naturales procedentes de excavación o canteras), mayor capacidad portante que el terreno de fundación, se ajusta a parámetros granulométricos y requisitos de calidad.

C. Base Granular

Para volúmenes de tránsito de bajo a medio, tradicionalmente se utilizan los llamados afirmados, y para volúmenes de tránsito altos se utilizan materiales granulares, siempre de mejor calidad que una subbase granular.

D. Carpeta de Rodadura

Esta carpeta se constituye con mezclas asfálticas, denominándose concreto asfáltico, recibe directamente los esfuerzos del tránsito vehicular y en vías de alto volumen de tránsito se emplean espesores considerables. Dentro de sus funciones podemos destacar las siguientes:

- Protege al pavimento impermeabilizando la superficie, evitando filtraciones de agua por lluvia o humedad, para que las capas subyacentes puedan mantener su capacidad de soporte.
- Evita la desintegración y desgaste de la base a causa del tránsito vehicular, controlando la acumulación de deformaciones plásticas en dicha capa.
- Resistir a los efectos de abrasivos del tránsito, proporcionando una superficie uniforme, estable, de textura óptima y color conveniente.
- Contar con superficie que tenga rigidez y resistencia al deslizamiento, incluso en momentos de humedad.
- Aumenta la capacidad de soporte del pavimento, especialmente si tiene un espesor considerable.
- En conclusión aporta las características funcionales del pavimento.

2.4 MATERIALES BITUMINOSOS

Son los que tienen origen en los crudos petrolíferos, también obtenidos por destilación destructiva de sustancias de origen carbonoso, pudiendo encontrarse en forma natural o por necesidad de alguna modificación.

2.4.1 Betunes Asfálticos

Conocidos como cementos asfálticos, son líquidos viscosos que necesitan calentarse a altas temperaturas para obtener fluidez y producir mezclas asfálticas. Se refinan por destilación de los residuos más pesados en el proceso de fraccionamiento del petróleo, continuando la destilación para obtener el grado de penetración deseada.

2.4.2 Emulsión Asfáltica

2.4.2.1 Concepto

Se define como un líquido disperso establemente en otro líquido, formando dos fases inmiscibles entre sí, la fase discreta o dispersa (gotas de asfalto) y fase continua o dispersante (agua), logrado por de un agente emulsificante que reduce la tensión superficial, sus moléculas rodean a las partículas del asfalto, manteniéndolas uniformemente dispersas en la emulsión. Pueden ser almacenadas en periodos largos, al ser aplicadas el agua se evapora, dejando el agente emulsivo retenido en el asfalto, conservando todas las propiedades del cemento asfáltico (esta separación del agua con el asfalto se llama rotura de emulsión). Aproximadamente en proporciones:

- Cemento Asfáltico: 50% a 63%
- Agua: 35% a 50%
- Agente Emulsificante: 0.5% a 2%

2.4.2.2 Tipos de Emulsiones Asfálticas

De acuerdo a la carga eléctrica que rodean a las partículas del asfalto:

- Emulsiones Catiónicas: Cargadas positivamente.
- Emulsiones Aniónicas: Cargadas negativamente.
- Emulsiones No iónicas: Son las que se encuentran con carga neutra.

2.4.2.3 Clasificación de las Emulsiones Asfálticas

De acuerdo al tiempo de fraguado y estabilidad:

- RS (Rapid Setting): Rotura Rápida.
- MS (Medium Setting): Rotura Media.
- SS (Slow Setting): Rotura Lenta.
- HF (High Float): Alta Flotación.

Con respecto a la nomenclatura de las emulsiones estas se identifican con una serie de números y letras que aluden a la viscosidad y la consistencia de la base del cemento asfáltico, se utiliza el prefijo C en las emulsiones de tipo catiónicas, por ejemplo CSS y CRS. Cuando no aparece la letra C se asume que la emulsión es del tipo aniónica o no-iónica. También se utilizan los sufijos como 1 y 2 para indicar la viscosidad de las emulsiones Saybolt Furol, encontrándose en los rangos 20-100 y 100-400 s, respectivamente, indicando que a mayor número mayor viscosidad. Cuando se utiliza un asfalto duro (penetración de 40-90 a 77 °F) en la emulsión, se suele colocar la letra h como sufijo, cuando no aparece la letra h se sobreentiende que se ha utilizado asfaltos con penetración entre 100-200, también se utiliza el sufijo S que significa que la base asfáltica es más blanda. Por ejemplo CSS-1h representa a una emulsión catiónica de sedimentación lenta con viscosidad entre 20 y 100 s, en la que se ha utilizado un asfalto con penetración 40 a 90. En el siguiente cuadro se describen las aplicaciones en las cuales las emulsiones asfálticas pueden ser utilizadas dependiendo de la rapidez de ruptura, viscosidad y el tipo de asfalto empleado (Mercado, 2008, p. 10).

2.4.2.4 Rotura de las Emulsiones Asfálticas

Es el proceso donde el agua se evapora y separa de la emulsión, generando una emulsión inversa, donde el asfalto pasa a forma la fase continua y el agua la fase discreta. Principalmente existen dos procesos:

- Evaporación del agua mediante incremento de temperatura en la emulsión.
- Reacción físico – químico, por la absorción de los iones de la emulsión en el agregado, mediante su superficie.

2.4.2.5 Ventajas del uso de las emulsiones asfálticas

- Pueden utilizarse sin necesidad de calentar, además tienen la capacidad de recubrir la superficie de agregados húmedos.
- Reducen el uso excesivo de combustible.
- Reduce la contaminación atmosférica, eliminando hacia la atmósfera poca o nada de sustancias hidrocarbonadas, ya que contiene agua de 35 a 50%.
- Mejor adherencia, gracias al recubrimiento de los agregados pétreos por la solución acuosa, cualquier otro ligante por el contrario tiende a coagularse al contacto con los agregados.
- Se han generado desarrolladas técnicas con este material, satisfaciendo exigentes requerimientos de diseño y construcción.
- Su manejo y almacenamiento a temperaturas ambientales es sencillo y seguro, por semanas o meses.
- Su aplicación es rápida y sencilla.
- En climas apropiados la apertura de la obra es rápida.

2.5 DETERIOROS Y FALLAS EN PAVIMENTOS

Son procesos graduales y progresivos, producidos por la continua acción de las cargas vehiculares, ayudados por factores que afectan al comportamiento de los pavimentos, como son: climáticos, deficiencia del proceso constructivo, pésima calidad de los materiales, deficientes diseños, falta de mantenimiento, etc.

Existe mucha confusión al momento de asignar denominaciones a un tipo de falla, generando mayor dificultad para definir posibles soluciones. Por tal motivo, la presente tesis tiene como base de guía al manual del PCI y URCI, para definir las denominaciones y evaluar los diferentes tipos de fallas que existen en las vías con pavimento flexibles y las vías no pavimentadas respectivamente.

2.5.1 Clasificación de Fallas de acuerdo a su origen

2.5.1.1 Fallas de superficie o funcionales

Son fallas que comprometen únicamente a la superficie de rodadura, su solución se logra regularizando las características iniciales de la capa de rodamiento para su normal funcionalidad.

2.5.1.2 Fallas estructurales

Son fallas originadas en alguna de sus capas constitutivas, comprometiendo toda la parte estructural del pavimento. Su solución puede necesitar un reforzamiento o un cambio parcial o total de la capa que generó la falla.

2.6 PAVIMENTOS URBANOS

Espacio destinado al tránsito de vehículos y/o personas que se encuentran dentro del límite urbano (Norma CE.010, 2010, p. 45).

Por lo tanto se puede decir que son vías compuestas de diferentes tipos y características múltiples, utilizadas principalmente por: peatones, vehículos de transporte privado (autos, motos, bicicletas, scooters eléctricos, etc.), vehículos de transporte público (buses, cousters, combis, mototaxis, etc.), vehículos de reparto mercantil (camiones, tráileres, volquetes, etc.) y vehículos de servicio público (ambulancias, policía, recogido de basuras, etc.). Ordenados por diferentes normas de regulación, como: paraderos, estacionamiento, cruces peatonales, etc.

Una de las principales características de estos pavimentos, es que existen una serie de servicios en el interior de la superficie de rodadura, muchas veces por debajo de la subrasante, estos servicios son de: agua potable, agua residual, electricidad, gas, telefonía, semaforización, etc., que necesitan periódicamente estar controlados, mediante actividades de mantenimiento y/o renovación.

2.6.1 Clasificación de los pavimentos urbanos

Esta clasificación está vinculada a la funcionalidad para lo cual están diseñadas y a ciertos criterios, los cuales mencionamos a continuación:

- Velocidades máximas.
- Tipos de cargas vehiculares.
- Flujo vehicular.
- Accesos e interrelaciones con otras vías.
- Número de carriles.
- Accesos a propiedades urbanas adyacentes a las vías.
- Ubicación de señalizaciones y estacionamientos.

Finalmente se clasifican en:

2.6.1.1 Vías Expresas

Llamados también autopistas, se presentan en las principales ciudades del país, ya que su uso radica en movilizarse por largas distancias, utilizando entradas y salidas vehiculares totalmente controlados, mediante rampas o señalizaciones bien diseñadas. En general son vías de alta velocidad, con limitación a sus accesos, las intersecciones con otras vías urbanas se dan a diferente nivel, para evitar la perturbación de la circulación vehicular, existen vías laterales llamadas auxiliares, para el acceso a las propiedades colindantes, está prohibido: las paradas de los vehículos, la circulación de los peatones y vehículos con baja velocidad. Presenta las siguientes características:

2.6.1.2 Vías Arteriales

Llamado avenidas o calles mayores, soportan una cantidad considerable de tránsito, con fluidez de media o alta, es la red más importante dentro de la zona urbana. Para tener acceso a las propiedades colindantes deben haber vías de servicio lateral, sus intersecciones suelen ser a nivel y controladas mediante semaforizaciones sincronizadas, si en algunas intersecciones entre avenidas, la intensidad es muy alta, se necesita construir pasos a desnivel (como bypass), tomando el nombre de semi-expresa. Se encuentra todo tipo de vehículos, ya sean pesados, de transporte público, etc., los paraderos del transporte público se encuentran en pistas laterales o en todo caso diseñadas para evitar alguna interferencias al flujo del tránsito,

2.6.1.3 Vías Colectoras

Son llamados alimentadores, reciben los nombres de Jirón, Calle, Malecón, Vía Parque, e inclusive podría llegar a ser una Avenida; conectan las vías arteriales con las locales, en algunos casos directamente con las vías expresas, tienen recorridos cortos. El flujo del tránsito es regulado frecuentemente por controles de: semaforizaciones, señalización horizontal y vertical. Se presentan sectores designados al estacionamiento vehicular, conocidos como bermas laterales, tienen accesos a los edificios adyacentes. Dependiendo de la zona urbana, reciben todo tipo de tránsito vehicular, por ejemplo en las zonas comerciales e industriales se encuentra en mayor cantidad los camiones.

2.6.1.4 Vías Locales

Reciben los nombres de calles y pasajes, son de recorridos muy cortos, con velocidades bajas, con mayor cantidad de vehículos privados livianos, ocasionalmente semipesados en zonas comerciales y poco pesados en zonas industriales, mayor fluidez del tránsito peatonal. Suele contar con estacionamientos de vehículos bien diseñados, siempre y cuando el ancho de la vía lo permita. Las intersecciones en esta vía son a nivel, generalmente se conectan entre vías locales y colectoras, solo mediante señaléticas en los cruces. Proporciona accesos directos a las propiedades colindantes.

2.6.1.5 Vías de Diseño Especial

Son utilizadas en casos especiales, las cuales son: Vías peatonales, Pasajes peatonales, Pasajes vehiculares, Vías en las Residenciales, Vías en las Industriales, Vías en los Centros Comerciales, Vías en los parques, Vías que se encuentra al interior de los parques, plazas o plazuelas, Vías establecidas en los túneles y en general las vías que no se adecuan a ningún tipo de vía mencionado anteriormente.

2.6.2 Proyectos en pavimentos urbanos.-

Existen diferentes proyectos para pavimentos urbanos, muchas veces de costos bajos y financiados por las entidades municipalidades de cada distrito. Los principales proyectos son:

2.6.2.1 Proyectos de Mejoramiento

Son las de mayor ejecución a nivel nacional, modifican las características originales de la vía, mejorando el nivel de serviciabilidad o estructural, de acuerdo a las nuevas solicitudes de tránsito.

Pueden ser actividades de ampliación (se realizan sobre calzadas existentes), de rectificación (alineamiento horizontal y vertical, con el fin de garantizar una velocidad de diseño óptimo) y por último la pavimentación (corresponde al diseño y construcción de una nueva estructura).

2.6.2.2 Proyectos de Rehabilitación.

Recuperar las características iniciales del pavimento, generalmente son de recuperación superficial, como: recapeo de la carpeta asfáltica, fresado de la carpeta asfáltica y algunas veces obras de estabilización.

2.6.2.3 Proyectos de Reconstrucción.

Renovar por completo toda la estructura del pavimento, por lo que es un proyecto de recuperación estructural, como: corte, demolición y reconstrucción estructural.

2.6.3 Mantenimiento o Conservación en Vías Urbanas

2.6.3.1 Concepto enfocado al distrito

Es una gestión llamada muchas veces programa de mantenimiento vial, es la ejecución de diferentes trabajos orientados a la prevención y/o corrección de las vías, obteniendo una vía en óptimas condiciones durante su tiempo de vida útil y prolongando este tiempo, lo que significa, un ahorro de recursos económicos a futuro, realizando actividades desde una intervención sencilla pero constante, hasta unas más complicada y de alto costo.

En la actualidad estos trabajos son casi nulos, las posibles causas pueden ser:

- Falta de gestión en mantenimiento vial por parte de las municipalidades.
- Estas actividades son consideradas como gastos inapropiados, por tal razón se opone a las políticas municipales, que están enfocadas a reducir gasto público.
- El distrito está enfocado en actividades comerciales, agrícolas y ganaderas, por lo generalmente las obras están dirigidas a estos sectores.
- Se tiene una equivocada idea, que la conservación vial no es necesaria, esperando daños severos o colapsos viales para realizar reparaciones.

2.6.3.2 Consideración técnico-económica de la conservación vial

La Figura N°7 muestra la relación entre la evolución del deterioro vial versus el tiempo, esta curva representa el tiempo de vida útil del pavimento luego de su construcción, con el proceso de deterioro vial sin recibir alguna intervención adecuada, distinguiendo 3 periodos de tiempo importantes.

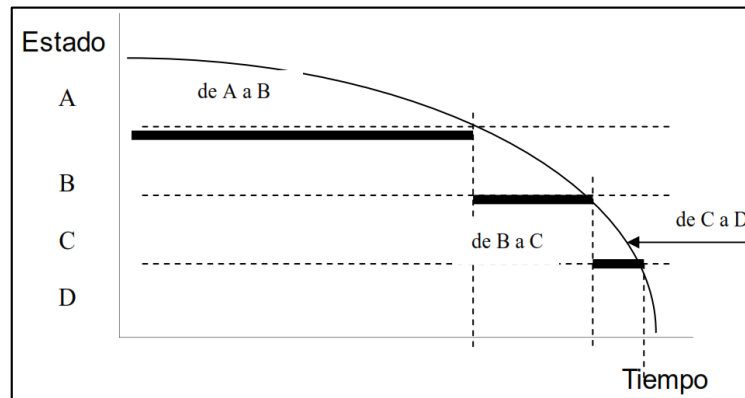


Figura N°7 Curva del comportamiento de una calzada sin conservación adecuada
Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras, MTC (2007).

2.6.3.3 Criterio económico para definir prioridades de intervención

La Figura N°8 muestra la relación entre el costo necesario para obtener un estado A versus el estado en que se encuentra, esta curva representa el costo necesario para mantener una vía siempre en estado A, por lo que es necesario realizar actividades de conservación para mantener la vía en un buen estado con una mínima inversión, sin embargo se observa que el costos incrementa a medida que la vía se acerca a un estado de mayor deterioro.

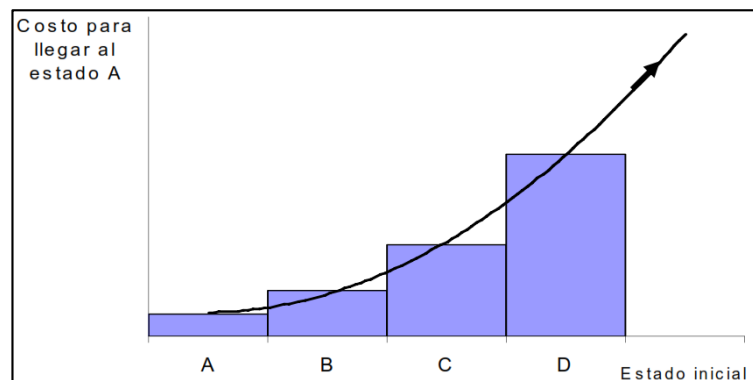


Figura N°8 Esquema comparativos de costo y conservación de la calzada
Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras, MTC (2007).

2.6.3.4 Esquema de la vida del pavimento con mantenimiento

La Figura N°9 muestra la relación entre el estado de la vía versus el tiempo, sin embargo se observan curvas periódicas con ciclos similares, estas curvas periódicas representan el tiempo que tarda un pavimento de llegar del estado A al estado B, después de realizar un seguimiento y análisis de la evolución, se realizan actividades correctivos necesarios para que la vía vuelve a permanecer en el estado A, evitando evoluciones al estado C y posteriormente al D.



Figura N°9 Esquema del ciclo de conservación vial preventiva

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras, MTC (2007).

2.6.4 Tipos de Mantenimientos

2.6.4.1 *Mantenimiento Rutinario*

Son actividades que se ejecutan de manera continua (intervalos de tiempo menores a un año), a solicitud de las vías. Son actividades de carácter preventivo, con la finalidad de mantener en condiciones óptimas a la vía, además de mantener sus complementos (cunetas, bermas, señalización y obras complementarias) en óptimas condiciones. Todos estos trabajos dentro del Presupuesto Anual de conservación de la calzada, en función a una programación elaborada a base de prioridades, estacionalidad y características de la carretera (MTC, 2008, p. 29).

Son las actividades más económicas, pero irónicamente las menos producidas. Algunas de estas actividades son: Sellado de fisuras y grietas, parchado superficial, parchado profundo, tratamiento de zonas con exudación, bacheo con mezcla asfáltica, bacheo con material granular, nivelación con mezcla asfáltica, nivelación con material granular, parchado superficial con tratamiento asfáltico, parchado superficial con concreto asfáltico, parchado profundo con tratamiento asfáltico, parchado profundo con concreto asfáltico, etc.

2.6.4.2 *Mantenimiento Periódico*

Son actividades que se ejecutan de manera periódica (en intervalos de tiempo mayores a un año) para restablecer las condiciones óptimas a la vía, algunas veces para restablecer las condiciones estructural y corregir algunos mayores defectos puntuales. Son actividades de carácter correctivos, del mismo modo al anterior, también contempla la corrección de obras complementarias a la vía.

Algunas de estas actividades son: tratamientos superficiales, sellos asfálticos, capas de refuerzo o recapados asfálticos, fresado de carpeta asfáltica, microfresado de carpeta asfáltica, texturización localizada, capas asfálticas de fricción, nivelación con mezcla asfáltica, reciclado en frío y/o en caliente, reparación de bordes, reconfiguración de la plataforma existente en vías afirmadas, el recubrimiento de vías no pavimentadas con tratamiento bituminoso, reparaciones de los diferentes elementos físicos del camino y actividades de cuidado ambiental en las vías.

2.6.4.3 Mantenimiento Diferido

Son actividades que no se ejecutaron a tiempo y que debieron haberse ejecutado en el pasado. Su objetivo es restablecer las condiciones óptimas de la vía, evitando el aumento de los deterioros que no fueron atendidos con oportunidad.

2.6.4.4 Mantenimiento Urgente

Son actividades que se programan y ejecutan por emergencias, que requieran acción inmediata para recuperar las condiciones óptimas de la vía, afectada por un evento extraordinario o de fuerza mayor.

2.7 VÍAS NO PAVIMENTADAS.

2.7.1 Definición.

Son llamadas así aquellas vías que carecen de algún recubrimiento, revestimiento o tratamiento superficial; pero a pesar de eso cumple las funciones de una vía, facilitando la necesidad del transporte de un lugar a otro, accediendo principalmente a lugares remotos, muchas veces con superficies conformadas por el terreno de fundación (materiales granulares, finos o gruesos, dependiendo de la zona), con el tiempo estos terrenos se consolidan. Pueden tener algún tipo de estructura o en ocasiones recibir trabajos de: alineación, trazo, corte, drenaje, señalización, etc.

2.7.2 Clasificación.

De acuerdo a la experiencia y criterio propio, podemos clasificarlas de acuerdo a características que constituyen el material del terreno de fundación o de la superficie de rodamiento:

- Vías de tierra: Compuestas por el terreno natural, sin recibir algún trabajo o adiconamiento de material externo.
- Vías gravosas: Conformada por grava natural con o sin trabajo de zarandeo.
- Vías afirmadas: Conformadas por material granular, ya sean de forma natural o mediante el chancado, provenientes de canteras.
- Vías estabilizadas: Conformadas por material ya estabilizado con algún tipo de agente estabilizador.

2.8 EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LOS PAVIMENTOS

Es el conjunto de actividades a realizar que permiten obtener el estado actual del pavimento. Para la evaluación y posterior determinación del estado actual, se tiene 3 ensayos no destructivos:

- Evaluación Superficial (Visual, PCI)
- Evaluación Funcional (medición de la Rugosidad).
- Evaluación Estructural (determina si el pavimento tiene o no suficiencia estructural).

2.8.1 Métodos de Evaluación Superficial de Pavimentos

Se utiliza de acuerdo a la necesidad del usuario y puede ser por los siguientes aspectos:

- Para tener un mayor control del pavimento durante su vida útil, verificando el progreso y deterioro de esta.
- Para identificar las causas que lo ocasionaron y poder así encontrar la mejor solución, cuando el pavimento llega a tener una falla importante.

2.8.1.1 Método de Evaluación Visual

Es el procedimiento de mayor uso en la evaluación de pavimentos. Se realiza dos etapas, como se muestra a continuación:

a. Visual Inicial

Consiste en una evaluación general y rápida, se define: las secciones transversales, tipo de pavimento, nivel de deterioro, etc., sectorizando el pavimento en tramos, tomando como referencia puntos críticos y representativos, encontrando tramos o áreas que serán evaluados con mayor énfasis en la etapa visual detallada.

Se realiza con personal técnico sobre un vehículo, conduciendo a baja velocidad y con equipos necesarios para los apuntes.

b. Visual Detallada

Consiste en inspeccionar la vía caminando sobre ella y tomando notas detalladas de los aspectos más importantes, fallas superficiales, estructurales, nivel de severidad o alguna otras observación adicional que los técnicos lo crean necesarios.

Se representa en un plano general, identificando sectores con fallas similares y finalmente contar con fotografías convenientemente ordenadas e identificadas por cada tramo inspeccionado.

Generalmente se realiza la evaluación visual inicial y posteriormente detallada.

2.8.1.2 Método del PCI (*Pavement Condition Index*)

Se puede entender por sus siglas como el Índice de Condición del Pavimento, es un indicador numérico que otorga una calificación al estado superficial del pavimento evaluado. Por lo tanto, es una metodología que determina la condición del pavimento por medio de inspecciones visuales, observando las fallas y el tipo de severidad.

Este método fue desarrollado por M. Shahin y S. Khon entre los años de 1974 y 1976, publicado por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los E.E.U.U. en el Reporte Técnico M-268 (1978), con el objetivo de obtener un sistema de administración del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles, ya que se determina el PCI mediante informaciones obtenidas de Inspecciones Visuales del tramo a evaluar (Corros, Urbáez y Corredor, 2009, p. 4-1).

Es un método completo de evaluación, fácil operación y no requiere de herramientas sofisticadas. El monitoreo continuo del PCI nos proporciona información sobre el ritmo de desgaste, deterioro del pavimento e información detallada de las fallas en la zona evaluada.

a. Objetivos del Índice de condición de pavimento (PCI):

- Proveer un método práctico y sencillo de evaluación de pavimentos rígidos y flexibles.
- Indicar los diferentes tipos de fallas que tienen los pavimentos.
- Obtener los diferentes niveles de severidad al que se encuentran.
- Mostrar la magnitud de las fallas encontradas.
- Identificar con anticipación la aparición o aumento del nivel de severidad de las fallas.
- Ayudar al ingeniero a planificar actividades de mantenimiento, reparación y rehabilitación de acuerdo al estado en que se encuentra.

b. Valores del Índice de Condición del Pavimento (PCI):

Los valores del PCI son números que clasifican al pavimento en diferentes rangos, así como se observa en la Tabla N°10:

Tabla N°10. Rangos de Calificación del PCI

RANGO	CLASIFICACIÓN
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

Fuente: Pavement Condition Index (PCI) (Vásquez, 2002)

Sin embargo, para llegar a estos valores, se realizan procedimientos de inspección y posterior trabajo en gabinete, mediante formatos de anotación y ecuaciones de cálculo, donde se dividen las vías en unidades de muestreo (de 225 +- 90 m² de área), dependiendo el ancho se define el largo de cada unidad, en la Figura N°10 mostramos el formato de inspección para pavimentos flexibles, que son utilizados en campo y llenados al momento de realizar la inspección:

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA		
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m ²)				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
INSPECCIONADA POR		FECHA				
<input type="text"/>		<input type="text"/>				
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo.	11	Parqueo.			
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.			
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.			
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.			
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.			
6	Depresión.	16	Desplazamiento.			
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.			
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long y transversal.					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido

Figura N°10 Formato de inspección para pavimentos flexibles.
Fuente: PCI (Vásquez, 2002).

Después de llenado el formato, se calcula ciertas variables, como: densidad del daño, valor deducido del daño, número máximo admisible de valores deducidos, el valor deducido corregido, el máximo valor deducido corregido y finalmente hallamos el PCI.

2.8.1.3 Método del URCI (Unsurfaced Road Condition Index)

Se puede entender por sus siglas como el Índice de Condición de la Carretera no Pavimentada, del mismo modo que el PCI, también es un indicador numérico de rango del 0 al 100, otorgando calificación al estado de la vía evaluada.

Este método fue publicado por la EEUU ARMY en el año 1995 y publicado en el manual USACE TM 5-626, proponiendo un sistema de gestión de mantenimiento de carretera no pavimentado para aplicar en vías de uso militares.

En resumen nos muestra la condición operacional en que se encuentra la carretera no pavimentada, para posteriormente determinar el tipo de mantenimiento o actividad a realizar.

a. Fallas según el manual TM 5-626:

- Sección transversal impropia.
- Drenaje.
- Corrugación
- Polvo.
- Baches.
- Ahuellamiento.
- Desprendimiento de agregados.

b. Valores del Índice de Condición de Carreteras no Pavimentadas (URCI):

Los valores del URCI son idénticos a los valores del PCI y la calificación también es la misma.

Para llegar a estos valores, se realizan procedimientos de inspección en campo y posterior trabajo en gabinete, mediante formatos de anotación y ecuaciones de cálculo, donde se dividen las vías en unidades de muestreo (de $230 \pm 93 \text{ m}^2$ de área), dependiendo el ancho se define el largo de cada unidad.

CAPÍTULO III : CARACTERIZACIÓN DE PAVIMENTOS URBANOS

3.1 CONDICIONES ACTUALES DEL PAVIMENTO EN LA ZONA DE ESTUDIO

Se identifica los pavimentos urbanos más importantes dentro del distrito, de intensa actividad comercial y de principal acceso a los poblados más alejados, para realizar una evaluación visual inicial, identificándolas por el tipo de clasificación y sectorizándolas de acuerdo a la zona donde se encuentran.

3.1.1 Pavimentos Urbanos en la Zona.

Se presenta las vías de acuerdo a la clasificación realizada en el capítulo II: 2.6.1 Clasificación de los pavimentos urbanos, con su respectiva descripción:

3.1.1.1 Vías Expresas.

El distrito de Imperial carece de estas vías.

3.1.1.2 Vías Arteriales.

a. Av. Ramos.

Constituye el principal acceso al centro poblado Imperial, es una vía interdistrital, se inicia en San Vicente de Cañete con el nombre de Av. Mariscal Benavides y cambia al ingresar a Imperial (específicamente en la intersección con el canal de María Angola), a lo largo de esta vía se efectúa el mayor intercambio comercial del distrito. Tiene un largo de 500 m. hasta la intersección con la calle imperial, su sección varía desde 9.5 m hasta 7.5 m, específicamente en las 2 últimas cuadras.

b. Av. La Mar

Es también una vía de actividad comercial e interdistrital, por el Nor-Oeste da inicio a la carretera a Quilmaná, que se dirige al distrito del mismo nombre (Quilmaná), y por el Sur-Este intersecta con la carretera Cañete Yauyos (donde inicia), que se dirige a los distritos de Nuevo Imperial y Lunahuaná. Tiene un largo de 850 m.

c. Av. Benigno Ríos

Es una vía interdistrital, por el Nor-Este se dirige a Carmen Alto, en el distrito de Nuevo Imperial, inicia en la intersección de la Av. La Mar y la Carretera Cañete Yauyos. Tiene un largo de 1,640 m.

d. Av. Oscar Ramos Cabieses

Es una vía de doble carril, separado por una berma central de área verde, el carril derecho es más angosto que el izquierdo, inicia en el Jr. Ayacucho y culmina en la Carretera Quilmaná. Cada carril tiene un largo de 550 m., y un ancho 5.60 m.

e. Av. Víctor Raúl Haya de la Torre

Es de doble carril, separado por una berma central de área verde, los 2 carriles tienen la misma sección de 5.60 m cada una, inicia en la Carretera Quilmaná y culmina en la calle 15 de la asociación buenos aires. Cada carril tiene un largo de 715 m.

f. Autopista a Cerro Alegre

Es la vía de único acceso al poblado de Cerro Alegre, inicia en la intersección en Carretera Quilmaná (a 1.18 km de iniciado esta carretera) y culmina con la llegada a la plaza de Cerro Alegre. Tiene un largo de 1,050 m.

g. Autopista la Quebrada

Vía interdistrital, se dirige al poblado La Quebrada (en el distrito San Luis) y es el único acceso al poblado de San Benito, se da inicio en la intersección de la Carretera Quilmaná (a 3.17 km de iniciado esta carretera) y la autopista a Roma, culminando esta vía en el límite de Imperial con San Luis. Tiene un largo de 3,050 m., con 7 m de ancho.

h. Carretera Cañete Yauyos

Vía interdistrital, se dirige a los distritos de Nuevo Imperial y Lunahuaná posteriormente, inicia en el límite con San Vicente de Cañete y culmina en el límite con Nuevo Imperial, cabe mencionar que esta vía se encuentra dentro del corredor vial Cañete – Lunahuaná - Dv. Yauyo, y se encuentra en los tramos: I (del km 5+290 hasta km 5+400) y tramo II (del km 5+400 hasta km 7+950), por lo que su evaluación, estudio y posteriores trabajos preventivos y correctivos se encuentran en responsabilidad de la empresa encargada del corredor vial. Tiene un largo de 2,660 m., variando su ancho de 7.50 m a 8.00 m.

i. Autopista a Roma

Vía interdistrital, se dirige al poblado Roma, en el distrito de Nuevo Imperial y es el único acceso al poblado Casa Pintada, inicia en la intersección de la carretera Quilmaná (a 3.170 km de iniciado esta carretera) y la autopista la Quebrada, esta vía culmina en el límite con Nuevo Imperial. Tiene un largo de 1,800 m. y 6.60 m. de ancho.

j. Carretera a Quilmaná

Constituye la vía más larga del distrito, siendo también una vía interdistrital, ya que su mismo nombre lo indica, se dirige al distritos de Quilmaná, se da inicio en la culminación de la avenida La Mar, en la intersección con la calle Pedro Vicente Arteaga, culmina en el límite con el distrito de Quilmaná. Tiene un largo de 7,840 m., inicia con 2 carriles en sus 2 primeras cuadras.

3.1.1.3 Vías Colectoras.

a. Manco Capac

Paralela a la Av. Ramos, inicia en el Jr. Ayacucho y culmina en la intersección con la calle Miguel Grau. Tiene un largo de 485 m., su ancho varía de 7 a 8 m.

b. Jr. El Carmen

Otra vía principal y paralela a la Av. Ramos, es una vía interdistrital debido a que inicia en Imperial (en la intersección con el pasaje colon) y se dirige a San Vicente de Cañete, donde cambia de nombre en el la intersección con este distrito. Tiene un largo de 690 m., su ancho varía de 7.60 a 9.50 m, el tramo más ancho se encuentra en la plaza de armas, pavimento flexible en su mayoría, siendo las 2 últimas cuadras sin pavimentar (aproximadamente 100 m).

c. Jorge Chávez

Otra vía principal y paralela a la Av. Ramos, inicia en el Jr., Ayacucho y culmina en la intersección con la calle Miguel Grau. Tiene un largo de 500 m., su ancho varía de 8.00 a 9.50 m, el tramo más ancho se encuentra en la plaza de armas, es de pavimento flexible en su mayor recorrido, encontrando solo las últimas cuadras sin pavimentar (aproximadamente 150 m s/pavimentar).

d. Augusto B. Leguía

Paralela a la Av. Ramos, inicia en la intersección con el canal María Angola y culmina en la intersección con Av. La Mar. Tiene un largo de 455 m., su ancho varía de 8.00 a 8.50 m.

e. Jr. Ayacucho

Paralela a la Av. La Mar, inicia en la Av. Huancayo y culmina en la intersección con Av. Oscar Ramos Cabieses, a pesar que la vía continua luego de la intersección, cambia de nombre de jirón a pasaje, llamándose solo calle Ayacucho. Tiene un largo de 880 m., su ancho varía de 7.00 a 8.00 m.

f. 2 de Mayo

Otra vía principal y paralela a la Av. La Mar, inicia en el pasaje 22 (vía que se encuentra al frente de la puerta principal del mercado mayorista San Leonardo) y culmina en la Calle Colon. Tiene un largo de 850 m., su ancho varía de 7.00 a 8.50 m, tramo más ancho en la plaza de armas.

g. 28 de Julio

Otra vía principal y paralela a la Av. La Mar, inicia en el pasaje 22 (vía que se encuentra al frente de la puerta principal del mercado mayorista San Leonardo) y culmina en la Calle Severo Huapaya. Tiene un largo de 990 m., su ancho varía de 7.00 a 8.50 m, tramo más ancho en la plaza de armas.

h. Jr. Sucre

Paralela a la Av. La Mar, inicia en el Jr. Huancayo y culmina en la Calle Pedro Vicente Arteaga, convierte en pasaje al pasar esta intersección, llamándose solo prolongación Sucre. Tiene un largo de 720 m., su ancho varía de 7.00 a 8.00 m.

i. Josefina Ramos

Es una vía principal en el poblado Cerro Alegre, inicia en la culminación de la autopista a Cerro Alegre, se encuentra adyacente a la plaza de armas y culmina al ser interceptado con el estadio de este poblado. Tiene un largo de 355 m., su ancho varía de 6.00 a 7.50 m, tramo más ancho en la plaza de armas, es de pavimento flexible en su mayoría, siendo las 2 últimas cuadras (145 m) de vía sin pavimento.

j. Las Palmeras

Es una vía del centro poblado Cerro Alegre, inicia en el límite con el terreno agrícola y culmina en la calle San José, se encuentra adyacente a la plaza principal de este poblado. Tiene un largo de 162 m., su ancho varía de 6.00 a 7.50 m, tiene el tramo más ancho en la plaza de armas, es de pavimento flexible en su mayor recorrido, siendo la primera cuerdas de vía sin pavimento (47 m.).

k. Vía a Restaurant de Calin

Es la única vía de acceso al centro poblado San Isidro Grande, inicia en la carr. Quilmaná (a 6.04 km de iniciado esta carretera) y culmina al ser interceptado con la plaza de este poblado. Tiene un largo de 111 m. y ancho de 5.5 m.

l. Carretera a San Benito

Es la única vía de acceso al centro poblado de San Benito, se da inicio en la intersección entre la autopista a Quebrada (a 2.255 km de iniciado esta autopista) y culmina al ser interceptado con la última propiedad del centro poblado. Tiene un largo de 635 m. con pavimento flexible y los últimos 190 m de vía sin pavimentar.

3.1.1.4 Vías Locales.

a. Acacias

Vía principal en el centro poblado Cerro Alegre, inicia en el Jr. San José y culmina al ser interceptado con un canal de la zona. Tiene un largo de 213 m.

b. Ruta Alfredo Rosaura

Vía única de acceso a la granja de Alfredo Rosaura, inicia en la carretera a Quilmaná (a 5.6 km de iniciado esta carretera) y culmina al ser interceptado con la granja Alfredo Rosaura. Tiene un largo de 2,570 m. y carece de pavimento alguno.

c. Vía Establo San Isidro

Vía única de acceso al establo de San Isidro, inicia en la carretera a Quilmaná (a 6.878 km de iniciado esta carretera) y culmina al ser interceptado con un establo de San Isidro. Tiene un largo de 850 m. y carece de pavimento alguno.

d. Av. Los Eucaliptos

Es llamada avenida a pesar de ser una vía local, debido a que no cumple las características para pertenecer al grupo de las vías arteriales, su flujo vehicular es casi nulo, inicia en la carretera a San Benito (a 506 m de iniciado esta carretera) y culmina al ser interceptado con un lote de la zona. Tiene un largo de 187 m. y carece de pavimento alguno.

e. Alianza

Es otra vía principal del centro poblado de San Benito, inicia en la carretera a San Benito (a 555 m de iniciado esta carretera) y culmina al ser interceptado con un terreno agrícola de la zona. Tiene un largo de 440 m., su recorrido tiene forma de una L y carece de pavimento alguno.

f. Camino Vecinal de Cerro Candela

Es la vía de único acceso al centro poblado Cerro Candela, inicia en la carretera a Quilmaná (a 1.865 km de iniciado esta carretera) y culmina al intersectarse con otros 2 caminos vecinales. Tiene un largo de 780 m., es de forma irregular a lo largo de su camino y carece de pavimento alguno.

g. Camino Vecinal a Cantagallo

Es la única vía de acceso al centro poblado Cantagallo, inicia en la carretera a Quilmaná (a 7.840 km de iniciado esta carretera, donde culmina el tramo de esta carretera en el territorio del distrito Imperial) y culmina al ser interceptado con una chacra, esta vía también es tomada en cuenta para la limitación de territorio entre los distritos de Imperial y Quilmaná, en otras palabras es la frontera de estos 2 distritos. Tiene un largo de 875 m., las viviendas del centro poblado se encuentran a 290 m de iniciado este camino y carece de pavimento.

h. Camino Vecinal a Villareal y Conde Bajo

Es la única vía de acceso al centro poblado de Villareal y Conde Bajo, inicia en la carretera a Cañete Yauyos (a 1.950 km de iniciado esta carretera) y culmina al ser interceptado con el centro poblado en mención. Tiene un largo de 2,195 m., tiene forma irregular a lo largo de su camino y carece de pavimento alguno.

3.1.2 Identificación de la vía y su localización.

El Resumen de vías y su sectorización se muestra en la Tabla N°11.

Tabla N°11. Tabla de vías urbanas dentro de cada centro poblado del Distrito

Ítem	CENTRO POBLADO	Ítem	VÍA	PAVIMENTO URBANO		
				LONGITUD DE VÍA (m)		
				ARTERIAL	COLECTORA	LOCAL
1	Imperial	1	Av. Ramos	500.00		
		2	Av. La Mar	850.00		
		3	Av. Benigno Ríos	1,640.00		
		4	Av. Oscar Ramos Cabieses	550.00		
		5	Av. Víctor Raúl Haya de la Torre	715.00		
		6	Manco Capac		485.00	
		7	Jr. El Carmen		590.00	100.00
		8	Jorge Chávez		350.00	150.00
		9	Augusto B. Leguía		455.00	
		10	Jr. Ayacucho		880.00	
		11	2 de Mayo		850.00	
		12	28 de Julio		990.00	
		13	Jr. Sucre		720.00	
2	Cerro Alegre	14	Autopista a Cerro Alegre	1,050.00		
		15	Josefina Ramos		210.00	145.00
		16	Las Palmeras		115.00	47.00
		17	Acacias			213.00
3	San Isidro	18	Vía a Restaurant de Calin		111.00	
		19	Vía Establo San Isidro			850.00
4	San Benito	20	Carretera a San Benito		635.00	190.00
		21	Av. Los Eucaliptos			187.00
		22	Alianza			440.00
5	Cerro Candela	23	Camino Vecinal de Cerro Candela			780.00
6	Cantagallo	24	Camino Vecinal a Cantagallo			875.00
7	Villareal y Conde Bajo	25	Camino Vecinal a Villareal y Conde Bajo			2,195.00
8	Casa Pintada	26	Autopista a Roma	1,800.00		
9	Distrito Imperial	27	Autopista a la Quebrada	3,050.00		
		28	Carretera Cañete Yauyos	2,660.00		
		29	Carretera a Quilmaná	7,840.00		
		30	Ruta Alfredo Rosaura			2,570.00

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3 Condición Actual de las Vías mediante una evaluación visual

Se presenta a continuación la evaluación visual de las condiciones observadas y algunas características de serviciabilidad que presentan:

3.1.3.1 Vías Pavimentadas

Son únicamente de pavimento flexible y los mostramos a continuación:

a. Av. Ramos.

Se encuentra totalmente asfaltada, con sección variable, compuesto en su mayoría por vehículos livianos (los pesados se dirigen por la carretera Cañete Yauyos). Durante sus primeros 372 m se encuentra en buen estado, bien señalizado, a excepción de pequeñas irregularidades superficiales en las intersecciones con otras vías, se el bombeo deficiente (su drenaje se obstaculiza por irregularidades superficiales puntuales), este tramo es de un solo carril, va en una sola dirección (de SO a NE) y su flujo vehicular de alta densidad (debido a que es la principal vía de acceso al distrito). En las 2 últimas cuadras de 128 m. cuenta con una superficie en mal estado, con desgaste, fallas superficiales en varios puntos, este tramo se encuentra descuidado, ya que no tiene la importancia que las primeras cuadras, además que intersecta con una vía no pavimentada, donde materiales son arrastrados por vehículos, afectando el pavimento existente, carece de señalización y se convierte en vía de doble sentido. La elevación varía de 86 a 95 msnm.

b. Av. La Mar

Se encuentra asfaltada con una superficie en regular estado, con muchas irregularidades durante su recorrido, especialmente en las intersecciones, con desprendimientos, baches y desgaste, los cuales pueden ser ocasionados por: generalmente falta de mantenimiento, bombeo inadecuado, parches mal ejecutados, aumento de flujo vehicular y caga vehicular (ya que es una vía interdistrital, y es la única ruta de Lunahuaná o Nuevo Imperial hacia Quilmaná, además de pasar por el centro de la ciudad), carece de señalización, es de un solo carril con doble sentido, etc. La elevación varía de 90 a 93 msnm.

c. Av. Benigno Ríos

Se encuentra asfaltada con una superficie desgastada, teniendo el primer tramo de 580 m. de regular a mal estado (tramo que pertenece a la zona urbana), mostrando una intensa carga vehicular y con bermas de material suelto, con el tiempo se infiltran en la vía y afectan la superficie de rodadura. Posteriormente pasa a pertenecer a una vía de zonas agrícolas. Por lo general todo el tramo carece de un adecuado mantenimiento, falta de señalización y es una vía de un solo carril, pero de doble sentido. La elevación varía de 90 a 113 msnm.

d. Av. Oscar Ramos Cabieses

Como se indicó anteriormente es una vía de doble carril, se encuentra con una capa de rodadura asfáltica en buen estado, sin embargo se encontró tramos puntuales con fallas de medias a severas, como: deformaciones (cruce con la carretera Quilmaná) y piel de cocodrilo (en ambos tramos), cuenta con una buena señalización y el flujo del tránsito de la vía es liviana. La elevación varía de 87 a 96 msnm.

e. Av. Víctor Raúl Haya de la Torre

Se encuentra asfaltada en sus 2 carriles, presenta daños puntuales de desprendimiento y piel de cocodrilo, en diferentes niveles de severidad. Por lo general se encuentra en un estado aceptable, de buena señalización y flujo liviano, cabe mencionar que a partir del cruce con la calle 15 (que es donde acaba la vía), corresponde al tramo de trocha de una cuadra, también de doble vía, sin embargo esto ya es una prolongación y no será parte del estudio. La elevación varía de 94 a 100 msnm.

f. Autopista a Cerro Alegre

Presenta una capa de rodadura asfáltica en mal estado, de un solo carril, con una carga vehicular pesada y poco flujo de tráfico, se encontraron diversas fallas con severidades de moderas a graves. La elevación varía de 101 a 119 msnm.

g. Autopista la Quebrada

Presenta una superficie de rodadura asfáltica en buen estado, es una vía interdistrital, por lo que tiene una carga vehicular pesada y poco flujo de tráfico, con señalización y drenaje adecuado. La elevación varía de 72 a 112 msnm.

h. Carretera Cañete Yauyos

Presenta una carpeta de rodadura asfáltica de regular a mal estado, su estado durante su recorrido, los primeros 230 ml con doble carril en estado aceptable y el resto del tramo con daños variable, es una vía interdistrital de un solo carril, por lo que recibe un flujo vehicular alto y pesado, sin embargo presenta una adecuada señalización y bombeo. La elevación varía de 85 a 118 msnm.

i. Autopista a Roma

Presenta una superficie asfaltada desgastada y con fallas puntuales, es una vía interdistrital de un solo carril, por lo que recibe un flujo vehicular alto y pesado, carece de señalización y tiene buen bombeo. La elevación varía de 112 a 141 msnm.

j. Carretera a Quilmaná

Es la vía más larga dentro del distrito, con 7,840 m. de longitud, se encuentra asfaltado en estado aceptable en todo su tramo, sin embargo los primeros 260 m. es de doble carril (en zona urbana) y luego pasa a un solo carril (en zona agrícola), presenta algunos agrietamientos en diferentes puntos, es una vía interdistrital, recibe un flujo vehicular alto y pesado, aceptable señalización y con buen bombeo. La elevación varía de 93 a 112 msnm.

k. Manco Capac

Presente una superficie asfaltada en regular estado, con presencia puntual de agrietamientos y desprendimientos leves, especialmente en las 2 últimas cuadras, es de un solo carril y su flujo es liviano. La elevación varía de 86 a 94 msnm.

l. Jr. El Carmen

Los primeros 590 m. son de superficie asfáltica en buen estado, es una vía de acceso al distrito, así como la Av. Ramos, pero de menor intensidad vehicular, cuenta con una buena señalización y se ha encontrado trabajos de rehabilitación. La elevación varía de 85 a 90 msnm.

m. Jorge Chávez

Presenta una superficie asfaltada en buen estado en los primeros 350m., sin embargo se observan algunas irregularidades de agrietamientos y desprendimientos en las 2 últimas cuadras, cuenta con señalización y bombeo adecuado. La elevación varía de 87 a 92 msnm. en sus primeros 350 m.

n. Augusto B. Leguía

Presenta una superficie asfáltica en regular estado, fracturamientos puntuales, desgaste variado, falta de señalización. La elevación varía de 87 a 97 msnm.

o. Jr. Ayacucho

Presenta una superficie asfáltica de aceptable estado, desgaste en todo el tramo y tiene parches puntuales, especialmente en las intersecciones. La elevación varía de 86 a 88 msnm.

p. 2 de Mayo

Presenta una carpeta asfáltica en buen estado, señalizado, con agrietamientos y deformaciones mínimas, mal diseño de drenaje y las fallas están pasando a ser severas. La elevación varía de 86 a 90 msnm.

q. 28 de Julio

Presenta una superficie asfáltica en regular estado, carece de señalización, presenta varios parches asfálticos en mal estado y hundimientos en varios puntos de la vía. La elevación varía de 87 a 90 msnm.

r. Jr. Sucre

Presenta una superficie asfáltica en mal estado, agrietamientos, desprendimientos y parches en toda la vía. La elevación varía de 89 a 92 msnm.

s. Josefina Ramos

Presenta una superficie asfáltica en bueno a regular estado, su ancho varía de 6.00 a 7.50 m., este último en la plaza de armas y con un flujo vehicular muy bajo a comparación de las anteriores. La elevación varía de 119 a 125 msnm.

t. Las Palmeras

Presenta una superficie asfáltica en bueno a regular estado, su ancho varía de 6.00 a 7.50 m, este último en la plaza de armas, con bajo flujo vehicular. La elevación varía de 121 a 123 msnm.

u. Vía a Restaurant de Calin

Es la principal vía de acceso al centro poblado San Isidro, presenta una superficie pavimentada en buen estado, con señalización aceptable, desgaste superficial mínima, con bajo flujo vehicular, etc. La elevación varía de 106 a 108 msnm.

v. Carretera a San Benito

En sus primeros 635 m. presenta una superficie asfáltica en buen estado, tiene pocas irregularidades, presenta desgaste normal, carece de señalización y bajo flujo vehicular. La elevación varía de 73 a 80 msnm.

3.1.3.2 Vías No Pavimentadas

Las vías no pavimentadas en el distrito, son las que se mantienen constituidas por el material del terreno de fundación, encontrándose sin ningún tipo revestimiento, tratamiento, o algún agente estabilizador aplicado, se ha observado que con el terreno se han consolidado, formando terrenos estables (tal vez por el poco flujo de la carga vehicular), pero con exceso de irregularidades y material suelto.

Algunas de estas vías se encuentran en las últimas cuadras de las principales vías (de las vías colectoras) y otras en su mayoría, los llamados caminos vecinales, se encuentran en áreas rurales (vías locales). Las cuales las mencionaremos a continuación:

a. Jr. El Carmen

Presenta una longitud de 100 m. de vía sin pavimentar, este tramo inicia con una topográfica accidentada con pendiente elevada, debido a la presencia de un cerro adyacente durante los primero 50 m. y posteriormente se mantiene regular en los siguientes 50 m., tiene una superficie consolidada de poco material gravoso suelto, con bajo flujo vehicular, combis y mototaxis transcurren por esta zona. La elevación varía de 90 a 93 msnm.

b. Jorge Chávez

Presenta una longitud de 150m sin pavimentación, con superficie suelta y de difícil acceso, solo transitan autos y mototaxis. La elevación varía de 92 a 95 msnm.

c. Acacias

Presenta una longitud de 213 m., cuenta con tratamiento superficial deteriorado en todo el tramo y con bajo flujo vehicular. La elevación es de 123 msnm.

d. Carretera a San Benito

Presenta un terreno compactado y consolidado, de pendiente regular, con bajo flujo vehicular y de fácil acceso. La elevación varía de 73 a 74 msnm.

e. Ruta Alfredo Rosaura

Sirve de acceso a la granja de Alfredo Rosaura, con bajo flujo vehicular, cuenta con un terreno de fundación consolidada, pero con muchas irregularidades y baches durante todo el recorrido. La elevación varía de 86 a 107 msnm.

f. Vía Establo San Isidro

Sirve de acceso al establo de San Isidro, con bajo flujo vehicular, superficie de material suelto y con presencia de baches. La elevación varía de 104 a 114 msnm.

g. Av. Los Eucaliptos

Es de doble carril, por lo que es llamado avenida, presenta una superficie consolidada y compactada, con bajo flujo vehicular, a pesar de ser una vía principal en el centro poblado de San Benito, carece de importancia ya que solo tiene 3 cuadras donde se ubican pequeñas viviendas, siendo netamente urbana. La elevación varía de 76 a 77 msnm.

h. Alianza

Es otra de las vías importantes en el centro poblado San Benito, presenta un terreno compacto y consolidado, carece de importancia debido a que conduce a pequeñas viviendas de la zona y culmina en una chacra, con bajo flujo vehicular y de fácil acceso, sin pendiente pronunciada. La elevación varía de 74 a 76 msnm.

i. Camino Vecinal de Cerro Candela

Solo se ha evaluado los primeros 780 m. lineales, sin embargo su longitud es mucho mayor, es la vía de único de acceso al centro poblado Cerro Candela, zona en crecimiento debido a su cercanía a la capital, rodeado de cerros y de fácil apropiación. Su superficie es suelta, en mal estado, con pendiente muy pronunciada, difícil acceso, gravoso con perfil irregular, trochas, con emisión de polvo y baches en toda la vía. La elevación varía de 107 a 128 msnm. en los primeros 532 m., y varía de 128 a 112 msnm. en los últimos 248 m.

j. Camino Vecinal a Cantagallo

Presenta una longitud de 875 m, sirve como limítrofe con el distrito de Quilamaná, sin embargo es la única vía de acceso al centro poblado de Cantagallo, el responsable de su óptimo estado es el distrito de Imperial, con bajo flujo vehicular, presenta una superficie regular, sin pendiente, consolidada, pero con material gravoso suelto durante todo el camino y con bastante emisión de polvo. La elevación varía de 98 a 108 msnm.

k. Camino Vecinal a Villareal y Conde Bajo

Presenta una longitud de 2,195 m., es la vía de único de acceso al centro poblado de Villareal y Conde Bajo (uno de los centros poblados de más baja población, debido a que es una zona netamente agrícola), cuenta con una superficie en mal estado, de material consolidado, con gravas sueltas y bastante emisión de polvo, su flujo vehicular es casi nulo, por ser una zona agrícola se encuentra pocas viviendas precarias alejadas entre sí. Cabe mencionar que al terminar la vía, se bifurca en 2 caminos vecinales que se dirigen a pequeñas viviendas que se encuentran en chacras alejadas, después de esto, se encuentran pequeños caminos vecinales o trochas carrozables que unen a diversas áreas agrícolas, donde el acceso es mediante burros. La elevación varía de 95 a 102 msnm.

3.1.4 Resumen de Observaciones

El sistema vial de Imperial, permite la integración y comunicación de las zonas urbanas con las zonas rurales, ayudando al comercio distrital, principal recurso económico, se presenta un resumen de estas vías evaluadas y observadas en la Tabla N°12, Tabla N°13 y Tabla N°14.

Tabla N°12. Tipo de vías, longitudes (pavimentadas, no pavimentadas y totales), ancho y elevación de Vías Arteriales.

PAVIMENTO URBANO	Ítem	VÍA	LONGITUD PAVIMENTADA	LONGITUD SIN PAVIMENTAR	LONGITUD TOTAL	ANCHO	ELEVACIÓN M.S.N.M.	
							PUNTO MÁS BAJO	PUNTO MÁS ALTO
Vías Arteriales	1	Av. Ramos	500.00	-	500.00	8.00	86	95
	2	Av. La Mar	850.00	-	850.00	6.00	90	93
	3	Av. Benigno Ríos	1,640.00	-	1,640.00	6.00	90	113
	4	Av. Oscar Ramos Cabieses	1,110.00	-	1,110.00	5.60	87	96
	5	Av. Víctor Raúl Haya de la Torre	1,430.00	-	1,430.00	5.60	94	100
	6	Autopista a Cerro Alegre	1,050.00	-	1,050.00	6.00	101	119
	7	Autopista a la Quebrada	3,050.00	-	3,050.00	6.50	72	112
	8	Carretera Cañete Yauyos	2,660.00	-	2,660.00	6.50	85	118
	9	Autopista a Roma	1,800.00	-	1,800.00	6.50	112	141
	10	Carretera a Quilmaná	7,840.00	-	7,840.00	6.50	93	112

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°13. Tipo de vías, longitudes (pavimentadas, no pavimentadas y totales), ancho y elevación de Vías Colectoras.

PAVIMENTO URBANO	Ítem	VÍA	LONGITUD PAVIMENTADA	LONGITUD SIN PAVIMENTAR	LONGITUD TOTAL	ANCHO	ELEVACIÓN M.S.N.M.	
							PUNTO MÁS BAJO	PUNTO MÁS ALTO
Vías Colectoras	11	Manco Capac	485.00	-	485.00	7.50	86	94
	12	Jr. El Carmen	590.00	100.00	690.00	8.00	85	93
	13	Jorge Chávez	350.00	150.00	500.00	8.00	87	95
	14	Augusto B. Leguía	455.00	-	455.00	8.00	87	97
	15	Jr. Ayacucho	880.00	-	880.00	7.00	86	88
	16	2 de Mayo	850.00	-	850.00	7.00	86	90
	17	28 de Julio	990.00	-	990.00	7.00	87	90
	18	Jr. Sucre	720.00	-	720.00	7.00	89	92
	19	Josefina Ramos	355.00	-	355.00	6.00	119	125
	20	Las Palmeras	162.00	-	162.00	6.00	121	123
	21	Vía a Restaurant de Calin	111.00	-	111.00	5.50	106	108
	22	Carretera a San Benito	635.00	190.00	825.00	6.00	73	80

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°14. Tipo de vías, longitudes (pavimentadas, no pavimentadas y totales) y elevación de Vías Locales.

PAVIMENTO URBANO	Ítem	VÍA	LONGITUD PAVIMENTADA	LONGITUD SIN PAVIMENTAR	LONGITUD TOTAL	ELEVACIÓN M.S.N.M.	
						PUNTO MÁS BAJO	PUNTO MÁS ALTO
Vías Locales	23	Acacias		213.00	213.00	123	123
	24	Ruta Alfredo Rosaura		2,570.00	2,570.00	86	107
	25	Vía Establo San Isidro		850.00	850.00	104	114
	26	Av. Los Eucaliptos		187.00	187.00	76	77
	27	Alianza		440.00	440.00	74	76
	28	Camino Vecinal de Cerro Candela		780.00	780.00	107	128
	29	Camino Vecinal a Cantagallo		875.00	875.00	98	108
	30	Camino Vecinal a Villareal y Conde Bajo		2,195.00	2,195.00	95	102

Fuente: Elaboración propia.

3.1.5 Observación de Fallas.

Para obtener ésta información se ha realizado la inspección visual detallada, caminando por las vías, realizando evaluaciones, apuntes y tomas fotográficas (con una cámara manual) de los diferentes deterioros observados.

Las fallas a evaluar son las que encontramos en el manual del PCI (para fallas en vías con superficie de concreto asfáltico) y del URCI (para vías sin pavimentación), estos métodos otorgan a cada falla un número y de esta manera facilitar el trabajo en campo. Sin embargo cabe mencionar que el Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial propone un catálogo de fallas, con su método de calificación; pero por motivos prácticos de: calculo, teniendo conocimiento que el PCI y URCI son normas internacionales estandarizadas y por el uso del software EvalPav (que simplifica los cálculos del PCI y URCI respectivamente), se decidió utilizar las metodologías indicadas inicialmente.

Cabe indicar que el objetivo principal de la presente tesis no es mostrar o detallar las fallas encontradas, sino que al realizar la evaluación visual inicial de las vías mencionadas, se ha encontrado un origen común en el deterioro del pavimento en muchas de estas vías, de acuerdo al tipo de pavimento urbano y zonas donde se encuentran, por lo que posteriormente se realizara una evaluación más profunda de solo algunas vías, que presentan las fallas más comunes en el distrito.

A continuación presentaremos las fallas observadas con una fotografía en las vías evaluadas, sin embargo las imágenes a mostrar no son las únicas fallas encontradas, sino que se muestran para definir cada tipo de falla, presentando también su descripción, características, ubicación, posibles causas, niveles de severidad y unidad de medida.

3.1.5.1 Piel de Cocodrilo.

Son una serie de grietas interconectadas entre sí, formando en la superficie pequeños polígonos irregulares de ángulos agudos, formando mallas con lados menores a 0.60 m.

Generalmente están asociados al esfuerzo y desgaste debido a las repeticiones continuas de las cargas (llamados fatiga), por lo que se encuentran mayormente

localizadas en áreas expuestas a altas solicitaciones de tránsito, se manifiesta como una falla de origen estructural y muchas veces está acompañado por ahuellamientos. Sin embargo puede ser también de origen superficial, cuando la carpeta de rodadura tiene deficiencias. En la Figura N°11 se observa un ejemplo en una vía del distrito, con su respectivo nivel de severidad.



Figura N°11 Jr. 2 de Mayo con Severidad Moderada.
Fuente: Elaboración Propia.

a. Posibles Causas:

- Fatiga en las capas de la estructura asfáltica.
- Rigidización de la mezcla asfáltica en zonas de tránsito vehicular.
- Envejecimiento del asfalto.
- Se presentan tensiones y deformaciones por tracciones mayores en el interior de la estructura, generándose inicialmente fisuras finas paralelas, que posteriormente se propaga hasta la superficie, evolucionando en mallas cerradas, semejantes a una piel de cocodrilo.
- Deficiente espesor de la carpeta de rodadura o mal recapeado.

b. Niveles De Severidad:

- Low = Baja (L): Grietas muy finas, paralelas entre sí, con poca o ninguna interconexión, dando origen a polígonos de aberturas < 1.5 mm. de ancho y distorsiones < 13 mm.
- Medium = Medio (M): Grietas finas a moderadas interconectadas entre sí, formando polígonos pequeños y angulosos, que pueden presentar un

moderado desportillamiento en los bordes, con aberturas de 1.5 a 5 mm. de ancho y distorsión de 13 a 25 mm.

- High = Alta (H): Las Grietas han evolucionado, constituyen mallas cerradas de pequeños polígonos bien definidos, con desportillamiento de severidad alta en sus bordes, algunos de estos polígonos se encuentran sueltos, de aberturas > 5 mm. de ancho y distorsiones > 25 mm.

c. Unidad De Medición:

Se miden en metros cuadrados (m²).

3.1.5.2 Exudación.

Son delgadas películas de material bituminoso expuestas en la superficie del pavimento, llegando a ser pegajosa en altas temperaturas, pudiendo generar una superficie lisa y peligrosa. Se presenta cuando el material bituminoso comienza a fluir, debido a que se calienta en altas temperaturas ambientales, llenando los vacíos de la mezcla y expandiéndose a la superficie. En la Figura N°12 se observa un ejemplo en una vía del distrito, con su respectivo nivel de severidad.



Figura N°12 Carretera a San Benito con Severidad Baja.
Fuente: Elaboración Propia.

a. Posibles Causas:

- Exceso de cemento asfáltico en la mezcla.
- Mezclas muy cerradas con bajos contenidos de vacíos de aire.
- Acumulación gradual del material bituminoso en la superficie, ya que este material no regresa a la carpeta una vez se encuentra expuesta.

- Deficientes diseños de concentración del ligante bituminoso.

b. Niveles De Severidad:

- L: Solo es detectable en épocas de altas temperaturas y no es pegajosa.
- M: El material observado se pega a los neumáticos, pero sigue ocurriendo solo en algunas temporadas del año.
- H: Su presencia ya es extensa y se pega con facilidad en los neumáticos.

c. Unidad De Medición:

Se miden en metros cuadrados (m²).

3.1.5.3 Agrietamiento en Bloque.

Son una serie de fisuras interconectadas entre sí, que se presentan en la superficie del pavimento formando bloques rectangulares asimétricos, de tamaños que varían de 30x30 cm. a 3x3 m., cuando estos bloques tienen mayor tamaño son considerados como fisuras longitudinales y transversales, se observa en cualquier parte del pavimento cubriendo áreas considerables. Este tipo de agrietamiento no está asociado con las cargas de tránsito, sin embargo el tránsito incrementa su severidad, a diferencia de una piel de cocodrilo que están asociadas sobre áreas con más tráfico, con polígonos más pequeños, irregulares y de ángulo agudo. En la Figura N°13 se observa un ejemplo en una vía del distrito.



Figura N°13 Jr. 28 de Julio con Severidad Alta.
Fuente: Elaboración Propia.

a. Posibles Causas:

- Excesiva contracción de la carpeta asfáltica, inducida por cambios bruscos de temperatura y/o humedad.
- Excesivo endurecimiento de la carpeta asfáltica, debido a deficiencias o envejecimientos de la mezcla asfáltica.
- Mezcla asfáltica muy rígida, generalmente por exceso de filler.
- Reflexión de grietas originadas en las capas inferiores.

b. Niveles De Severidad:

- L: Grietas no definidas, cerradas, sin desintegración en los bordes.
- M: Grietas múltiples interconectadas, con desintegración en los bordes.
- H: Grietas múltiples bien definidas e interconectadas entre sí, presentan gran desintegración en los bordes.

c. Unidad De Medición:

Se miden en metros cuadrados (m²).

3.1.5.4 Abultamientos (Bumps) y Hundimientos (Sags).

Los Abultamientos son abombamiento o acenso vertical que se presenta en la superficie, puede ocurrir en forma de onda abrupta y pronunciada sobre un área determinada, distorsiona el perfil de la vía, puede estar acompañado en algunos casos de fisuras.

Los Hundimientos son depresiones o descensos que se presentan en la superficie, en un área determinada, en lugares de fuertes precipitaciones, muchas veces las depresiones no son detectables, generando problemas de seguridad a los usuarios.

Están asociados directamente con problemas estructurales, En la Figura N°14 se observa un ejemplo en una vía del distrito, con su respectivo nivel de severidad.



Figura N°14 Av. Víctor Raúl Haya de la Torre con Severidad Baja.
Fuente: Elaboración Propia.

a. Posibles Causas:

- Por procesos de expansivos
- Cambio volumétricos por materiales arcillosos altamente expansivos, que no tuvieron su tratamiento adecuado.
- Contaminación de las capas estructurales y/o del terreno de fundación con material orgánico.
- Deficiencias en la construcción (compactación, nivelación, etc.).
- Cuando se localiza en los bordes es debido al inadecuado confinamiento lateral o deficiente drenaje, afectando a los materiales granulares.

b. Niveles De Severidad:

- L: Provoca una leve vibración, un leve balanceo vehicular, apenas perceptible y no genera incomodidad en el usuario, pequeña distorsión del perfil longitudinal.
- M: Causa mayor vibración vehicular, un molesto balanceo, pero es tolerable y obliga a un leve cambio de velocidad de operación.
- H: Causa una vibración excesiva, que condiciona reducir la velocidad, produciendo un severo grado de incomodidad con peligro en la circulación.

c. Unidad De Medición:

Se miden en metros cuadrados (m²).

3.1.5.5 **Corrugación.**

Es una serie de elevaciones y depresiones consecutivas, en determinadas áreas, las cimas van perpendicularmente a la dirección del tránsito. Usualmente es causado por la acción del tránsito. No se encontraron en el distrito.

3.1.5.6 **Baches.**

Son fallas puntuales, desde ligeros desniveles, poco perceptibles, hasta posibles desintegraciones de la carpeta asfáltica, dejando expuesta la capa inferior, de profundidad variable, con bordes bien definidos. Es una falla de origen estructural y son imperceptibles cuando se llenan de agua. En la Figura N°15 se observa un ejemplo en una vía del distrito, con su respectivo nivel de severidad.



Figura N°15 Jr. Augusto B Leguía con Severidad Moderada.
Fuente: Elaboración Propia.

a. **Posibles Causas:**

- Asentamiento de las capas inferiores.
- Deficientes diseños y/o procesos constructivos.

b. **Niveles De Severidad:**

- L: Con una profundidad de 13.0 a 25.0 mm.
- M: Con una profundidad de 25.0 a 51.0 mm.
- H: Con una profundidad > a 51.0 mm.

c. **Unidad De Medición:**

Se miden en metros cuadrados (m²).

3.1.5.7 Grieta de Borde.

Son Grietas localizadas al borde de la calzada (de 30 a 60 cm del borde), paralelas al eje, con tendencia longitudinal a semicircular, aumentando su severidad debido al tránsito. El área entre la fisura y el borde, es considerada superficie desmoronable, pudiendo con el tiempo desprenderse. En la Figura N°16 se observa un ejemplo en una vía del distrito, con su respectivo nivel de severidad.



Figura N°16 Av. Ramos con Severidad Alta.
Fuente: Elaboración Propia.

a. Posibles Causas:

- Falta de confinamiento lateral.
- Confinamiento deficiente e incapaz de soportar la carga del pavimento.
- Drenaje inadecuado y posterior ingreso lateral del agua.
- Falta de compactación en el borde del pavimento.
- Exceso de cargas vehiculares localizadas en los extremos de la vía.

b. Niveles De Severidad:

- L: Agrietamiento leve, sin fragmentaciones o desprendimientos.
- M: Agrietamiento moderado, con fragmentaciones y desprendimientos mínimos, pero aún carece de ramificaciones.
- H: Agrietamientos múltiples interconectadas y ramificadas. Desprendimiento o descascaramiento del borde.

c. Unidad De Medición:

Se miden en metros lineales (m), se debe registrar la longitud que abarca la curva.

3.1.5.8 Grieta de Reflexión de Junta (de losas de concreto de cemento portland)

Estas fallas solo se presentan en pavimentos mixtos, donde se construye una carpeta asfáltica sobre una losa de concreto de cemento portland, estas fallas no están relacionadas con las cargas, ni son fallas estructurales, sin embargo el tráfico acelera la severidad. No se encontraron en el distrito.

3.1.5.9 Desnivel Carril / Berma.

Es ocasionada por la diferencia de niveles que tiene el borde de la superficie del pavimento y la berma adyacente. En la Figura N°17 se observa un ejemplo en una vía del distrito, con su respectivo nivel de severidad.



Figura N°17 Carretera Cañete Yauyos con Severidad Alta.
Fuente: Elaboración Propia.

a. Posibles Causas:

- Erosión de la berma.
- Asentamiento de la berma.
- Colocación de recapeados, dejando a la berma en el nivel inicial.
- Carencia de sobre ancho en la carpeta de rodamiento.
- Pavimentos sin Sardinel.
- Bermas sin pavimento.

b. Niveles De Severidad:

- L: Diferencia de nivel entre 25 y 51 mm.
- M: Diferencia de nivel entre 51 y 102 mm.
- H: Diferencia de nivel mayor a 102 mm.

c. Unidad De Medición:

Se miden en metros lineales (m).

3.1.5.10 Grietas Longitudinales y Transversales (no son de reflexión de losas de concreto de cemento portland).

Las grietas longitudinales se extienden en la misma dirección al tránsito o paralela al eje de la vía y las grietas transversales son perpendicular a la dirección del tránsito o eje de la vía (puede encontrarse en todo el ancho de la vía o en un área parcial, limitándose a no iniciar en el borde).

No están asociadas con la carga vehicular, puede desarrollar ramificaciones laterales y/o paralelas. En la Figura N°18 se observa un ejemplo en una vía del distrito, con su respectivo nivel de severidad.



Figura N°18 Carretera a San Benito con Severidad Moderada.
Fuente: Elaboración Propia.

a. Posibles Causas:

- Reflexión de grietas localizadas en capas inferiores.
- Carpeta de rodadura o recapeados muy delgados.

- Juntas de carril mal ejecutados.
- Contracción de la mezcla asfáltica ante cambios fuertes de temperatura o por excesivo endurecimiento (oxidación del bitumen).
- Rigidización de la mezcla asfáltica por pérdida de flexibilidad.

b. Niveles De Severidad:

- L: Grietas simples ≤ 10 mm, sin ramificaciones, cerradas o selladas (impide el ingreso del agua).
- M: Grietas sin relleno > 10 y ≤ 76 mm, con ramificaciones en forma de fisura finas (con probable ingreso de agua).
- H: Grietas sin relleno > 76 mm., cualquier grieta con ramificaciones severamente descascaradas, fisuras múltiples, ramificadas o acompañadas de fisuras paralelas con severidad de media a alta.

c. Unidad De Medición:

Se miden en metros lineales (m).

3.1.5.11 Parcheo y Acometidas de Servicio Público.

Son trabajos puntuales donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado parcial o totalmente, por un material nuevo similar o diferente al original, generando alteraciones en la superficie. En la Figura N°19 se observa un ejemplo en una vía del distrito, con su respectivo nivel de severidad.



Figura N°19 Av. Benigno Ríos con Severidad Baja.
Fuente: Elaboración Propia.

a. Posibles Causas:

- La principal causa es por la instalación o reparación de servicios públicos.
- Reparación de fallas que han alcanzado niveles de severidad altos.

b. Niveles De Severidad:

- L: El parchado se comporta satisfactoriamente, poco o ningún deterioro.
- M: El área de parchado presenta algo de deterioro; los daños en su superficie son de severidad baja o media.
- H: El área de parchado se encuentra severamente deteriorado y requiere ser reparado lo más pronto.

c. Unidad De Medición:

Se miden en metros cuadrados (m²).

3.1.5.12 Pulimento de Agregados.

Se origina por la presencia de agregados con caras planas en la superficie o por la ausencia de agregados angulares, el agregado que se observa en la superficie es suave al contacto, reduciendo la fricción con los neumáticos. En la Figura N°20 se observa un ejemplo en una vía del distrito, con su respectivo nivel de severidad.



Figura N°20 Calle Las Palmeras con Severidad Moderada.
Fuente: Elaboración Propia.

a. Posibles Causas:

- Constante acción abrasiva del tránsito, que produce el desgaste superficial.
- Baja resistencia al pulimento de algunos materiales (como las calizas).

- Empleo de agregados pétreos ya desgastados para la mezcla asfáltica.
- Fractura de los agregados por presión durante la compactación.
- Excesiva cantidad de agregados, en especial los gruesos.

b. Niveles De Severidad:

- No define niveles de severidad, sin embargo se puede hacer ensayos de resistencia superficial, para evaluar posibles soluciones.

c. Unidad De Medición:

Se miden en metros cuadrados (m²).

3.1.5.13 Huecos.

Son depresiones pequeñas observadas en la superficie, con diámetros menores a 0.90 m, en forma de un tazón, presenta bordes agudos, generalmente se da por el desgaste gradual de la capa de rodadura, iniciándose con desprendimientos de pequeños fragmentos de la carpeta asfáltica, dejándola cada vez más expuesta a la acción abrasiva del tránsito y el clima. En la Figura N°21 se observa un ejemplo en una vía del distrito, con su respectivo nivel de severidad.



Figura N°21 Jr. Ayacucho con Severidad Moderada.
Fuente: Elaboración Propia.

a. Posibles Causas:

- Se incrementa por la acumulación del agua.
- Deficiente limpieza antes de realizar algún tratamiento superficial.
- Espesores muy delgados e insuficientes de la carpeta de rodadura.
- Insuficientes dotaciones del material bituminoso o de los agregados.

- Contaminación de la superficie con piedras o gravillas, provenientes de vías cercanas, empeorando con el tráfico vehicular.
- Contacto de elementos cortantes excesivamente abrasivos con la superficie, tales como llantas metálicas, orugas, etc.

b. Niveles De Severidad:

Se mide de acuerdo a la profundidad y diámetro de los huecos:

- L: Si la profundidad es de 12.7 a 25.4 mm., y el diámetro de 102 a 457 mm. También si la profundidad es de 25.4 a 50. mm., y el diámetro de 102 a 203 mm.
- M: Si la profundidad es de 12.7 a 25.4 mm., y el diámetro de 457 a 762 mm. También si la profundidad es mayor a 25.4 mm., y el diámetro de 203 a 457 mm. Y también si la profundidad es mayor a 50.8 mm., y el diámetro de 102 a 457 mm.
- H: Si la profundidad del hueco es mayor a 25.4 mm., y el diámetro de 457 a 762 mm.

c. Unidad De Medición:

Si el diámetro del hueco es menor a 76.2 cm. se miden en unidades (und) y si el diámetro es mayor a 76.2 cm se mide en metros cuadrados (m²).

3.1.5.14 Cruce de vía Férrea.

Son depresiones o abultamientos que se localizan alrededor de los rieles del tren. No se encontraron en el distrito.

3.1.5.15 Ahuellamiento.

Son depresiones longitudinales continuas (> 6 metros) que se observa en la superficie, generalmente a lo largo de la trayectoria de los neumáticos vehiculares. Cuando los espesores en la zona con ahuellamientos son pequeñas, las deformaciones ocurren en la carpeta asfáltica o capas superiores (pudiendo asociarse a problemas superficiales), cuando el espesor en la zona con ahuellamiento ya es considerable, las deformaciones ocurren en las capas inferiores o en el terreno de fundación (siendo asociado a problemas estructurales).

En muchos casos solo son percibibles por la acumulación de agua, generando problemas de hidroplaneo. Se puede presentar también con levantamientos de la carpeta en los lados adyacentes del ahuellamiento a lo largo de su longitud. En la Figura N°22 se observa un ejemplo en una vía del distrito, con su respectivo nivel de severidad.



Figura N°22 Av. Oscar Ramos Cabieses con Severidad Baja.
Fuente: Elaboración Propia.

a. Posibles Causas:

- Acción por fatiga.
- Inadecuado diseño o proceso constructivo (compactación, temperatura de compactación, deficiente dosificación, espesores inadecuados, etc.)
- Carencia de apoyo lateral.
- Aumento excesivo de las cargas vehiculares.

b. Niveles De Severidad:

- L: Profundidad de ahuellamiento > 6 y ≤ 13 mm.
- M: Profundidad de ahuellamiento > 13 y ≤ 25 mm.
- H: Profundidad de ahuellamiento > 25 mm.

c. Unidad De Medición:

Se miden en metros cuadrados (m^2).

3.1.5.16 Desplazamiento.

Es el corrimiento longitudinal y permanente de un sector en la superficial, se producen por cargas vehiculares, cuando el vehículo empuja al pavimento, generando que la carpeta asfáltica se deslice y deforme. En la Figura N°23 se observa un ejemplo en una vía del distrito, con su respectivo nivel de severidad.



Figura N°23 Av. Víctor Raúl Haya de la Torre con Severidad Moderada.
Fuente: Elaboración Propia.

a. Posibles Causas:

- Baja resistencia de la mezcla asfáltica.
- Escasa adherencia de la mezcla asfáltica.
- El uso de líquidos inestables en la mezcla asfáltica
- La pronta apertura al tránsito antes de lo adecuado.
- Contracción de la mezcla asfáltica inducida por cambios de temperatura y/o humedad.

b. Niveles De Severidad:

- L: El desplazamiento causa disminuir levemente la velocidad.
- M: El desplazamiento causa disminuir moderadamente la velocidad.
- H: El desplazamiento causa disminuir considerablemente la velocidad.

c. Unidad De Medición:

Se miden en metros cuadrados (m²).

3.1.5.17 Grietas Parabólicas (Slippage).

Son grietas en forma de media luna o arco, generalmente sus dos extremos y la punta se encuentra orientados en dirección al tránsito, con la longitud de curvatura de acuerdo a la fuerza de tracción que produce la llanta sobre el pavimento al momento del frenado, acompañada frecuentemente de hundimientos. No se encontraron en el distrito.

3.1.5.18 Hinchamiento.

Abombamiento o acenso vertical en la superficie, en forma de onda abrupta y pronunciada sobre un pequeña sector, o gradualmente en áreas grandes, distorsiona el perfil de la vía y suele estar acompañado de grietas superficiales. En la Figura N°24 se observa un ejemplo en una vía del distrito, con su respectivo nivel de severidad.



Figura N°24 Av. La Mar con Severidad Baja.
Fuente: Elaboración Propia.

a. Posibles Causas:

- Procesos expansivos por cambios de temperatura y/o humedad.
- Cambio volumétricos en fundaciones arcillosas altamente expansivas.
- Contaminación de los materiales que conforman las capas estructurales y/o el terreno de la subrasante con material orgánico.

b. Niveles De Severidad:

- L: Produce poca vibración, apenas perceptible, pequeña distorsión del perfil longitudinal y no genera incomodidad vehicular.

- M: Causa una mayor vibración vehicular, genera incomodidad al conductor y obliga a un leve cambio de velocidad operacional.
- H: Causa una gran vibración que obliga reducir la velocidad operacional, produce gran incomodidad y generan alto peligro en la circulación.

c. Unidad De Medición:

Se miden en metros cuadrados (m²).

3.1.5.19 Meteorización / Desprendimiento de Agregados.

Es la pérdida de ligantes asfálticos y partículas del material granular que se encuentran en la capa asfáltica, mostrando la presencia de agregados expuestos en la superficie del pavimento, ya sea suelto o aun en la capa de rodadura, aumenta la fricción en la vía, genera incomodidad y ruido al conductor. Se encuentra generalmente en zonas de alto tránsito, provocando mayor desgaste de estos materiales. En la Figura N°25 se observa un ejemplo en una vía del distrito, con su respectivo nivel de severidad.



Figura N°25 Jr. Sucre con Severidad Alta.
Fuente: Elaboración Propia.

a. Posibles Causas:

- Evolución en la pérdida de agregados y pulimento superficial.
- Endurecimiento del ligante asfáltico.
- Se genera también por el constante desgaste natural de la carpeta asfáltica; sin embargo puede presentarse envejecimientos prematuros por inadecuados diseños o procesos constructivos.

- Al mezclarse la superficie con productos químicos o agentes corrosivos, como los aceites, se producen desprendimientos.

b. Niveles De Severidad:

- L: Se observa mínimas pérdidas de agregados y/o ligantes, está comenzando a desprenderse.
- M: El desprendimiento del agregado y/o ligante de la mezcla ya es considerable, dejando una superficie rugosa, generando incomodidad al usuario, algunas veces presenta pequeñas partículas finas en la superficie.
- H: El desprendimiento del agregado y/o ligante es excesivo y presenta muchas partículas sueltas en la vía. La superficie del pavimento se encuentra irregular, por la exposición del agregado grueso y la existencia de pequeñas cavidades distribuidas en toda la zona, las áreas ahuecadas tienen diámetros menores a 10 mm. y profundidades menores a 13 mm., áreas que tengan mayores diámetros y profundidades serán consideradas como huecos. Genera molestia y ruido al circular.

c. Unidad De Medición:

Se miden en metros cuadrados (m²).

3.1.5.20 Fallas en Vías no Pavimentadas.

El estado superficial de estas vías está relacionado con las características y tipo de suelo que constituye el lecho carrozable, carecen de vías afirmadas, su nivel de severidad está ligada por la incomodidad que tiene el vehículo al transitar.

Las fallas a mencionar son las que presentan el manual del URCI, las cuales son:

- Sección Transversal Impropia.
- Drenaje.
- Corrugación.
- Polvo.
- Baches.
- Ahuellamiento.
- Desprendimiento de agregados.

En la Figura N°26, Figura N°27, Figura N°28, Figura N°29, Figura N°30, Figura N°31 y Figura N°32 se observa un ejemplo de estas fallas en vías del distrito, con su respectivo nivel de severidad.



Figura N°26 Calle las Acacias presenta Baches con Severidad Baja.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura N°27 Ruta Alfredo Rosaura presenta Polvo con Severidad Baja.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura N°28 Av. los Eucaliptos presenta Sección transversal impropia con Severidad Moderada.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura N°29 Calle Alianza presenta Sección transversal impropia con Severidad Moderada.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura N°30 Camino Vecinal a Cerro Candela presenta Polvo con Severidad Moderada.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura N°31 Acceso a Canta Gallo presenta Ahuellamientos con Severidad Moderados.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura N°32 Acceso a Conde Bajo presenta Polvo con Severidad Baja.
Fuente: Elaboración Propia.

Posibles Causas:

- El estado de estas vías está relacionado directamente al tipo de suelo que lo conforma, por ende sus fallas están causadas directamente por las características que tiene el terreno.
- Al carecer de revestimiento superficial, la carpeta de rodadura está expuesto a todo tipo de agentes abrasivos, climáticos, el tráfico, etc.
- A mayor existencia de materiales sueltos, polvo, etc., se acelera el desgaste superficial y comienza a generar fallas más severas.
- La baja capacidad de soporte del terreno de fundación de algunas zonas.
- Mala calidad del terreno de fundación.
- Falta de adecuados sistemas drenaje.

- Carencia de trabajos de cortes, perfilados, bombeos o compactaciones, que generan acumulación de agua en algunos puntos.

3.1.6 Recopilación de las Fallas Observadas.

La recopilación de estas evaluaciones, se presentan en la Tabla N°15, Tabla N°16 y Tabla N°17, de acuerdo inspección visual detallada realizada en campo, con las fallas encontradas de mayor ocurrencia en cada vía evaluada, se muestran el número otorgado para cada falla de acuerdo a las metodologías PCI y URCI, y finalmente con la letra que representa cada nivel de severidad.

Tabla N°15. Vías arteriales, indicando las fallas con nivel de severidad

PAV. URB.	VÍAS PAVIMENTADA	ORIGEN DE LAS FALLAS CON NIVEL DE SEVERIDAD		LONGITUD DE LA VÍA PAVIMENTADA (m)
		SUPERFICIAL	ESTRUCTURAL	
VÍAS ARTERIALES EN LA CAPITAL DEL DISTRITO	Av. Ramos	19 L y 12 M	7 H, 1M, 10 M y 11 L	500
	Av. La Mar	1 M, 4 L, 13 H, 12 H y 19 L.	11 L y 7 M	850
	Av. Benigno Ríos	13 M, 12 H y 19 L.	11 L	1640
	Av. Oscar Ramos Cabieses	10 L, 3 M, 12 M y 19 L.	1 M, 15 L, 13 M y 7 M	550
	Av. Víctor Raúl Haya de la Torre	16 M, 4 L, 12 M y 19 M.	1 M y 13 M	715
VÍAS ARTERIALES EN LOS CENTROS POBLADOS	Autopista a Cerro Alegre	13 L y 12 H.	7 M	1050
	Autopista a la Quebrada	17 M y 12 H.		3050
	Carretera Cañete Yauyos	10 H, 13 M, 12 M y 19 M.	11 M y 7 H,	2660
	Autopista a Roma	12 M.		1800
	Carretera a Quilmaná	13 L, 4 M y 19 M.	7 H, 4 L y 11 L	7840

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°16. Vías colectoras, indicando las fallas con nivel de severidad

PAV. URB.	VÍAS PAVIMENTADA	FALLAS CON NIVEL DE SEVERIDAD		LONGITUD DE LA VÍA PAVIMENTADA (m)
		SUPERFICIAL	ESTRUCTURAL	
VÍAS COLECTORAS EN LA CAPITAL DEL DISTRITO	Manco Capac	12 M y 19 M.	1 M, 13 L y 11 M	485
	Jr. El Carmen	6 M y 11 M	3 M, 10 L y 12 de M a H.	590
	Jorge Chávez	3 M, 13 M, 12 H y 19 M.	1 M y 6 L	350
	Augusto B. Leguía	4 M, 12 H y 19 M.		455
	Jr. Ayacucho	12 H y 19 M.	1 H, 10 M, 6 M, 13 M a H, 11 L y 7 M	880
	2 de Mayo	3 M, 12 H y 19 de M a H.	1 M, 4 M, 13 M a H y 7 M,	850
	28 de Julio	10 H, 3 M, 1 H, 16 M, 4 L, 13 M, 12 H y 19 de M a H.		990
	Jr. Sucre	10 L, 13H, 12 H y 19 H.		720
VÍAS COLECTORAS CENTROS POBLADOS	Josefina Ramos	12 M y 19 M		355
	Las Palmeras	12 M y 19 M		162
	Vía a Restaurant de Calin	12 M y 19 M		111.00
	Carretera a San Benito	10 M, 13 M, 12 M y 19 L.		635

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°17. Vías sin pavimentar, indicando las fallas con nivel de severidad

PAV. URB.	VÍA SIN PAVIMENTAR	FALLAS CON NIVEL DE SEVERIDAD
VÍAS COLECTORAS	Jr. El Carmen	81 L, 84 M y 87 M
	Jorge Chávez	81 L, 83 L, 84 M, 85 L y 87 L
	Carretera a San Benito	81 L, 84 L, 85 M y 87 M
VÍAS LOCALES	Acacias	81 L, 84 L, 85 L y 87 L
	Ruta Alfredo Rosaura	81 L, 84 M, 85 M y 87 L
	Vía Establo San Isidro	81 L, 84 M, 85 M y 87 M
	Av. Los Eucaliptos	84 L, 85 L y 87 L
	Alianza	84 L
	Cam. Vec. de Cerro Candela	81 L, 84 M, 85 M y 87 L
	Camino Vecinal a Cantagallo	84 M, 85 M y 87 M
	Cam. Vec. a Villareal y Conde Bajo	81 L, 85 L y 87 L

Fuente: Elaboración propia.

3.2 RELEVAMIENTO DE INFORMACIÓN DE CAMPO

Para hallar el Índice de Condición de las vías, se utilizará el método de evaluación PCI y URCI, para vías con pavimentos asfálticos y vías sin pavimentar respectivamente, para tales fines se eligieron 3 vías con pavimento y una vía sin pavimentar, estas vías presentan varias fallas similares a las demás vías, además que son las de mayor uso dentro de la capital del distrito. Para optimizar el proceso de obtención de los índices, utilizaremos los software: EvalPavCar (evalúa el PCI para vías con pavimento asfáltico), y EvalPavURCI (evalúa el URCI para carreteras no pavimentadas).

3.2.1 EvalPav.

Es un software que optimiza la obtención del PCI y URCI en menor tiempo, simplificando el procedimiento de cálculos. El software EvalPav contiene tres versiones, EvalPavCar vías Pavimentadas (ASTM D 6433-03), EvalPavAir Aeropuertos (ASTM D 5340-04) y EvalPavURCI Carreteras No Pavimentadas (USACE TM 5-626). Fue elaborado por el Ing. Gerber Zabala Ascaño con apoyo de la Dirección general de caminos y ferrocarriles del MTC.

3.2.2 Procedimiento.

3.2.2.1 Unidades de Muestreo.

Para el método del PCI las vías se dividen en unidades de muestreo que se encuentran entre 135 hasta 315 m² y para el URCI, las unidades de muestreo se encuentran entre 150 a 350 m².

En la Tabla N°18 muestra las vías a ser evaluadas, con sus longitudes, áreas y cantidad de unidades de muestreo, tomando en cuenta el ancho de las vías:

Tabla N°18. Ancho, longitud, área y cantidad de unidades de muestreo

ITEM	VÍA	LONGITUD TOTAL DE LA VÍA (PAV/SIN PAV)	ANCHO	LONGITUD	AREA DE UNIDAD DE MUESTREO	CANTIDAD DE UNIDADES
1	Av. Ramos	500.00	8.00	39.00	312.00	13
2	Av. La Mar	850.00	6.00	52.00	312.00	17
3	2 de Mayo	850.00	7.00	45.00	315.00	19
4	Cam. Vec. Cerro Candela	780.00	8.00	35.00	280.00	23

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.2.2 Recolección de Datos de Campo.

Para ordenar los datos obtenidos en campo y posterior análisis con el software, se ha utilizado un formato de recolección de datos de campo como se observa en la Figura N°33.

Prog. Inicial	Prog. Final	Daño	Severidad	X	Y	Ancho	Longitud	Ancho de Fisura	Observación	Carril	Ancho Carril	Inspección

Figura N°33 Formato de recolección de datos de campo.

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.2.3 Ficha de Datos.

Para facilitar la información que se transcribe en el formato de recolección de datos de campo, se ha utilizado una ficha, que menciona los datos principales, análisis, evaluación y un diagrama de representación de cada unidad de muestreo.

Para vías pavimentadas la ficha muestra los 19 tipos de fallas (según el manual del PCI), que es representada con un color específico cada una, como se observa en la Figura N°34.

METODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)			
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE			
EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS			
TESIS:		PROPUESTA DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE PAVIMENTOS EN ZONAS URBANAS Y APLICADA EN EL DISTRITO DE IMPERIAL - CAÑETE	
EVALUADOR:		Jose Luis Cornelio Chirinos	
NOMBRE DE LA VÍA:		Av. Ramos	
TRAMO:	T 01	CARRIL:	Calzada
PROG. INICIAL:	00+000	FECHA:	29/03/2019
PROG. FINAL:	00+039	SEVERIDAD	
ANCHO DE VÍA:	8.00	LOW (BAJA)	L
UNIDAD DE MUESTRA:	001	MEDIUM (MEDIA)	M
AREA MUESTREO:	312	HIGH (ALTA)	H


No	Daño	Und	Color
1	Piel de cocodrilo.	m2	
2	Exudación.	m2	
3	Agrietamiento en bloques.	m2	
4	Abultamientos y hundimientos.	m	
5	Corrugación.	m2	
6	Depresión.	m2	
7	Grieta de borde.	m	
8	Grieta de reflexión de junta.	m	
9	Desnivel carril / berma.	m	
10	Grietas long y transversal.	m	

No	Daño	Und	Color
11	Parcheo.	m2	
12	Pulimento de agregados.	m2	
13	Huecos.	und	
14	Cruce de vía férrea.	m2	
15	Ahuellamiento.	m2	
16	Desplazamiento.	m2	
17	Grieta parabólica (slippage).	m2	
18	Hinchamiento.	m2	
19	Desprendimiento de agregados	m2	

DIAGRAMA

Figura N°34 Ficha de datos de cada unidad de muestreo, para vías pavimentadas.
Fuente: Elaboración Propia.

Para vías no pavimentadas la ficha muestra los 7 tipos de fallas (según el método del URCI), que es representada con un color específico cada una, como se observa en la Figura N°35.

	UNSURFACED ROAD CONDITION INDEX (URCI)		
	INDICE DE LA CONDICIÓN DE LA VÍA NO PAVIMENTADA		
	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE VÍAS NO PAVIMENTADAS		
TESIS:	PROPUESTA DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE PAVIMENTOS EN ZONAS URBANAS Y APLICADA EN EL DISTRITO DE IMPERIAL - CAÑETE		
EVALUADOR:	Jose Luis Cornelio Chirinos		
NOMBRE DE LA VÍA:	Camino Vecinal Cerro Candela		
TRAMO:	TCV 01	CARRIL:	Calzada
PROG. INICIAL:	00+000	FECHA:	31/03/2019
PROG. FINAL:	00+035	SEVERIDAD	
ANCHO DE VÍA:	8.00	LOW (BAJA)	L
UNIDAD DE MUESTRA:	050	MEDIUM (MEDIA)	M
AREA MUESTREO:	280	HIGH (ALTA)	H

No	Daño	Und	Color
81	Sección transversal impropia	m2	
82	Drenaje	m2	
83	Corrugación	m2	
84	Polvo	m	

No	Daño	Und	Color
85	Baches	m2	
86	Ahuellamiento	m2	
87	Desprendimiento de agregados	und	

DIAGRAMA

20									
19									
18									
17									
16									
15									
14									
13									
12									
11									
10									
9									
8									
7									
6									
5									
4									
3									
2									
1									
0									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8

Figura N°35 Ficha de datos de cada unidad de muestreo, para vías sin pavimentar.
Fuente: Elaboración Propia.

En conclusión estas fichas sirven para colocar información de campo, que son llenadas de forma manual mientras se realiza la inspección, estos datos posteriormente son analizadas y transcritas en gabinete.

3.2.2.4 Ejecución del Software.

Para la ejecución del Software nos hemos apoyado del Manual del Usuario del EvalPav, publicado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, sin embargo la intención de la tesis no es mostrar los paso para dicha ejecución, sino los resultados obtenidos, cabe mencionar que para importar los datos de campo (como se observó en la Figura N°33) al Software, se tiene que transcribir esta ficha a una hoja Excel en formato XLS.

Las Fichas con los datos de evaluación de las unidades de muestreo para la ejecución del Software, se presenta en los Anexos B, C, D, y E.

3.2.2.5 Resumen del Procesamiento de Información.

El resumen de los PCI obtenidos de cada vía evaluada, para cada unidad de muestreo, se presentan en la Tabla N°19, Tabla N°20 y Tabla N°21.

Tabla N°19. Av. Ramos

AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTRA	PROGR. INICIAL	PROGR. FINAL	m	VRC	PCI	CLASIFICACION
312.0	1	00+000	00+039	0.0	32	68	Bueno
312.0	2	00+039	00+078	0.0	0	100	Excelente
312.0	3	00+078	00+117	0.0	0	100	Excelente
312.0	4	00+117	00+156	0.0	8	92	Excelente
312.0	5	00+156	00+195	0.0	0	100	Excelente
312.0	6	00+195	00+234	0.0	14	86	Excelente
312.0	7	00+234	00+273	0.0	0	100	Excelente
312.0	8	00+273	00+312	0.0	0	100	Excelente
312.0	9	00+312	00+351	0.0	12	88	Excelente
312.0	10	00+351	00+390	8.8	19	81	Muy Bueno
312.0	11	00+390	00+429	0.0	0	100	Excelente
312.0	12	00+429	00+468	0.0	0	100	Excelente
256.0	13	00+468	00+500	0.0	12	88	Excelente

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°20. Av. La Mar

AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTRA	PROGR. INICIAL	PROGR. FINAL	m	VRC	PCI	CLASIFICACION
312.0	1	00+000	00+052	6.0	63	37	Pobre
312.0	2	00+052	00+104	1.0	100	0	Colapsado
312.0	3	00+104	00+156	1.4	98	2	Colapsado
312.0	4	00+156	00+208	4.9	79	21	Muy Pobre
312.0	5	00+208	00+260	0.0	25	75	Muy Bueno
312.0	6	00+260	00+312	7.6	39	61	Bueno
312.0	7	00+312	00+364	6.9	45	55	Bueno
312.0	8	00+364	00+416	7.0	46	54	Regular
312.0	9	00+416	00+468	1.6	95	5	Colapsado
312.0	10	00+468	00+520	6.5	42	58	Bueno
312.0	11	00+520	00+572	7.7	36	64	Bueno
312.0	12	00+572	00+624	0.0	28	72	Muy Bueno
312.0	13	00+624	00+676	2.3	90	10	Muy Pobre
312.0	14	00+676	00+728	0.0	28	72	Muy Bueno
312.0	15	00+728	00+780	0.0	28	72	Muy Bueno
312.0	16	00+780	00+832	0.0	12	88	Excelente
138.0	17	00+832	00+855	2.2	96	4	Colapsado

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°21. Jr. 2 de Mayo

AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTRA	PROGR. INICIAL	PROGR. FINAL	m	VRC	PCI	CLASIFICACION
315.0	1	00+000	00+045	0.0	0	100	Excelente
315.0	2	00+045	00+090	0.0	26	74	Muy Bueno
315.0	3	00+090	00+135	0.0	3	97	Excelente
315.0	4	00+135	00+180	5.7	55	45	Regular
315.0	5	00+180	00+225	1.2	100	0	Colapsado
315.0	6	00+225	00+270	3.1	79	21	Muy Pobre
315.0	7	00+270	00+315	0.0	4	96	Excelente
315.0	8	00+315	00+360	4.5	87	13	Muy Pobre
315.0	9	00+360	00+405	7.8	46	54	Regular
315.0	10	00+405	00+450	6.8	73	27	Pobre
315.0	11	00+450	00+495	4.2	95	5	Colapsado
315.0	12	00+495	00+540	5.0	82	18	Muy Pobre
315.0	13	00+540	00+585	5.8	64	36	Pobre
315.0	14	00+585	00+630	6.8	54	46	Regular
315.0	15	00+630	00+675	9.7	7	93	Excelente
315.0	16	00+675	00+720	0.0	0	100	Excelente
315.0	17	00+720	00+765	0.0	0	100	Excelente
315.0	18	00+765	00+810	2.7	84	16	Muy Pobre
280.0	19	00+810	00+850	0.0	10	90	Excelente

Fuente: Elaboración Propia.

Se presenta el resumen de los URCl obtenidos en la Tabla N°22.

Tabla N°22. Camino Vecinal Cerro Candela

AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTRA	PROGR. INICIAL	PROGR. FINAL	m	VRC	URCl	CLASIFICACION
280.0	1	00+000	00+035	0.0	3	97	Excelente
280.0	2	00+035	00+070	1.0	7	93	Excelente
280.0	3	00+070	00+105	1.0	7	93	Excelente
280.0	4	00+105	00+140	1.0	7	93	Excelente
280.0	5	00+140	00+175	1.0	7	93	Excelente
280.0	6	00+175	00+210	1.0	7	93	Excelente
280.0	7	00+210	00+245	1.0	7	93	Excelente
280.0	8	00+245	00+280	1.0	7	93	Excelente
280.0	9	00+280	00+315	1.0	7	93	Excelente
280.0	10	00+315	00+350	1.0	7	93	Excelente
280.0	11	00+350	00+385	1.0	17	83	Muy Bueno
280.0	12	00+385	00+420	1.0	23	77	Muy Bueno
280.0	13	00+420	00+455	2.0	19	86	Excelente
280.0	14	00+455	00+490	0.0	4	96	Excelente
280.0	15	00+490	00+525	0.0	4	96	Excelente
280.0	16	00+525	00+560	1.0	7	93	Excelente
280.0	17	00+560	00+595	1.0	7	93	Excelente
280.0	18	00+595	00+630	1.0	7	93	Excelente
280.0	19	00+630	00+665	0.0	8	92	Excelente
280.0	20	00+665	00+700	2.0	27	80	Muy Bueno
280.0	21	00+700	00+735	1.0	7	93	Excelente
280.0	22	00+735	00+770	1.0	7	93	Excelente
280.0	23	00+770	00+805	0.0	2	98	Excelente

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.3 Análisis de la Inspección Visual del Pavimento y de la Vía no Pavimentada.

- Se ha observado muchas vías que todavía se encuentran en buen estado, sin embargo presentan fallas superficiales de leves a moderadas (principalmente las vías que se encuentran en el centro de la capital), se debe generalmente cantidades considerables de gravas y polvillos suelto, pertenecientes a calles sin pavimentar que intersectan, siendo arrastradas por el tránsito vehicular, provocando desgaste y futuras peladuras por efectos abrasivos de los neumáticos con las gravas en la superficie. Influye también la poca lluvia que se presenta en la zona, generando que los finos de las vías sin pavimentar se suelten (trasladándose con simples vientos) y en las vía pavimentada se mantengan (ya que una lluvia puede limpiar y drenar este material).
- No se encontraron fallas por deficiente sistema de drenaje, humedad o congelamientos, ya que la zona carece de altas precipitaciones y de climas extremos.
- Otra importante observación, es la gran cantidad de trabajos de servicios públicos que se realizan, generando contaminación y polvadera, por: cortes, parches, desvíos de tránsito, etc., dejando las vías en un peor estado al que se encontraba., ya que muchos de estos trabajos finales, conocidos como parches, son mal ejecutados.
- Es evidente el crecimiento comercial que existe en la ciudad de Lima y evidentemente en el sur del país, como es el caso de la provincia de Cañete y del distrito Imperia, debido a estas actividades se genera un incremento en el flujo y carga vehicular.
- La elevación mínima es de 72 msnm. (en el centro poblado San Benito) y la máxima es de 128 msnm. (en el centro poblado de Cerro Candela), por lo que no presentan de pendientes pronunciadas, a excepción del camino vecinal a Cerro Candela.
- Uno de los principales factores del deterioro de estas vías, es la carencia de un adecuado plan o gestión sobre las condiciones actuales de las vías, no se realizan evaluaciones en el comportamiento del pavimento con el paso del tiempo y muchas veces se interviene cuando el pavimento colapsa.

- En la Figura N°36 se observa los valores de PCI de las 13 unidades de muestreo que presenta la Avenida Ramos, todas se encuentran en condiciones de bueno a excelente, estos datos servirán de apoyo para plantear alguna alternativa de solución en el siguiente capítulo.

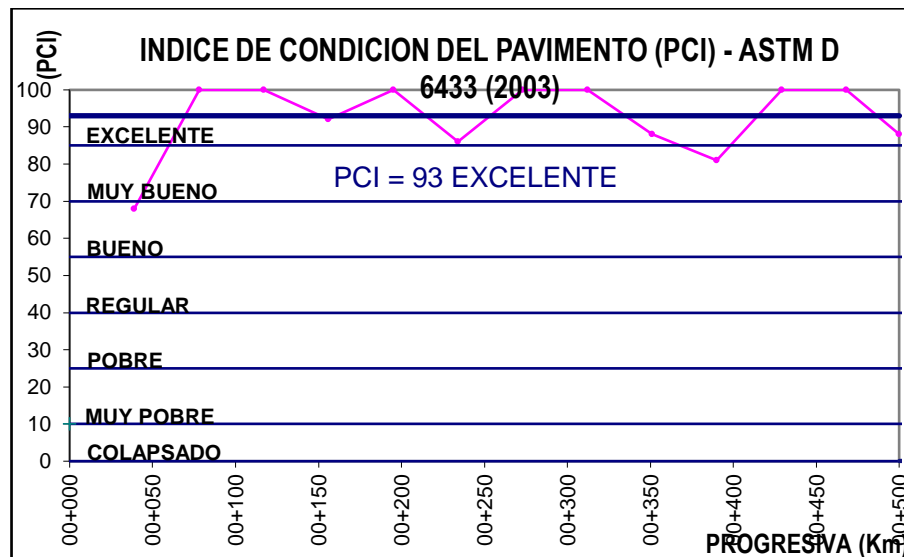


Figura N°36 Valores de PCI por unidades de muestreo Av. Ramos.
 Fuente: Elaboración Propia.

- En la Figura N°37 se observa el promedio de los valores del PCI es 44 (regular), sin embargo las 17 unidades de muestreo varían considerablemente, debido a que hay cuadras que se encuentran en situación de abandono y/o colapso, por lo que se decide dividirlo en 2 sectores y otorgar diferentes alternativas de solución a cada sector. El 1er sector se encuentra entre pobre y colapsado, y el 2do sector entre excelente y bueno, con 2 unidades de muestreo en condición colapsado, posiblemente con necesidad de intervención puntual.

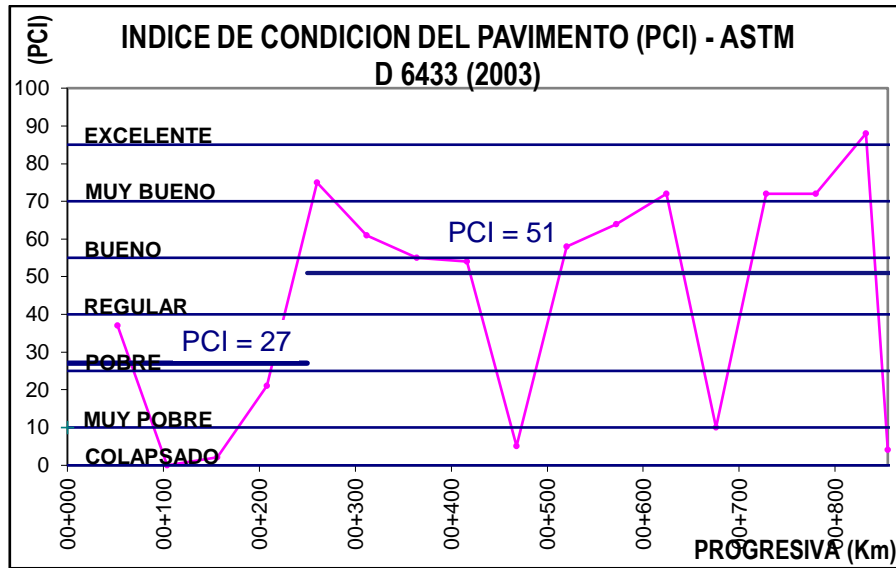


Figura N°37 Valores de PCI por unidades de muestreo Av. La Mar.
 Fuente: Elaboración Propia.

- En la Figura N°38 se observa el promedio de los valores del PCI es 54 (regular), sin embargo las 19 unidades de muestreo varían considerablemente, por lo que se divide en 3 sectores. El 1er sector se encuentra entre bueno y excelente, con 2 índices entre muy pobres y colapsados, con posible necesidad de intervención puntual. El 2do sector entre regular y muy pobre. Y el 3er sector excelente, con una unidad de muestreo muy pobre, también con necesidad de intervención puntual.

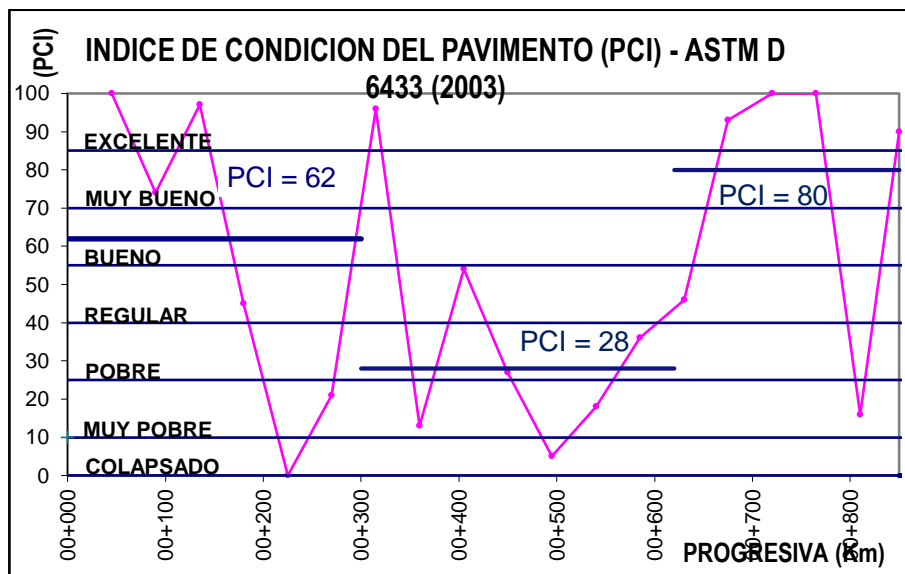


Figura N°38 Valores de PCI por unidades de muestreo Jr. 2 de Mayo.
 Fuente: Elaboración Propia.

- En la Figura N°39 se observa el promedio de los valores del URCI es 92 (Excelente), con sus 23 unidades de muestreo entre excelentes y muy buenos, sin embargo por ser una vía sin pavimentar, se presentara alguna alternativa ya sea de revestimiento o estabilización.

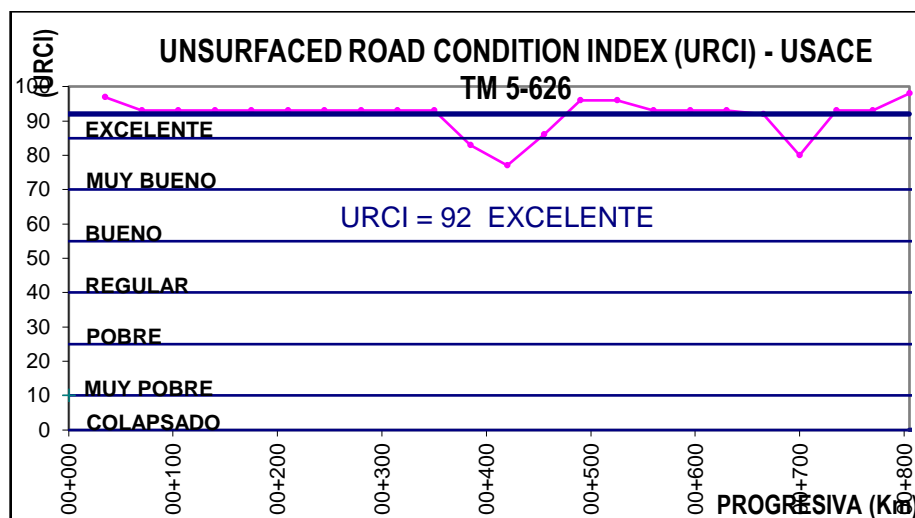


Figura N°39 Valores de URCI por unidades de muestreo del Camino Vecinal Cerro Candela.
 Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO IV : ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

A continuación se presenta la información necesaria de las alternativas tecnológicas propuestas, con sus definiciones, tipos, clasificaciones y análisis comparativos entre sí.

4.1 ALTERNATIVAS MODERNAS PARA PAVIMENTOS

Se presenta como alternativas las que se encuentren constituidos principalmente por emulsión asfáltica, debido a sus diversos usos modernos y ventajas en pavimentos, es sabido que en la actualidad muchos países prohíben el uso de asfaltos diluidos o cut backs, empleados como solventes caros y contaminantes al medio ambiente.

4.1.1 Mezcla Asfáltica en Frio

4.1.1.1 Definición

Es una mezcla de agregado mineral con emulsión asfáltica (en ocasiones se puede utilizar asfalto diluido), llevándose a cabo este proceso a temperatura ambientales. A pesar que transcurran días o semanas de su fabricación, mantiene su buena trabajabilidad, debido a que el ligante asfáltico mantiene su baja viscosidad durante buen tiempo, que generalmente se da por el uso de emulsiones con asfalto fluidificado, sin embargo, después de la colocación en obra, el endurecimiento es más rápido, debido a que el fluidificante se evapora. En el Perú se recomienda para Carreteras de bajo volumen de tránsito. En otros países se utiliza para carreteras de medianos a altos volúmenes de tránsito, como se menciona en el Manual de Especificaciones Técnicas de la Institución de Panamá (Vallejo, 2011, p. 34).

4.1.1.2 Clasificación:

- Según el método de mezclado: Mezcla en planta y mezcla In-situ.
- Según el ligante utilizado: Mezcla asfáltica en frío con emulsión y mezcla asfáltica en frío con asfalto diluido.
- Según el tipo de granulometría: Graduación abierta y cerrada.
- Según el tipo de mantenimiento: De uso inmediato, de apilamiento, de apilamiento utilizando el RAP y prefabricadas.

4.1.2 Slurry Seal

4.1.2.1 Definición

El slurry seal (lechada asfáltica) es un mortero asfáltico.

4.1.2.2 Tipos y aplicaciones

Se clasifica en tres tipos, según la distribución granulométrica del agregado.

- Tipo I (superficie fina): La fineza de este tipo otorga una máxima penetración en las fisuras, excelentes propiedades de sellado, mejora el desgaste superficial, el alto contenido de asfalto permite una máxima adhesión en la expansión y contracción de las grietas.
- Tipo II (superficie neutral): Es el más usado por contar con una granulometría intermedia, permite la penetración de la mezcla a las grietas y dotar de una adecuada superficie. Su uso se da cuando se requiere mayor resistencia al desgaste y en pavimentos con tráficos moderados.
- Tipo III (superficie áspera): Es usado en pavimentos asfálticos expuestos a fuertes cambios de temperatura y tráficos altamente pesado.

Se puede hacer uso también combinando los tipos, formando una multicapa. Dependiendo del espesor y ancho de las fisuras.

4.1.3 Micropavimentos

4.1.3.1 Definición

Es una aplicación superficial de mezclas fluidas en pequeños espesores (3 a 16 mm) compuestas de material pétreo seleccionado (arena triturada y cubica), emulsiones asfálticas modificadas con polímeros de rompimiento controlado, filler mineral y aditivos (si es el caso). Tecnologías como el micropavimento, ofrecen soluciones con efectivas, rápida habilitación, mejora la durabilidad, reduce costos y mayor rendimiento; sin embargo no aporta capacidad estructural.

4.1.3.2 Tipos

Se puede también incluir la combinación de algunas de ellas para obtener la solución requerida, estos tipos son:

- Tipo M-I: 3 a 4 mm.
- Tipo M-II: 4 a 6 mm.
- Tipo M-III: 9 a 10 mm.
- Tipo M-IV: 10 a 16 mm.

4.1.4 Pavimentos Modificados

4.1.4.1 Definición.

Es la incorporación de un polímero o hule molido de neumáticos a la mezcla asfáltica, mejorando: la estabilidad en zonas de temperaturas extremas, la actividad superficial iónica (incremento de adherencia entre el agregado y bitumen), las propiedades visco-elásticas, la resistencia a los esfuerzos de tensión y deformación.

4.1.4.2 Definición de Polímero.

Son sustancias producidas por la unión de millones de moléculas pequeñas llamadas monómeros, formando grandes moléculas de diversas formas: cadenas de escalera, cadenas unidas o termo fijas, cadenas largas y sueltas.

Si el polímero es látex, se puede agregar a la solución jabonosa antes de ingresar al molino coloidal, debido a que es un material de fácil dispersión en agua. Si el polímero es elastómero o un plastómero, se modifica el cemento asfáltico antes de emulsificarlo.

Los Polímero con mayor uso son:

- Homopolímeros: Tienen una sola unidad estructural (monómero).
- Copolímeros: Tienen varias unidades estructurales distintas (EVA, SBS).
- Elastómeros: Tiene deformaciones seudo plásticas con baja elasticidad, al estirarlo sobrepasa la tensión de fluencia y no vuelve a su longitud inicial.
- Plastómeros: Rigidizan el asfalto ofreciendo resistencia, por ende no son deformables elásticamente.

4.1.4.3 Tipos de modificadores.

Desde hace bastante tiempo se emplea el caucho como modificador, ya sea natural o sintético, con tasas no superior al 5 %. Actualmente existen polímeros sintéticos de formulación especial, los modificadores más utilizados son:

- POLÍMERO TIPO I: Constituido por polímeros elastómeros radiales de tipo bibloque o tribloque, presentan en su configuración: Estireno – Butadieno – Estireno (SBS) o Estireno – Butadieno (SB). Se utiliza para: mejorar la resistencia en climas extremos, carpetas con espesores delgados, alto volumen de tránsito y elevada carga vehicular.
- POLÍMERO TIPO II: Constituida por polímeros elastómeros lineales, presentan una configuración de: Estireno, Butadieno – Látex o Neopreno – Látex. Se utiliza para: todo tipo de mezclas asfálticas, mejorar su comportamiento en climas fríos y templados, emulsiones utilizadas en tratamientos superficiales.
- POLÍMERO TIPO III: Constituida por polímeros elastómeros, presentan una configuración de: Etileno – Vinil – Acetato (EVA) o polietileno de alta o baja densidad. Se utiliza para: climas muy cálidos, alto volumen de tránsito, elevada carga vehicular, emulsiones.

4.1.4.4 Por qué se modifican los asfaltos.

La existencia de vías con altas temperaturas (presencia de deformaciones), clima con temperaturas muy bajas (formación de agrietamientos), altos volúmenes de tráfico y elevadas cargas vehiculares, climas extremos, etc., hacen que utilizar asfaltos convencionales no satisfaga las expectativas.

4.1.5 Tratamientos Superficiales

Esta técnica se encarga de transmitir a las vías características superficiales (textura, impermeabilidad, rigidez, etc.), sin aumentar la capacidad portante. Estos tratamientos varían desde un simple riego de liga, hasta mezclas con espesores de 2.5 a 3 cm, aplicada sobre una superficie. Algunas funciones son:

- Sellar y prolongar la vida útil de las vías.
- Mantener las condiciones de servicio del pavimento en buen estado.
- Proveer una superficie estable de bajo costo.

- Renovar las superficies de los pavimentos desgastados.
- Impermeabiliza la superficie, previniendo la penetración superficial del agua, a pavimentos desintegrados por el envejecimiento.
- Dotar una nueva capa de rodamiento de pequeño espesor
- Proveer una superficie con mayor rugosidad.

De acuerdo a su composición podemos distinguirlo en 2 tipos:

4.1.5.1 Tratamiento Superficial de Riego sin Gravilla

Consiste únicamente del riego con ligantes bituminosos, sus aplicaciones son:

a. Riegos en Negro:

Es la aplicación de un ligante bituminoso sobre una vía de bajo volumen de tránsito, en superficies envejecidas, para sellar grandes cantidades de fisuras y grietas, se utiliza también como impermeabilizante a la espera de una carpeta de mayor calidad. Algunas veces se realiza sellos con arena fina. Se utiliza emulsiones muy fluidas y con bajo contenido de ligante residual (de 0,2 a 0,4 kg/m²), para no encontrar excesos en la superficie.

b. Riegos anti polvo:

Es la aplicación de un ligante bituminoso sobre una vía no pavimentada, de bajo volumen de tránsito, con el objeto de reducir la generación de polvo. Se limpia la superficie y riega con agua previa a la aplicación, se utiliza emulsiones de rotura media lenta (CMS, CSS) diluidas en agua.

c. Riegos de imprimación:

Es la aplicación de un ligante bituminoso sobre una capa granular, previa a la colocación de una carpeta asfáltica o algún tratamiento superficial, logrando la penetración del ligante por capilaridad en la capa granular durante un tiempo específico (siendo la profundidad de penetración solo de algunos milímetros).

d. Riegos de Adherencia:

Es la aplicación de un ligante bituminoso sobre una superficie bituminosa, previa a la colocación de otra capa bituminosa, logrando la unión entre ambas capas. Se utiliza emulsiones poco viscosas y de rotura rápida, como el CRS-2.

4.1.5.2 Tratamiento Superficial de Riego con Gravilla

Es la aplicación de uno o varios riegos de ligantes bituminosos, seguidos de una o varias capas de materiales pétreos, obteniendo una carpeta de rodamiento con un espesor del tamaño del árido empleado, finalmente son compactadas.

a. Tratamiento Superficial Monocapa.

Llamado también simples tratamientos superficiales (STS), es la aplicación única de emulsión asfáltica, seguida de una sola capa de agregado de tamaño uniforme, como se observa en la Figura N°40. El espesor es aproximadamente igual al tamaño máximo nominal del agregado.

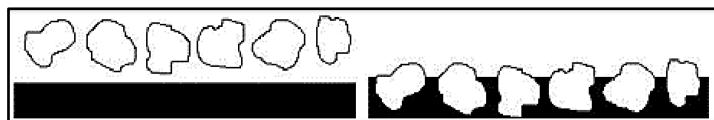


Figura N°40 Tratamiento Superficial Simple STS.

Fuente: Cea Carranza (2009).

b. Tratamiento Superficial Bicapa.

Llamado también doble tratamiento superficial (DTS), es la doble aplicación de emulsión asfáltica y agregados uniformemente distribuidos, luego de un periodo de tiempo establecido, como se observa en la Figura N°41, siendo el tamaño promedio del agregado de la segunda aplicación la mitad o menos del tamaño promedio de la primera distribución, el espesor total es aproximadamente igual al tamaño máximo nominal del agregado de la primera aplicación.

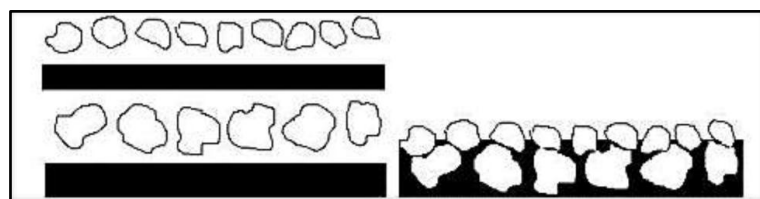


Figura N°41 Tratamiento Superficial Doble DTS.

Fuente: Cea Carranza (2009),

Un DTS adecuadamente diseñado y construido, proporciona mayor durabilidad y resistencia que un STS, haciéndolos adecuados en condiciones de mayor sollicitación de tránsito, pendientes pronunciadas y climas severos.

c. Tratamiento superficial multicapa.

Es la aplicación de dos o más tratamientos superficiales simples, uno sobre otro, los llamados también triples tratamientos superficiales (TTS), donde el proceso se repite 3 veces, como se observa en la Figura N°42, con el tamaño nominal del agregado aproximadamente la mitad del tamaño nominal de la capa anterior.

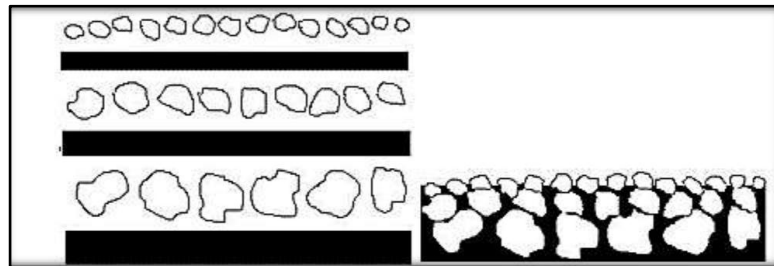


Figura N°42 Tratamiento Superficial Múltiple TTS.
Fuente: Cea Carranza (2009).

4.1.5.3 *Tratamiento Superficial Slurry Seal*

Es la aplicación de un mortero asfáltico sobre una superficie trabajada, con la finalidad de: impermeabilizar, restaurar los desgastes, mejora las características de fricción, corregir irregularidades, etc. Es de apertura rápida al tráfico, según las condiciones climáticas existentes.

4.1.5.4 *Tratamiento Superficial con Micropavimento*

Es la aplicación de una capa de micropavimento, aportando todas sus propiedades y características, esta capa por ser muy delgada no altera el perfil de la vía. Apertura pronta al tráfico, debido al tipo de emulsión que utiliza y tiene mayor resistencia que el tratamiento anterior.

4.1.6 **Estabilización de Vías no Pavimentadas**

Es la modificación y mejoramiento de las propiedades del terreno de fundación, para obtener mejores características y obtener un terreno con mayor resistencia, además de aportar mayor transitabilidad. Estas modificaciones se dan desde el reemplazo total hasta procesos con incorporación de sustancias que reaccionan con el suelo.

Las propiedades a mejorar son las siguientes:

- **Estabilidad volumétrica:** Los suelos expansivos presentan la propiedad de variar altamente su volumen en función a la humedad, de forma rápida o de acuerdo a las variaciones estacionales, se da generalmente en la selva peruana.
- **Durabilidad:** Suelos con baja resistencia al intemperismo, erosión o abrasión al tráfico, estos problemas de durabilidad muchas veces están relacionados con la carpeta de rodamiento.
- **Resistencia:** Los suelos que presentan bajas resistencia al aumento de la humedad, como es el caso de los suelos arcillosos, pero al secarse alcanzan grandes resistencias, inclusive elevan su resistencia a mayores temperaturas, como la producción tabiques y ladrillos. También existe casos que presentan bajas resistencia a la disminución de humedad, esto se da en los suelos cohesivos, que al secarse y no estar confinado se agrietan y se sueltan.
- **Permeabilidad:** Es el contenido de vacíos que presenta un material, permite la circulación del agua a través del espacio comprendido entre sus partículas, se puede solucionar con métodos de compactación, inyección, estabilización, etc.

Los factores que influyen para elegir un tipo de estabilización adecuada son:

- **Factores de composición:** Dependen únicamente de la composición del suelo a estabilizar, como son: tipo de minerales en su estructura, cantidad de humedad, formas, tamaños y distribución de las partículas del suelo.
- **Factores ambientales:** Dependen del medio ambiente donde se encuentra el suelo a estabilizar, la humedad, presión atmosférica, temperatura, cantidad de precipitaciones, etc.
- **Factores externos:** Depende de la carga vehicular, volumen de tránsito, tipos de vehículos que circulan, etc., del suelo a estabilizar.

Métodos de Estabilización:

- **Por medio mecánico:** Se obtiene la densificación del suelo, generalmente por procesos de compactación y/o alguna otra actividad, mejorando sus propiedades granulométricas y aportar refuerzo para absorber las cargas.

- **Por medio eléctrico:** Se obtiene mediante la circular de corriente eléctrica entre dos electrodos hundidos en el terreno con agua, el agua se desplaza hacia el cátodo y el suelo se deseca hacia el ánodo, la cantidad de electricidad a utilizar va depender del peso de agua a desplazar, los cátodos están constituidos por tubos que recogen el agua. Sin embargo este método se mantiene solo durante el paso de la corriente, lo que limita su empleo.
- **Por medio térmico:** Se obtiene mediante cambios bruscos de temperatura en el suelo (aumento o disminución), adquieren mayor resistencia y se mantiene constante después de su aplicación (como la arcilla).
- **Por medio químico:** Se obtiene mediante la reacción de sustancias químicas al hacer contacto con el suelo a estabilizar.

En la Tabla N°23 se observa las Estabilizaciones de suelos por los medios mencionados:

Tabla N°23. Tipos de Estabilización de Suelos

TIPOS	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS
POR MEDIO MECÁNICO	COMPACTACIÓN
	MEZCLA DE SUELOS
	PRECARGA
	VIBROFLOTACIÓN
	REEMPLAZO
	GEOSINTÉTICOS
POR MEDIO ELÉCTRICO	ELECTRÓSMOSIS
POR MEDIO TÉRMICO	CALENTAMIENTO
	ENFRIAMIENTO
POR MEDIO QUÍMICO	CAL
	CEMENTO
	ASFALTO
	POLIMEROS
	ENZIMAS
	SULFATOS
	ACEITES SULFONADOS
	SALES
	CENIZAS DE CASCARAS DE CAFÉ
	ESCORIAS
	MELAZAS

Fuente: Elaboración Propia

En el Perú existen tres alternativas muy conocidas, la estabilización con cemento, cal o asfalto. Sin embargo no existe algún producto que pueda estabilizar todos los tipos de suelos, en diferentes circunstancias y condiciones climáticas.

La presente tesis busca estabilizar las vías no pavimentadas, principalmente para el controlar de emisión de polvo y mejorar su transitabilidad, además que promueve el uso de emulsiones asfálticas para las diferentes alternativas, por tal motivo la alternativa a proponer es la estabilización con emulsión asfáltica.

Cabe indicar que el producto final de los reciclados asfálticos a profundidad, son conocidos como bases estabilizadas, que son estructuras totalmente diferentes a un suelo estabilizado.

4.1.6.1 Estabilización con Emulsión Asfáltica

A. Definición:

Es la mezcla de emulsión asfáltica con el terreno natural, algunas veces adicionando o reemplazando material de préstamo, con agua y aditivos, formando una capa estabilizada, el ligante se distribuye en forma de película continua, envolviendo casi totalmente al agregado, logrando una mayor resistencia, aumentando la cohesión y disminuyendo su capacidad de absorción.

B. Procesos de Estabilización.

Prácticamente todo tipo de suelo responde positivamente a esta estabilización, incluyendo a las arcillas más compresibles y activas, pero las que mejor responden son las arenas y gravas arenosas, materiales que facilitan la mayor cohesión e impermeabilidad con la emulsión asfáltica. En caso de minerales con alto contenidos de finos, es necesario el pre humectación del material para lograr la dispersión uniforme de la emulsión asfáltica y lograr la cohesión con el ligante.

Se genera a través de dos mecanismos, el primero es una liga de emulsión entre las partículas, dando una cohesión al conjunto; el segundo es la impermeabilización del suelo contra la acción del agua. El primer mecanismo es importante para suelos granulares y el segundo resulta útil para suelos cohesivos.

C. Propiedades del Suelo Estabilizado.

- **Peso Volumétrico:** El asfalto disminuye el peso volumétrico seco máximo; debido a que la estabilización produce un mejoramiento en las propiedades mecánicas.
- **Resistencia:** A mayor contenido de asfalto mayor será la resistencia; sin embargo en suelos finos el incremento de asfalto hasta un determinado punto, genera la disminución de la resistencia.
- **Resistencia ante el agua:** La impermeabilización es una de las principales propiedades que otorga las mezclas o estabilizaciones con asfalto.

4.2 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS

4.2.1.1 Mezcla Asfáltica en Frío

Ventajas:

- Pueden ser almacenados durante un largo periodo de tiempo.
- Se tiene una gran variedad de mezclas, debido a los diferentes tipos y grados de emulsiones asfálticas que existen.
- Utiliza equipos de menor inversión y plantas menos costosas a diferencia de un MAC.
- No necesita una gran cantidad de energía para su producción.
- Baja polución ambiental y carece de emisión de humos contaminantes.

Desventajas:

- Tiene menor resistencia que un MAC.
- No tienen aporte estructural.
- En el Perú su uso es dirigido para tráfico de ligeros a medios.
- Es utilizado en actividades como parches o pequeños bacheos.

4.2.1.2 Slurry Seal

Ventajas:

- Alto rendimiento de colocación en campo y rápida liberación al tráfico.
- Se aplica a temperatura ambiente, con temperaturas mínimas hasta 5°C.
- Gran capacidad de: corregir irregularidades, recupera la fricción, disminuye el avance de deterioros, etc., todos los aportes son superficiales.

- A medida que se incrementa la cantidad de filler (cemento portland), la resistencia a la abrasión aumenta.
- Permite una rápida apertura del tránsito.

Desventajas:

- No tienen aporte estructural.
- Esta técnica es bastante compleja, lo que puede ocasionar algunas deficiencias, ya sea por un inapropiado diseño o ejecución.
- Solo es aplicado en pavimentos que no tengan fallas de origen estructural.
- Su ejecución debe ser rápida, debido a su rápida rotura, ocasionando levantamientos cuando se trabaja con emulsiones asfálticas ya curadas.

4.2.1.3 Micropavimentos

Ventajas:

- Presenta las mismas ventajas que un Slurry Seal.
- El incremento en la durabilidad del pavimento es mayor, especialmente en zonas con temperaturas extremas (reduciendo el envejecimiento por fatiga térmica, oxidación y efecto de rayos ultravioletas).
- Puede garantizar una vida útil de 8 a 10 años de buen funcionamiento.
- De bajo costo y gran aporte, ya que genera mayor tiempo de vida útil y su mantenimiento es mínimo.

Desventajas:

- Presenta las mismas desventajas que un Slurry Seal.
- Inicialmente el costo de tratamiento es mayor a los demás.
- Su aplicación es mediante máquinas sofisticadas y complejas.

4.2.1.4 Comparación del Slurry Seal y el Micropavimento

- La ISSA define al slurry seal como un mortero asfáltico, compuesto por la mezcla de agregados, filler, emulsión asfáltica de rotura lenta, agua y aditivos, colocada uniformemente en espesores que van desde los 5 a 15 mm. sobre una superficie a mejorar.
- Por otro lado, la ISSA define a los micropavimentos como un tipo superior de mortero asfáltico, además de poseer los mismos materiales, se utilizan emulsiones asfálticas modificadas con polímeros y agregados con mejores

propiedades; otorgando a la mezcla mayor resistencia y estabilidad, colocada en espesores de hasta 50 mm. distribuidos en etapas.

- Cualquier equipo que es capaz de aplicar micropavimentos puede también aplicar slurry seal, sin embargo, algunos equipos que aplican slurry seal no pueden aplicar micropavimentos.
- La principal diferencia entre ambos es la prueba SCHULZE BREUER AND RUCK (ISSA TB-144), usada para determinar la compatibilidad entre el agregado fino, el látex y la emulsión, siendo un ensayo muy estricto, que solo el micropavimento puede aprobarlo.

4.2.1.5 Pavimentos Modificados

Ventajas:

- Presenta mayor tiempo de vida útil, a pesar de sus altos costos iniciales.
- Mayor cohesión entre el asfalto y los agregados pétreos, otorgando mejor recubrimiento al agregado, produciendo mayor resistente al agua y al desprendimiento por acciones del tráfico (el ensayo ISSA TB-114 demuestra que a mayor contenido de polímero en la emulsión, menor es el desprendimiento de la mezcla).
- Mejora las propiedades del pavimento, como: resistencia a cambios térmicos extremos, antiderrapantes, elasticidad, viscosidad, esfuerzo de tensión, flexión y el punto de ablandamiento.

Desventajas:

- Sus costos Inicialmente son mayor a los demás.
- Mayor cantidad de ensayos y con mayor dificultad a ser aprobados.

4.2.1.6 Tratamiento Superficial de Riego sin Gravilla

Ventajas:

- Aumenta el tiempo de vida útil, sin embargo depende mucho de la condición del pavimento existente y características del tráfico.
- Impide acelerar el envejecimiento de la capa de rodadura.
- Corrige fisuras, grietas, resquebrajamientos y vacíos superficiales.
- Excelentes en vías de bajo volumen de tránsito.
- Los más usados y prácticos son los sellos negros.

Desventajas:

- Cuando las fisuras o grietas se presentan en áreas considerables de la superficie, lo adecuado es realizar trabajos más complejos que un sellado.
- Solo es aplicado en pavimentos que no tengan fallas de origen estructural, como las fallas en bloque o piel de cocodrilo.
- Pequeños errores en el diseño o proceso constructivo, puede generar la reducción de la resistencia al deslizamiento del pavimento.

4.2.1.7 Tratamiento Superficial de Riego con gravilla

Ventajas:

- No aporta capacidad portante, pero optimiza la capacidad de soporte de las capas inferiores.
- Son de rápida ejecución y pronta apertura al tráfico, dependiendo del clima en la zona.
- No necesita de grandes plantas para su producción, ya que la mezcla se realiza in situ, con equipos conocidos.
- Su producción se realiza a bajas temperaturas, generalmente el ligante se calienta máximo hasta los 100 a 120 °C.
- Mayor resistencia al desgaste o acción de abrasión.
- Aporta gran nivel de macrotextura, proporcionando una superficie antideslizante con mayor fricción.

Desventajas:

- No sirve para trabajos de regularización del perfil superficial.
- Durante los primeros meses, luego de aperturarlo al tráfico, presenta sensibilidad a los efectos climáticos.
- Por su gran macrotextura, son más sonoras que otras técnicas.
- Se tiene que programar y ejecutar periódicamente actividades de limpieza luego de ejecutar el tratamiento, debido a que queda gravilla suelta en la calzada, dando lugar a situaciones de peligro durante la circulación vehicular.
- Mínimos errores en la ejecución, genera superficies deficientes, como pueden ser: las juntas, alguna boquilla del chip sealer obstruido, material granular con polvo, etc.

4.2.1.8 Estabilización

Ventajas:

- Mayor cohesión con las partículas del suelo, a comparación de otras estabilidades, debido a la propiedad de adhesión del ligante.
- Los materiales bituminosos presentan mayor afinidad con suelos arenosos.
- Aporta impermeabilidad al terreno y aumenta su resistencia frente a la acción del tráfico, alargando su vida útil.
- Reduce costos, en comparación a una construcción estructural de un pavimento.
- Mejora considerablemente la transitabilidad y las características superficiales de la vía.
- Puede trabajar en óptimas condiciones durante un largo periodo de tiempo sin la necesidad de la colocación de alguna capa superficial.

Desventajas:

- En el Perú no son muy utilizados.
- No se tiene mucha información de este tipo de estabilizaciones, en comparación de los grandes proyectos y estudios de suelos estabilizados con cemento o cal.

CAPÍTULO V : PROPUESTA DE ALTERNATIVA TECNOLÓGICA Y APLICACIÓN

En esta etapa se propone y define las alternativas propuestas para cada vía evaluada por el método PCI y URCI que justifiquen técnica y económicamente como las más adecuadas, cuyas propuestas toman como referencia la norma D6433 del año 2003 (Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos) del ASTM y el manual técnico TM 5-626 del año 1995 (Mantenimiento y Gestión de calles de tierra) del Departamento del Ejército de los Estados Unidos.

Además de las normas y manuales técnicos mencionados, la propuesta de las alternativas está apoyada de lineamientos técnicos establecidos por manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, para los diferentes tipos de camino según el rango de demanda de tránsito de acuerdo a los ejes equivalentes acumulados y se presentan en el Anexo F.

Cabe mencionar que las alternativas a proponer utilizan como ligante principal a la Emulsión Asfálticas, debido a sus innumerables ventajas y modernas aplicaciones tecnológicas mencionadas.

5.1 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LAS VÍAS EVALUADAS

A continuación se procede a explicar brevemente las consideraciones utilizadas en la elección de las la alternativa tecnológica de pavimentos propuestas para las vías evaluadas por el método del PCI y URCI.

5.1.1 Vías Pavimentadas

Las vías pavimentadas que cuentan con variaciones considerables de los índices de condición de sus unidades de muestreo, fueron sectorizadas para separarlas por índices más cercanos, por lo tanto la alternativa para estas vías, se propondrán para cada sector.

En la Tabla N°24 se presenta algunas propuestas elaboradas en base al Manual del Instituto del Asfalto:

Tabla N°24. Niveles de Intervención en Carreteras en base al rango del PCI

RANGO	TIPO DE MANTENIMIENTO
86 - 100 EXCELENTE 71 - 85 MUY BUENO	MANTENIMIENTO RUTINARIO Y/O PREVENTIVO (Sellado de fisuras, parches, lechadas asfálticas)
56 - 70 BUENO 41 - 55 REGULAR	MANTENIMIENTO PERIODICO Y/O CORRECTIVO (Recapados, tratamientos superficiales)
26 - 40 POBRE	REHABILITACIÓN MAYOR (Reemplazo de carpeta asfáltica, reciclado de la carpeta asfáltica)
11 - 25 MUY POBRE 0 - 10 COLAPSADO	RECONSTRUCCIÓN (Reemplazo de base granular, de carpeta asfáltica, reciclado a profundidad)

Fuente: Niveles de intervención en carreteras. Zavala (2017).

5.1.1.1 Av. Ramos

Presenta un PCI de 93 (excelente), sin ninguna variación considerable de sus unidades de muestreo, por lo que le corresponde un tipo de mantenimiento rutinario y/o preventivo de acuerdo a la Tabla N°24. Se propone sellos asfálticos con emulsión asfáltica < 6 mm y > 6 mm (tratamientos superficiales sin gravilla), de acuerdo a la severidad de fisuras o grietas presentes (debido a que en algunos tramos se ha encontrado fisuras y por otro tramo grietas de moderadas a severas).

5.1.1.2 Av. La Mar

El 1er sector presenta un PCI de 27 (pobre), sin ninguna variación considerable de sus unidades de muestreo, por lo que le corresponde una Rehabilitación de acuerdo a la Tabla N°24. Por lo tanto se propone Reciclado de Pavimento asfáltico a profundidad, debido a que presenta fallas considerables de pulimentos y desprendimientos de agregados en la carpeta de rodadura, sin presencia de fallas de origen estructural, con micropavimento como capa de rodadura.

El 2do sector presenta un PCI de 51 (regular), con 2 unidades de muestreo de muy pobres y colapso, por lo que le corresponde un tipo de mantenimiento periódico y/o correctivo de acuerdo a la Tabla N°24. Se propone un repicado

con micropavimento o slurry seal, debido a que cuenta con fallas superficiales como pulimentos y desprendimientos de agregados en la carpeta asfáltica. Por otro lado, para las 2 unidades de muestreo diferentes, que representan aproximadamente 1 cuadra cada unidad de muestreo, con presencia de huecos en las intersecciones con vías no pavimentadas, se propone trabajos puntuales de parchados con mezcla asfáltica en frío.

5.1.1.3 Jr. 2 de Mayo

El 1er sector de esta vía presenta un PCI de 62 (bueno), con 2 unidades de muestreo de muy pobres y colapso, por lo que corresponde un tipo de mantenimiento periódico y/o correctivo, de acuerdo a la Tabla N°24. Se propone un recapeado con micropavimento o slurry seal, debido a que las fallas son superficiales. Por otro lado, se ha observado en el formato de campo a las 2 unidades de muestreo de diferente condición, que presentan fallas de huecos con severidad media, siendo estos huecos deterioros a nivel superficial, generado en la superficie de rodadura por el efecto abrasivo de las grabas sueltas con los neumáticos, se propone realizar actividades de parchados puntuales con mezcla asfáltica en frío.

El 2do sector de esta vía presenta un PCI de 28 (pobre), con variaciones mínimas de sus unidades de muestreo (entre muy pobres a regulares), por lo que corresponde un tipo de intervención de Rehabilitación de acuerdo a la Tabla N°24. Se propone Reciclado de pavimento asfáltico a profundidad, debido a que presenta fallas puntuales de piel de cocodrilo, sin embargo necesita mayor análisis para encontrar el punto de falla, con micropavimento como capa de rodadura.

El 3er sector de esta vía presenta un PCI de 80 (muy buena), con una unidad de muestreo en nivel muy pobre, por lo que le corresponde un tipo de intervención de mantenimiento rutinario y/o preventivo de acuerdo a la Tabla N°24. Se propone sellos asfálticos con emulsión asfáltica < 6 mm y > 6 mm, debido a que contiene fallas superficiales. Por otro lado para la unidad de muestreo que se encuentra en estado muy pobre, se ha observado en el formato de campo, que este estado se debe a un pequeño sector con presencia de huecos con severidad media, por lo que se propone realizar actividades de parchados puntuales con mezcla asfáltica en frío.

5.1.2 Vías no Pavimentadas

Mediante la evaluación visual realizada de estas vías, se ha observado que se encuentran en estados moderados, con terrenos consolidados y compactados por la acción de las cargas vehiculares. Las principales características observadas son:

- Se considera al tipo de material del suelo de fundación de buena calidad, sin embargo necesitara de un mayor estudio para evaluar su calidad y compatibilidad con el material usado para estabilizar.
- Presentan bajos niveles de pendiente en sus perfiles longitudinales, la mayoría inferiores al 6%.
- El tránsito vehicular es menor a los 200 veh/día (bajo volumen de tránsito).
- Presenta polvo, gravillas sueltas, baches, etc., aspectos que reducen el nivel de transitabilidad e incomodan al usuario.

Para la propuesta de estas vías de bajo volumen de tránsito (también conocidas como Trochas Carrozables, como indica el Anexo G), se está tomando como referencia el Documento Técnico de Soluciones Básicas en Carreteras no Pavimentadas (que propone a las estabilizaciones como soluciones básicas para este tipo de caminos), además de las ya mencionadas: el método URCI y las tablas del Anexo F.

5.1.2.1 Camino Vecinal Cerro Alegre

En esta vía se ha obtenido un URCI de 92 (excelente), sin ninguna variación considerable de sus unidades de muestreo, por lo que corresponde un tipo de intervención de mantenimiento rutinario y/o preventivo.

Sin embargo, de acuerdo a la evaluación y apuntes realizados en el formato de campo, esta vía presenta polvo y desprendimiento de agregados en todo su recorrido, fallas que se presentan por la falta de algún tipo de recubrimiento. Se propone estabilización de suelos con emulsión asfáltica, pudiendo en un futuro recibir algún tipo de recubrimiento bituminoso, como es el caso de: imprimación reforzada, micropavimento, slurry seal, tratamiento superficial con gravilla (ya sea TSB o TSM), etc.

5.2 PROPUESTAS DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

5.2.1.1 Sellado Asfáltico o Sello de Fisuras y/o Grietas (*Crack Sealing*)

Se ha observado que la mayoría de las vías pavimentadas han desarrollado fisuras o grietas de leve o alta severidad, si estas no son tratadas a tiempo, pueden conducir a serios deterioros, estos sellos también son utilizados previamente a la ejecución de alguna actividad más compleja, como: recapados o tratamientos superficiales.

- Fractura: una fractura muy delgada y larga en la superficie.
- Fisura: una fractura fina de ancho \leq a 3 mm.
- Grieta: una fractura un poco más gruesa, de ancho $>$ a 3 mm.

Son utilizados principalmente para:

- Evitar la intrusión de materiales finos dentro de las fisuras o grietas.
- Evitar la penetración de agua a las capas inferiores.
- Como actividades preliminares, antes de la ejecución o colocación de una actividad más compleja.
- Reparar fallas del tipo: longitudinales, transversales, diagonales, en juntas de construcción, etc.
- Corregir la insuficiente cantidad de asfalto en la mezcla, debido a deficientes dosificaciones, fijando los áridos superficiales e impidiendo su desprendimiento bajo los efectos del tránsito (desgaste).

a. Sellado con Emulsión Asfáltica Pura

Son adecuadas y económicas para proteger superficies viejas con fisuras o grietas de aberturas pequeñas, recomendable para vías de bajo y medio volumen de tráfico.

Cuando las fisuras o grietas a corregir se presentan en grandes áreas de la superficie, se aplica los sellos negros o fog seal (sello de neblina), que es el proceso de aplicación del ligantes bituminosos diluidos con agua.

Las emulsiones a emplearse deben ser fluidos y de baja concentración, por lo que las emulsiones asfálticas catiónicas de rotura lenta en dilución son las más apropiadas, como son: CSS-1 y CSS-1h; en algunos casos también se puede usar el CMS. La emulsión debe ser diluida en agua limpia con proporción variable, siendo principalmente de 1:1, pudiendo variar hasta en 1:5, dependiendo del estado de la vía. El rango de aplicación varía desde 0.5 kg/ m² a 1.0 kg/m² y es aplicado a una temperatura entre 50° y 85°C.

b. Sellado con Arena-Emulsión

En este caso se utilizan emulsiones catiónicas de rotura rápida (CRS-1, CRS-2) con arena que pase el tamiz N°4 (agregado fino) y en cantidades solicitadas por la superficie, con gradaciones como se observa en la Figura N°43.

Tamiz	Porcentaje que pasa
12,5 mm (3/8")	100
4,75 mm (Nº. 4)	95-100
2,38 mm (Nº. 8)	80-100
1,19 mm (Nº. 16)	50-85
590 µm (Nº. 30)	25-60
300 µm (Nº. 50)	10-30
150 µm (Nº. 100)	2-10

Figura N°43 Tamiz que debe cumplir el material para el sellado con arena-emulsión

Fuente: Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción", MTC, 2013

El rango de aplicación de aplicación varía entre 0,5 l/m² a 1,5 l/m² de ligante y de 8,0 kg/m² - 13,0 kg/m² de arena. Además de la emulsión, también se puede utilizar los asfaltos poliméricos o sellantes elastoméricos, que cumplan con los parámetros de la norma ASTM D 6690 (Especificación estándar para selladores de juntas y grietas, aplicados en caliente, para pavimentos de concreto y asfalto).

5.2.1.2 Tratamientos Superficiales con Agregado (Chip Seal)

El ligante desempeña doble función, por un lado impermeabilizar la superficie y por otro fija las gravillas, aportando las gravillas características antideslizantes y resistencia a la circulación vehicular, en conclusión se consigue dos aportes fundamentales, de impermeabilizar y brindar rugosidad superficial. También ayuda a corregir: superficies deterioradas, desgastes superficiales y otorgar mayor resistencia al efecto abrasivo.

A. Tipos de tratamientos

a. Tratamiento superficial simple STS (Single Coat)

Son tratamientos superficiales llamados monocapa, generalmente con espesores de 10 a 12.5 mm. (1/2"), aproximadamente igual al tamaño máximo nominal del árido utilizado.

Son utilizados principalmente para:

- Vías de bajo volumen de tránsito.
- Aportar un alto grado de impermeabilidad.
- Como capa superficial en caminos afirmados o suelos estabilizados.

b. Tratamiento superficial doble DTS (Double Coat)

Son tratamientos superficiales llamados bicapa, generalmente con espesores de 20 a 25 mm. (1"), aproximadamente igual al tamaño máximo nominal del árido utilizado en la primera aplicación.

Son utilizados principalmente para:

- Vías de bajo a mediano volumen de tránsito.
- Como capa superficial en caminos afirmados o suelos estabilizados con altas deflexiones en su vida útil.
- Ofrecer mayor resistencia al desgaste o a la acción de abrasión.
- Aportar un gran nivel de macrotextura, debido a que es un trabajo de colocación directa de la gravilla sobre el ligante,

B. Materiales

a. Agregados

Gravillas de cantera o grava natural triturada y cubica. El tamaño del agregado colocado en cada aplicación debe ser lo más uniforme posible, el material a pasar por un tamiz y queda retenido en el siguiente tamiz. Generalmente, el tamaño más grande del agregado no debe ser más de dos veces la partícula más pequeña y se ajusta de acuerdo al cuadro que se observa en la Figura N°44.

Nº de Huso	Tamaño Normal de agregado	Tipo de material (Porcentaje que pasa)								
		1 1/2 (37,5 mm)	1 (25,0 mm)	3/4" (19,0 mm)	1/2" (12,5 mm)	3/8" (9,5 mm)	Nº 4 (4,75 mm)	Nº 8 (2,36 mm)	Nº 16 (1,18 mm)	Nº 50 (300 µm)
5	25,0 mm a 12,5 mm (1" a 1/2")	100	90-100	20-55	0-10	0-5				
6	19,0 mm a 9,5 mm (3/4" a 3/8")		100	90-100	20-55	0-15	0-5			
7	12,5 mm a 4,75 mm (1/2" a n.º 4)			100	90-100	40-70	0-15	0-5		
8	9,5 mm a 2,36 mm (3/8" a n.º 8)				100	85-100	10-30	0-10	0-5	
9	4,75 mm a 1,18 mm (n.º 4 a n.º 16)					100	85-100	10-40	0-10	0-5

Figura N°44 Rangos de gradación para tratamientos superficiales

Fuente: Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción", MTC (2013).

c. Ligante Bituminoso

Las emulsiones asfálticas más adecuados son las de rompimiento rápido y elevada concentración (CRS-2, CRS-2P, CRS-2HP), no es recomendable las emulsiones con un residuo asfáltico inferiores al 60%, por el contrario se aconseja el uso de emulsiones de elevada concentración (65%), además por su alta viscosidad, reduce el riesgo de escurrimiento en zonas con pendientes muy pronunciadas, permitiendo la adecuada cohesión con los áridos y necesita calentarse de 50 °C a 85 °C para su aplicación.

d. Aditivos

Si el proyecto lo requiera, generalmente se utiliza mejoradores de adherencia.

C. Dosificación

Lo primero es definir el espesor solicitado para el diseño, posteriormente el tamaño y la cantidad de agregado necesario por m², en función de esto se determina las cantidades óptimas de ligante, para obtener la adherencia perfecta con las gravillas, dejando a una altura comprendida entre el 60 - 70% del tamaño de éstas; si se aplica menos ligante, la gravilla no quedará bien adherida y se producirán desprendimientos, y si se aplica más ligante se producirán efectos de exudación.

Para tratamientos dobles el "The Asphalt Institute" de USA, con algunas modificaciones de adaptación al país, menciona que la primera aplicación de agregado determina el espesor del tratamiento y la segunda aplicación sirve para llenar los vacíos superficiales de la primera capa, la forma que estos vacíos se llenan determinará la textura superficial.

Tamaño Nominal de agregado	Nº Huso ^(a) Granulométrico	Cantidad de Agregado m ³ /m ²	Cantidad de ^(a) Asfalto l/m ²	Tipo y Grado de Asfalto	
				Tiempo cálido (+26,7°C)	Tiempo frío (06 a 26,7°C)
25,0 mm a 12,5 mm (1" a 1/2")	5	0,017	1,90	MC 3000 RC 3000 RS 2 CRS 2 PEN 120-150	MC 3000 RC 3000 RS 2 CRS 1, 2 PEN 120-150
19,0 mm a 9,5 mm (3/4" a 3/8")	6	0,012	1,68	MC 3000 RC 3000 RS 2 CRS 1, 2 PEN 120-150	MC 800 RC 800 RS 2 CRS 1, 2
12,5 mm a 4,75 mm (1/2" a n.º 4)	7	0,008	1,04	MC 3000 RC 800, 3000 RS 2 CRS 1, 2 PEN 200-300	MC 800 RC 250, 800 RS 2 CRS 1, 2
9,5 mm a 2,36mm (3/8" a n.º 8)	8	0,006	0,86	RC 250, 800 RS 1, 2 CRS 1, 2	RC 250, 800 RS 1, 2 CRS 1, 2
4,75 mm a 1,18 mm (n.º 4 a n.º 16)	9	0,004	0,59	RC 250, 800 RS 1, 2 CRS 1, 2	RC 250, 800 RS 1, 2 CRS 1, 2

(a) La experiencia indica que las cantidades indicadas deben incrementarse entre un 5 y un 10% cuando los materiales bituminosos sean aplicados con poco o ningún calentamiento.

(b) Según clasificación en la ASTM D 448

Figura N°45 Cantidad de material para STS

Fuente: Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción", MTC (2013).

Aplicaciones	Tamaño Nominal del agregado	Nº Huso ^(a) Granulométrico	Cantidad de Agregado m ³ /m ²	Cantidad de ^(a) Asfalto l/m ²
Primera Aplicación	25,0 mm a 12,5 mm (1" a 1/2")	5	0,017	1,90
Segunda Aplicación	12,5 mm a 4,75 mm (1/2" a n.º 4)	7	0,008	1,18
Primera Aplicación	19,0 mm a 9,5 mm (3/4" a 3/8")	6	0,012	1,68
Segunda Aplicación	9,5 mm a 2,36mm (3/8" a n.º 8)	8	0,006	0,91

(a) La experiencia indica que las cantidades indicadas deben incrementarse entre un 5 y un 10% cuando los materiales bituminosos sean aplicados con poco o ningún calentamiento.

(b) Según clasificación en la ASTM D 448

Figura N°46 Cantidad de material para DTS

Fuente: Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción", MTC (2013).

Por otro lado, la teoría de volúmenes absolutos, determina la cantidad de ligante requerida para cada aplicación, según lo siguiente:

- Las partículas finas llenan los vacíos dejados por las partículas gruesas.
- El espesor final es igual al tamaño máximo del agregado grueso.
- Los vacíos tienen un volumen absoluto final de 5 a 7%.

5.2.1.3 Tratamientos Superficiales con Mortero Asfáltico (Slurry Seal)

Llamados lechada asfáltica, son tratamientos que presentan textura con rugosidad fina, obteniendo la resistencia, por un lado el agregado fino y por otro la cohesión del sistema filler-ligante.

Son utilizados principalmente para:

- Nueva capa de rodadura o recapados en tráficos livianos.
- Mejorar las características funcionales (confort, antideslizantes, de resistencia, etc.) de las capas asfálticas con cierto grado de deterioro superficial.
- Sellar: grietas, fisuras, microfisuras, peladuras, etc., en pavimentos sin fallas estructurales, pero que conservan sus perfiles longitudinales y transversales.
- Sellar superficies donde el agregado de la carpeta asfáltica es del tipo abierto.
- Solucionar superficies que presentan afloramiento de asfalto.
- Como capas de rodadura sobre suelos trabajados previamente, ya sea sobre un: suelo de fundación, vía afirmada o bases estabilizadas, otorgando mayor transitabilidad y seguridad a la vía.
- Como actividades de mantenimientos preventivos y/o correctivos.

A. Tipos

Se debe tener en cuenta que existen 3 tipos de Slurry Seal, para la mejor alternativa a proponer se debe conocer la condición superficial, la carga y el tráfico vehicular del pavimento existente.

Los tipos de Slurry Seal se distinguen principalmente por su gradación, generando espesores distintos de acuerdo a cada gradación, como se observa en la Figura N°47.

Tipo	I	II	III
Tamaño del tamiz	% Pasa	% Pasa	% Pasa
3/8" (9,50 mm)	100	100	100
Nº. 4 (4,75 mm)	100	90-100	70-90
Nº. 8 (2,36 mm)	90-100	65-90	45-70
Nº. 16 (1,18 mm)	65-90	45-70	28-50
Nº. 30 (0,60 µm)	40-60	30-50	19-34
Nº. 50 (0,30 µm)	25-42	18-30	12-25
Nº. 100 (0,15 µm)	15-30	10-21	7-18
Nº. 200 (0,075 µm)	10-20	5-15	5-15

Figura N°47 Granulometría de los agregados recomendadas por la International Slurry Seal Association (ISSA)

Fuente: Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción", MTC (2013).

a. Tipo I (Superficie Fina E. aprox. = 3.2 mm)

- Su uso es para reparar fisuras, grietas y erosiones en superficies de bajo nivel de severidad en vías asfaltadas, ya que tiene mayor capacidad de penetración y aporta mayor resistencia al deslizamiento (a diferencia de un sello con arena).
- También se emplea como capa de rodamiento en una vía no pavimentada de bajo volumen de tránsito, con un terreno o base bien preparada.

b. Tipo II (Superficie Media E = 6.4 - 8 mm)

- Debido a su granulado medio, posee suficientes finos como para permitir una adecuada penetración en las grietas y suficiente material grueso como para otorgar un soporte directo contra las cargas del tránsito.
- Se recomienda su uso para actividades de relleno de huecos en vías pavimentadas.
- Su uso es para proteger superficies del envejecimiento, erosión y daños por efecto del agua (en vías no pavimentadas).

c. Tipo III (Superficie Gruesa E = 9.5 - 11 mm)

- Se utilizara para conseguir altos valores de fricción y renovar la superficie.
- Se utilizara en vías con elevados niveles de tránsito y de tráfico pesado.
- Pueden ser utilizados también como capa múltiple, sobre bases preparadas o estabilizadas, resultando efectivas cuando son cubiertas con un Slurry tipo I o II como segunda capa, en vías con tráfico pesado.

B. Materiales

a. Agregados Pétreos

Constituyen entre el 82 y 90 % en peso total del slurry seal, sus propiedades tienen gran influencia en la resistencia y durabilidad, algunas características son:

- La proporción de arena natural a utilizar es de 25% como máximo y la otra porción de arena chancada.
- La arena chancada debe ser producto de la trituración de rocas sanas (gravilla) o áridos provenientes de yacimientos naturales y cumplir con los requisitos de calidad.
- La cantidad y proporción dependerá de la función que vaya a cumplir.
- Si para lograr la granulometría solicitada se necesita de la mezcla de dos o más agregados, todas deben cumplir los requisitos de calidad, realizados de manera independiente y también en combinación.

b. Emulsión Asfáltica

La emulsión empleadas son generalmente son de rotura lenta CSS-1, CSS-1h, CQS-1h y pocas de rotura rápida, puede emplearse también emulsiones modificadas. Para determinar el porcentaje óptimo de emulsión, depende de: el espesor de la película asfáltica, el área superficial de las partículas, el valor de absorción de asfalto por las partículas (presentan un cierto grado de porosidad). A continuación detallaremos algunas dosificaciones más usadas:

- Tipo I. El contenido de asfalto residual se encuentra entre el 10 y 16% del peso del agregado seco y se aplica en una relación comprendida entre 4.5 a 6.5 kg/m², con espesores de 1/8" a menos.
- Tipo II. El contenido de asfalto residual se encuentra entre el 7.5 y 13.5% del peso del agregado seco y se aplica en una relación comprendida entre 5.4 y 9.8 kg/m², con espesores de 1/8" a 1/4".
- Tipo III. El contenido de asfalto residual se encuentra entre el 6.5 y el 12% del peso del agregado seco y se aplica en una relación comprendida entre 8.1 a 12 kg/m², con espesores de 1/4" a 3/8".

Se observa a mayor fineza del agregado, mayor porcentaje de asfalto requerido.

c. Filler o Polvo Mineral

Se utiliza cal hidratada o cemento Portland, debido a su tamaño, es muy sensible a la humedad (reacciona con rapidez al contacto con el agua), por lo tanto, debe ser almacenado en zonas limpias, sin humedad y alejadas de un posible contacto con el agua. Se utiliza principalmente para:

- Mejorar la granulometría del agregado, corrigiendo los tamices más finos (N°50, N°100, N°200).
- Controlar el proceso de rotura de la emulsión
- Activar la acción de cohesión en el mortero asfáltico.
- Aportar mayor estabilidad.
- Mejorar el desempeño reológico, mecánico, térmico y sensibilidad al agua.

Se encuentra en una proporción de 0.5% a 3.0% en peso del agregado seco.

d. Agua

Debe ser limpia y libre de cualquier material álcalis, con PH neutros (puede variar entre 5.5 a 8.0), se utiliza principalmente para:

- Controlar la consistencia de la mezcla.
- Humedecer previamente al agregado, para luego funcionar como lubricante ante la emulsión.
- Reducir la tensión superficial de las partículas del agregado, facilitando el recubrimiento con la emulsión asfáltica.

Se encuentra en una proporción de 4 a 12% en peso del agregado seco; sin embargo tener mucho cuidado, debido a que las emulsiones asfálticas cuentan con 35 a 50% de agua de su peso total.

e. Aditivos (en algunos casos)

Se utiliza generalmente aditivos mejoradores de adherencia. Se encuentra en una proporción de 0 - 2 % del volumen de la emulsión.

5.2.1.4 Micropavimentos

Es una técnica con alto desempeño, ideal para la preservación de un pavimento existente con altos volúmenes de tráfico y elevada carga vehicular.

Son utilizados principalmente para:

- Como capas de rodadura muy delgadas o recapeados, sobre pavimentos o bases estabilizadas, preservando y protegiendo la capacidad estructural.
- Mejorar las propiedades antiderrapantes de fricción y provee mayor macro-textura superficial, disminuyendo el efecto de hidropelaje.
- Corregir irregularidades como: alisamientos por exudación, recuperador de ahuellamientos, desintegración y oxidación.
- Corregir deformaciones, ahuellamientos y pequeños baches de hasta 40 mm., pudiendo aplicarse en multicapas si es necesario.

A. Tipos

Se distinguen por su gradación de los agregados, generando espesores distintos de acuerdo a cada gradación, en la Figura N°48 se muestran cuáles son las granulometrías de estos tipos:

Tamices		Bandas granulométricas			
(mm)	(ASTM)	Porcentaje en peso que pasa, %			
		Tipo M-I	Tipo M-II	Tipo M-III	Tipo M-IV
12,5	(1/2")				100
10,0	(3/8")		100	100	85-98
5,0	(N.º 4)	100	85-95	70-90	62-80
2,5	(N.º 8)	85-95	62-80	45-70	41-61
1,25	(N.º 16)	60-80	45-65	28-50	28-46
0,63	(N.º 30)	40-60	30-50	18-34	18-34
0,315	(N.º 50)	25-42	18-35	12-25	11-23
0,16	(N.º 100)	15-30	10-24	7-17	6-15
0,08	(N.º 200)	10-20	5-15	5-11	4-9

Figura N°48 Granulometría de los agregados pétreos para micropavimentos, recomendadas por la International Slurry Seal Association (ISSA)

Fuente: Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción", MTC (2013).

B. Materiales

a. Agregado:

El agregado pétreo debe ser resultado de un proceso (arena chancada o triturada al 100%), de tamaño máximo de 3/8", la granulometría y dosificación están regidas de acuerdo a los parámetros del manual del ISSA.

b. Emulsión Asfáltica:

Deben ser emulsiones asfálticas de rotura controlada (del tipo CQS-1HP) modificadas con polímeros (del tipo elastoméricos SBR), a una temperatura no mayor a 35°C, para evitar que la mezcla rompa en la caja. El diseño y dosificación se realizará de acuerdo al tipo de pavimentos existentes y regidos de acuerdo a los parámetros del manual del ISSA.

c. Filler Mineral:

Se utiliza cal hidratada o cemento portland, en una proporción de 0.5 a 2 %, siendo determinado finalmente por el diseño.

d. Agua:

Cumple las mismas funciones y parámetros de calidad que la técnica anterior. Se encuentra en una proporción de 10 a 12% en peso del agregado seco

e. Aditivos:

Se utiliza generalmente aditivos mejoradores de adherencia.

5.2.1.5 Pavimento con mezcla asfáltica reciclada en frío

Se entiende por reciclado como la reutilización de los materiales que conforman la estructura de un pavimento existente (por el tiempo de haber estado en servicio han perdido algunas de sus propiedades iniciales), mediante procesos de escarificación, mezclado del material existente (carpeta asfáltica, base granular) e incorporado materiales externos (agregado nuevo si es necesario, ligante asfáltico, agentes rejuvenecedores, cemento y agua).

Se diferencia de acuerdo a los siguientes tipos: según el tratamiento térmico del material, por el ligante añadido al material y por el lugar en el que se lleva a cabo.

La propuesta de la presente tesis es el reciclado asfáltico en frío con emulsión y aplicado in situ.

Existen diferentes tipos de reciclados, los cuales son:

- Reciclado asfáltico a profundidad.
- Reciclado asfáltico a profundidad adicionando material granular virgen.
- Reciclado de carpeta asfáltica.
- Reciclado de carpeta asfáltica incorporando agentes rejuvenecedores.

Las ventajas son:

- Recuperación y reutilización de mezclas asfálticas.
- Disminución en costos, debido: al uso de los materiales del pavimento existente, reducción del transporte de materiales (a vertederos y canteras) y actividades de producción de materiales en cantera.
- Minimiza el impacto ambiental, debido a que elimina la necesidad de calentar el material.
- Reduce las molestias e interferencias con el tráfico, debido a que se puede trabajar por carriles y su apertura a la circulación es casi inmediata.
- Elimina las perturbaciones que se pueda dar a las demás capas del pavimento existente, conservando su resistencia y humedad.
- Evita el riesgo de accidentes laborales, debido a que se necesita poco personal en campo, mientras se ejecuta el trabajo.
- Los resultados finales también son conocidos como bases estabilizadas.

Las desventajas son:

- Requiere de equipos complejos y caros para su ejecución.
- No todos los materiales de los pavimentos existentes son aptos para ser reciclados, por lo que requiere de estudios y ensayos de los materiales.
- Generalmente es necesario el uso adicional de agregados pétreos, ligantes asfálticos o aditivos rejuvenecedores para corregir la mezcla existente.

- No soluciona aquellos pavimentos con deficiencias en procesos constructivos o de mala calidad en sus materiales.
- Muchas veces requiere de trabajos adicionales, como: perfilados, compactados, etc., para no obtener variaciones en sus perfiles iniciales.
- Requiere un período de maduración, como la grava - emulsión, donde la mezcla va adquiriendo sus características finales.

A. Materiales

a. Agregado Pétreos:

Proviene de 2 fuentes: las que encontramos en el pavimento existente, y las que adicionamos para corregir gradaciones y cumplir con parámetros de calidad.

b. Material Bituminoso:

Además del material bituminoso que encontramos en el pavimento existente, se utilizará emulsiones asfálticas catiónicas de rotura lenta (CSS-1, CSS-1P, CSS-1h y CSS-1hP) o algún otro tipo solicitado.

c. Filler Mineral:

Se utiliza cal hidratada, cemento portland o las cenizas volátiles, que complementan la acción del bitumen asfáltico

d. Agua:

Cumplir con todos los parámetros de calidad.

e. Aditivos:

Generalmente se utiliza aditivos mejoradores de adherencia o rejuvenecedores.

5.2.1.6 Estabilización con Emulsión Asfáltica

Llamados también soluciones básicas. El objetivo es implantar adecuadas condiciones al terreno, aportando características de resistencia y funcionalidad, durante un periodo determinado de tiempo útil. El poder cementante del asfalto (componente de la emulsión), produce que los agregados se fijen en posiciones adecuadas y transmitir favorablemente las cargas a las capas inferiores.

En la Figura N°49 se observa los parámetros que deben cumplir los suelos estabilizados con Emulsión Asfáltica, en el diseño y posterior ejecución.

SUELO ESTABILIZADO CON	PARAMETROS
Emulsión Asfáltica	1. Estabilidad Marshall = 230 Kg mínimo (MTC E 504) 2. Pérdida de estabilidad después de saturado = 50% máximo 3. Porcentaje de recubrimiento y trabajabilidad de la mezcla debe estar entre 50 y 100%

Figura N°49 Especificaciones Técnicas de tipos de Estabilizadores y Parámetros
 Fuente: Documento Técnico “Soluciones Básicas en Carreteras no Pavimentadas”, MTC (2015).

Las ventajas son:

- Aumenta la estabilidad, debido a las características aglomerantes de la emulsión asfáltica al envolver las partículas del suelo.
- Mejora deficiencias superficiales (polvo, grava suelta, efectos sonoros, etc.), aportando mayor transitabilidad y funcionalidad.
- Impermeabiliza al terreno, aportando mayor resistencia a la humedad.
- La vía queda apta para recibir algún recubrimiento superficial, sin embargo también puede trabajar sin recubrimiento durante un periodo de tiempo,

Las desventajas son:

- La falta de experiencia puede generar errores en el proceso constructivo.
- Necesita de muchos estudios y ensayos previos del material existente.

A. Materiales

a. Suelos:

El material a utilizar es del terreno de fundación y con mucha o poca cantidad de material de préstamo si es necesario. Los suelos adecuados son los granulares (el tamaño máximo de alguna partícula no debe ser mayor a 1/3 del espesor de la capa estabilizada), con pocos finos (máximo 10% de material pasante por el tamiz N.º 200), con baja plasticidad ($LL < 30$ e $IP < 10$), estar limpios y no tener material orgánico más de 1% de su peso. El espesor total de la capa de suelo estabilizado con emulsión compactada, debe ser como mínimo de 15 cm.

b. Material Bituminoso:

Deben ser emulsiones asfálticas catiónicas de rotura lenta (CSS-1h), puede ser modificada con polímeros, contener aditivos y la viscosidad dependerá del tipo de clima de la zona (mayor viscosidad para elevadas temperaturas), aunque también se puede utilizar asfaltos fluidificados de viscosidad media o algún otro tipo solicitado, la elección de la emulsión está relacionado a: la granulometría, características del suelo, contenido de humedad y condiciones climáticas. Los suelos finos requieren mayor cantidad de asfalto, por lo que la estabilización de suelos plásticos ocasionaría costos desfavorables (sin embargo no es el caso del distrito) En general, la cantidad de asfalto utilizado varía entre un 4% y un 6%.

c. Agua:

Cumplir con todos los parámetros de calidad.

5.3 ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

5.3.1 Sellado Asfáltico

A. Equipos y Herramientas

Para áreas pequeñas de sellado se utiliza herramientas manuales como: lampas, carretillas, escobillas metálicas, escobillas de jebe, escobas, varilla de acero, espátulas y barriles para la emulsión.

Para áreas extensas de sellado se utiliza equipos como:

- Los distribuidores a presión. Para áreas demasiado grandes se emplea la barra de riego del distribuidor de ligante y para áreas medianas se emplea un bastón manual.
- Para sellos arena-asfalto se emplea: esparcidor de ligante, esparcidor de agregado (algunas veces el esparcido es manual), compactadores neumáticos y herramientas menores.

Además de lo indicado, se emplean también: compresora neumática, barredoras mecánicas, camión volquete, tanque abastecedor de ligante, rodillo compactador manual, bermero, ruteador, sellador fundidor, etc.

B. Procedimiento de Ejecución

- a. Colocar señales preventivas y de seguridad.
- b. Revisar las condiciones climáticas (lluvias o vientos fuertes), la temperatura ambiente debe ser superior a 5°C.
- c. Identificar las zonas de fisuras y grietas a sellar, marcarlas con yeso o tiza directamente sobre el pavimento. Indicando el inicio y final de cada abertura.
- d. Limpiar la superficie con los equipos necesarios y tener cuidado si las fisuras son muy profundas, dejando finalmente libre de toda impureza.
- e. Aplicar el material sellante, generando en lo posible una efectiva adherencia en las paredes de la fisura y/o grieta (a si sean muy angostas o profundas), evitar la formación de charcos o excesos en algunas zonas.
- f. En caso de sellar áreas pequeñas, se aplica de forma manual.
- g. En caso de sellar áreas extensas, la aplicación es la siguiente:
 - **Sello con emulsión asfáltica:** El riego se aplica con un distribuidor a presión (camión imprimador), para superficies muy abiertas y oxidadas se aplica la mayor dosis posible, sin embargo, la dosis definitiva será determinada por el diseño.
 - **Sello con arena- asfalto:** El riego se aplica con un distribuidor a presión (camión imprimador), de manera uniforme y evitando duplicaciones de riego en las juntas. El esparcido del agregado se realizará de inmediatamente después de la aplicación del ligante bituminoso, ambos de acuerdo a la tasa de diseño, posteriormente se realiza la compactación con rodillo neumático.
- h. En algunos casos será necesario el uso de sellantes elastoméricos; sin embargo se necesita mayor temperatura para trabajar con este sellante.
- i. Se puede espolvorear con cal las áreas selladas para acelerar la rotura de la emulsión y posterior apertura al tránsito, de esta manera impedir la adherencia de la vía sellada con los neumáticos durante las primeras horas de apertura.
- j. Se recomienda habilitar la vía después de 2 horas como mínimo.
- k. Realizar la limpieza final y los materiales excedentes deberán trasladarse a los depósitos autorizados.
- l. Retirar las señales de seguridad en forma inversa a como fueron colocados.

5.3.2 Tratamiento Superficial de Riego con Gravilla

Los tratamientos propuestos son los monocapas y bicapas (TSM y TSB).

A. Equipos y Herramientas

Además de utilizar las herramientas manuales ya mencionadas, hace uso de equipos modernos como: camión regador de emulsión, gravilladora, chip sealer (realiza las 2 funciones anteriores), tanque estacionario, volquetes, cargador, rodillo tándem, rodillo neumático, barredora y/o compresora. El éxito depende mucho del buen estado, mantenimiento y funcionamiento de los equipos.

a. Camión regador de Asfalto.

Conocidos como tanque imprimador, es un camión sobre el que se monta un tanque, equipado con un sistema de calentamiento y un distribuidor provisto de una motobomba que permite una aplicación constante y uniforme.

b. Gravilladora.

Es el equipo distribuidor de agregado, existen diferentes tipos: uno sencillo que se une al fondo de la caja del camión (fijos), otro es una caja metálica con una abertura inferior ajustable (montada sobre llantas y se acopla al volquete), y ultimo un equipo autopropulsado.

c. Chip Sealer.

Este equipo distribuye la emulsión y gravilla simultáneamente, como se observa en la Figura N°50.



Figura N°50 Camión Chip Sealer
Fuente: Elaboración propia.

B. Procedimiento de Ejecución

- a. Colocar señales de seguridad y revisar las condiciones climáticas de la zona.
- b. Limpieza de la superficie a trabajar, utilizando barredoras mecánicas, cepillos de mano y un compresor.
- c. Para la distribución de emulsión y gravilla, se procede de acuerdo al tipo de tratamiento:

• Tratamiento Superficial de Riego Monocapa TSM:

1. Aplicar la emulsión con el camión imprimador, a una tasa y temperatura indicada en el diseño.
2. Extensión del agregados con la gravilladora, inmediatamente después de aplicado el riego de la emulsión.
3. Se puede utilizar el Chip Sealer, calibrando la tasa de aplicación.
4. Compactación con rodillo neumático inmediatamente después de la extensión del agregado, el objetivo es lograr la extensión uniforme, recubrimiento, y acomodo del agregado en el ligante asfáltico.
5. Compactación con rodillo tándem de 5 a 6 ton. sin utilizar la vibración (para evitar que la gravilla se triture), inmediatamente después de la compactación con rodillo neumático y antes del rompimiento de la emulsión, el objeto es lograr fijar el agregado pétreo en el ligante y optimizar la buena adherencia.



Figura N°51 Esquema de colocación de tratamiento superficial Monocapa

Fuente: Manual de utilización de emulsiones asfálticas en carreteras, 1992, construcción de un tratamiento superficial simple, KRAE8MER (2002).

- **Tratamiento Superficial de Riego Bicapa TSB:**

1. La colocación de la 2da capa se realiza pasado 3 días de la 1era capa.
2. Para la 2da capa se realiza el mismo procedimiento que la 1era, siendo la única diferencia la tasa de aplicación de la emulsión y el agregado.

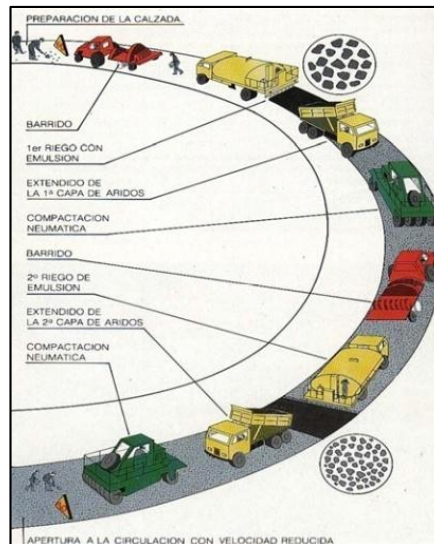


Figura N°52 Esquema de colocación de tratamiento superficial Bicapa

Fuente: Manual de utilización de emulsiones asfálticas en carreteras, 1992, construcción de un tratamiento superficial simple, KRAE8MER (2002).

- d. Se realizan juntas transversales extendiendo una tira de plástico impermeable, cartón u otro tipo de material, antes de la extensión del riego bituminoso, para que este plástico reciba la irregular aplicación del ligante, luego de la compactación se retira, dejando juntas limpias y definidas.
- e. Las juntas longitudinales se ejecutan realizando traslapes de la capa anterior con la capa nueva, sin obtener un excedente de material para evitar posibles irregularidades en la rasante.
- f. Realizar la limpieza final y retiro del material excedente.
- g. La apertura del tránsito es rápida, como mínimo 2 horas después de realizar la compactación final, dependiendo también del clima.
- h. Después de la apertura al tránsito, se debe programar actividades de limpieza para el agregado que pueda quedar suelto debido a la circulación vehicular, para evitar en lo posible acciones como: desgaste de la superficie (por la abrasión de los materiales sueltos con el tratamiento), peligros para los usuarios (el material suelto puede dañar a los vehículos que transitan a velocidades considerables), etc.

5.3.3 Tratamiento Superficial Slurry Seal

A. Equipos y Herramientas

Además de utilizar las herramientas manuales ya mencionadas, se utiliza equipos autopropulsados, que realizan la mezcla y su posterior extendido, aunque también se puede utilizar algún mezclador común y extender el material manualmente.

a. Macropaver.

Es una planta autopropulsada, cuenta con: una tolva para los agregados, otra tolva para el filler, compuerta de flujo del agregado, faja transportadora del agregado, inyectores para el ingreso de emulsión y agua; estos materiales se dirigen hacia el tambor mezclador y es expulsada en mortero asfáltica por la distribuidora, siendo aplicada sobre la superficie con una barra con borde de hule o rastra de colocación, como se observa en la Figura N°53.



Figura N°53 Macropaver
Fuente: Elaboración propia.

B. Procedimiento de Ejecución

- a. Preparación de la Superficie previamente a la aplicación del slurry.
- b. Colocar señales de seguridad y revisar las condiciones climáticas, no puede aplicarse el mortero si la temperatura se encuentran debajo de 15°C, pero si puede aplicarse si se encuentra en un proceso creciente sobre los 7°C.
- c. Regar ligeramente con agua la vía, mediante un camión cisterna para ayudar a adherir mejor el Slurry Seal, evitando generación de charcos de agua.
- d. Abastecimiento del camión Macropaver con los materiales (emulsión asfáltica, agregado, agua, filler, aditivo, etc.).

- e. Colocación de Slurry Seal se realiza con el Macropaver, a una velocidad de 4.0 km/h, la temperatura para la emulsión se encuentra entre 20 a 70°C.
- f. Durante la colocación hay 2 peones en el camión, calibrando la caja distribuidora (para lograr el espesor solicitado de salida del slurry seal) y 4 peones en la vía (acomodando posibles irregularidades o bolos de mortero).
- g. Realizar la limpieza final y retiro del material excedente.
- h. Esperar el tiempo de curado (entre 30 min. a 4 hs.) para la apertura al tránsito, con ayuda de los vehículos el mortero se va compactando adecuadamente.
- i. El tráfico se dará a una velocidad controlada que no exceda los 40 km/h.

5.3.4 Micropavimentos

A. Equipos y Herramientas

Utiliza los mismos equipos y herramientas que la técnica anterior, sin embargo es necesario el uso del Macropaver, a diferencia del Slurrys que puede utilizar otro equipo de menor calidad.

B. Procedimiento de Ejecución

Realiza el mismo procedimiento de ejecución que la técnica anterior.

5.3.5 Pavimento con mezcla asfáltica reciclada en frío

A. Equipos y Herramientas

Además de utilizar las herramientas manuales ya mencionadas, se utiliza la recicladora, que es un equipo de alta calidad y tecnología.

a. Recicladora.

Es un equipo autopropulsado, cuenta con unidades de operación para: fresado, mezclado, dosificaciones, distribución de fluidos y extensión de la mezcla final. Cuenta con: un tambor (recibe el material fresado, triturándolo y mezclando homogéneamente con los nuevos materiales), un rotor de fresado (calibrado a una profundidad y ancho solicitado), inyectores (introduce de manera uniforme y precisa los nuevos materiales al tambor), estos cuentan con un totalizador (mide la cantidad de ligante bituminoso y/o agua que ingresa al tambor) y un medidor de caudal (indica la cantidad instantánea de flujo, durante la operación de mezclado).

En la Figura N°54 se observa el proceso de fresado, mezclado, dosificación, distribución de fluidos y extensión final del pavimento reciclado, que se da produce al interior de la Recicladora.

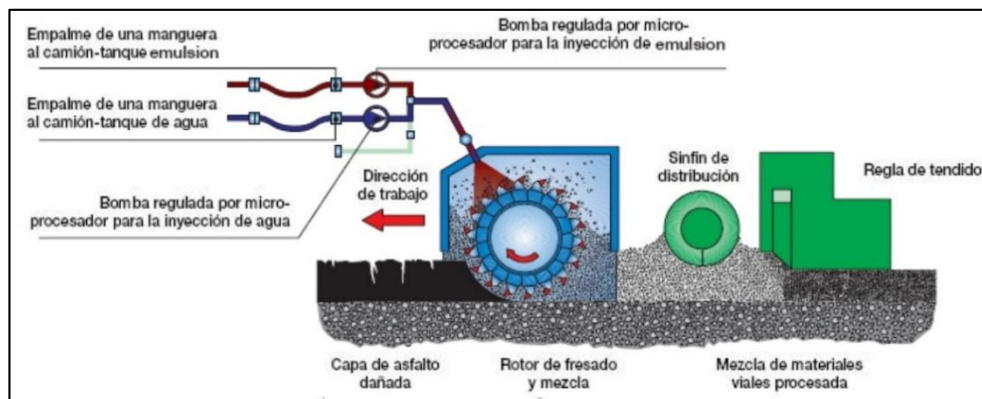


Figura N°54 Esquema del proceso que se realiza dentro de la Recicladora.
 Fuente: Archivo Tecnología del Asfalto. Pardo (2006).

b. Otros Equipos.

Finalmente se utilizan equipos de compactación (rodillos tándem y neumáticos). Algunas veces se utiliza motoniveladoras y rodillos lisos vibratorios, para darles acabado, pendiente, bombeo, peralte o alguna otra característica necesaria.

B. Procedimiento de Ejecución

- a. Colocar señales de seguridad y revisar las condiciones climáticas.
- b. Limpiar la superficie con los equipos necesarios
- c. Si se requiera adicionar filler (cemento) y/o material pétreo nuevo para llegar a la granulometría óptima, se expande en el área a reciclar, de acuerdo a la proporción que solicite y antes que ingrese la recicladora.
- d. Ingresa la recicladora iniciando el fresado hasta una determinada profundidad (puede ser la capa asfáltica, parte de la base y/o subbase granular, de acuerdo a lo solicitado).
- e. Seguidamente la recicladora realiza el mezclado en frío, añadiendo de manera continua, uniforme y con la dosificación necesaria:
 - Agua: permite el fraguado de los conglomerantes hidráulicos, la envuelta de las emulsiones bituminosas y facilitar la compactación.
 - La emulsión asfáltica.
 - En ocasiones la incorporación algún aditivo.

- f. El abastecimiento de agua y emulsiones asfálticas al equipo reciclador, se realiza simultáneamente al trabajo de fresado, sin afectar al fresado (para que no se produzcan paradas innecesarias de la recicladora) y sin afectar al carril que mantiene el tránsito vehicular.
- g. Seguidamente la recicladora realiza la extensión del material mezclado homogéneamente.
- h. Si se requiera se empleará el uso de la motoniveladora.
- i. Posteriormente se realiza los trabajos de compactación del material mezclado.
- j. Realizar la limpieza final y retiro del material excedente.
- k. Se puede aperturar al tránsito luego de 1 hora como mínimo luego del último proceso de compactación, dependiendo también del clima.
- l. Se recomienda la colocación de alguna carpeta de rodadura, como las ya mencionadas soluciones básicas: lechadas asfálticas, tratamientos superficiales o una capa asfáltica. En vías urbanas de BVT la colocación de alguna carpeta no es tan necesaria.



Figura N°55 Equipos para el proceso constructivo del reciclado asfáltico en frío
Fuente: Elaboración propia.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observa los equipos necesarios para el proceso de fresado, dosificaciones, distribución de fluidos y extensión de la mezcla final del pavimento reciclado, que se produce en un solo carril, con el mínimo uso de personal en campo y sin producir alguna parada en el proceso constructo por motivos de abastecimiento de materiales.

5.3.6 Estabilización con Emulsión Asfáltica

A. Equipos y Herramientas

Además de utilizar las herramientas manuales ya mencionadas, los equipos para esta actividad son los siguientes: excavadora o retroexcavadora para explotación de materiales, cargador frontal, volquetes, motoniveladora, cisternas de agua, compactadoras, cisternas de emulsión y tanques de almacenamiento de emulsión.

B. Procedimiento de Ejecución

- a. Colocar señales de seguridad y revisar las condiciones climáticas.
- b. Limpiar la superficie con los equipos necesarios.
- c. Si requiere de agregados de aporte, serán transportados a un punto de acopio y posteriormente se coloca en la vía directamente (en proporciones que solicite el diseño). La cantidad y dosificación del agregado de aporte depende de las condiciones del material del suelo.
- d. Si se requiera adicionar filler (cemento o cal), se expande directamente en la vía, de acuerdo a la proporción que solicite.
- e. Escarificado del suelo, con material de préstamo y el filler (empleando las rastras de la motoniveladora).
- f. Seguidamente el proceso de batido para obtener un material uniforme y homogéneo (empleando la cuchilla de la motoniveladora).
- g. Incorporación de emulsión asfáltica sobre el material mezclado y escarificado, aplicando la proporción requerida por el diseño, siendo diluidas un poco más antes de su aplicación (la dilución será con agua pura).
- h. Se realiza nuevamente el proceso de mezclado y batido del material con la emulsión asfáltica ya incorporada.
- i. Posteriormente se procede extender uniformemente el nuevo material mezclado, con el espesor solicitado (empleando motoniveladora), asegurando que esto se realice antes de que se produzca la rotura de la emulsión.
- j. Si se requiera adicionar agua, se aplicara hasta que presente una homogeneidad completa.
- k. Posteriormente se realiza los trabajos de compactación del suelo estabilizado.
- l. Continúa el proceso de rotura de la emulsión, esto dependerá de: la cantidad de emulsión aplicada, humedad, clima y la temperatura de la zona.

- m. Realizar la limpieza final y retiro del material excedente.
- n. Se puede aperturar al tránsito luego de 24 horas como mínimo luego del último proceso de compactación, o en caso se necesite aperturar con urgencia, se debe esperar como mínimo el tiempo de rotura de la emulsión.
- o. El tráfico se dará a una velocidad controlada que no exceda los 30 km/h.
- p. Se recomienda la colocación de alguna carpeta de rodadura, como las ya mencionadas soluciones básicas: lechadas asfálticas, tratamientos superficiales o una capa asfáltica. En vías urbanas de BVT la colocación de alguna carpeta no es tan necesaria.

5.4 ANÁLISIS DE COSTOS

5.4.1 Introducción

Los rendimientos y costo de los materiales están íntimamente ligados a la accesibilidad y ubicación del distrito; por otra parte, la dosificación de los insumos, cuadrillas y equipos necesarios, se han considerado de acuerdo a diseños en base a Normas Vigentes del MTC y a la experiencia con estos trabajos. El criterio de elección para los precios (de mano de obra, materiales, alquiler de equipos y maquinarias necesarias) han sido actualizados al mes de marzo del 2020, tomado en cuenta la base de datos que maneja la empresa TDM Construcción y Asfaltos, de los precios de venta y alquiler.

Además mencionaremos algunas canteras de afirmados, agregados, fuentes de agua, DMEs, etc., más cercanas al distrito. Para presentar estos datos, nos apoyamos del “PLAN DE GESTIÓN VIAL DE CAÑETE 2016” realizado por la empresa ICCGSA para el proyecto: Servicio de gestión, mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio del corredor vial: Cañete – Lunahuaná – Dv. Yauyos – Ronchas – Chupaca –Huancayo – Dv. Pampas, correspondiente a los Tramos: tramo I (del km 0+000 San Vicente de Cañete hasta km 5+400 Mercado de Imperial), tramo II (del km 5+400 hasta km 42+845 Lunahuaná), tramo III (del km 42+845 hasta km 58+400 Zúñiga) y tramo IV (del km 58+400 hasta km 172+052 ingreso a Tomas).

5.4.2 Ubicación de Canteras

En el área de estudio se ha ubicado: 5 canteras de afirmado, 2 de agregados y 1 afirmado-agregado, como se observa en la Figura N°56.

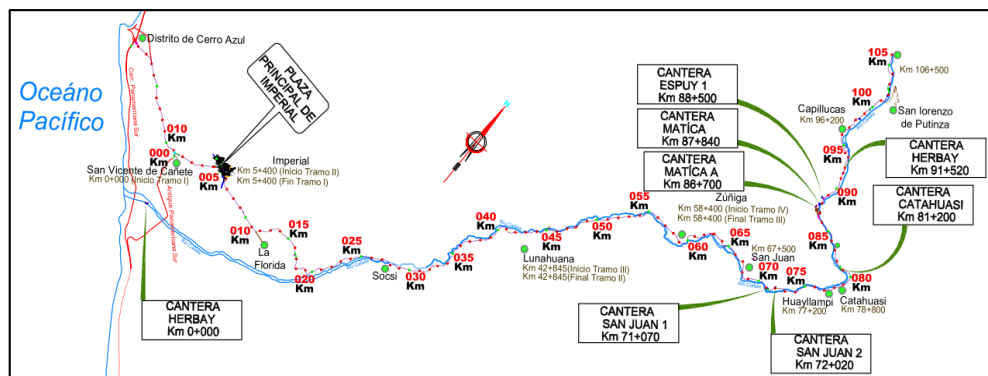


Figura N°56 Plano de ubicación de las canteras más cercanas
 Fuente: Plan de Gestión Vial de Cañete, ICCGSA (2016).

A. Cantera Herbay

Ubicada en el lado derecho de la antigua panamericana sur, pasando San Vicente de Cañete a 6.3 km hasta llegar al río Cañete, en dirección a Ica, desde ese punto se ingresa 10 m en dirección al cauce a través de una vía afirmada. Aproximadamente a 12,480.46 m. de la plaza de armas del distrito Imperial.

- Tipo de Material a extraer: Agregados.
- Ubicación: Provincia Cañete y Distrito San Vicente.
- Coordenadas: Este: 349 505,25 y Norte: 8 553 639,97
- Acceso: 6,41 km acceso existente
- Perímetro: 660.36 ml. y Área de la cantera: 22,757.55 m²
- Volumen Potencial: 34,925.86 m³

B. Cantera San Juan 1

Ubicada en el lado izquierda del km 71+070.00 de la carretera Cañete – Yauyos. Aproximadamente a 65,687.39 m. de la plaza de armas del distrito Imperial.

- Tipo de Material a extraer: Afirmados.
- Ubicación: Provincia Yauyos y Distrito Ayauca
- Coordenadas: Este: 398225.123 y Norte: 8580078.506
- Acceso: Se encuentra a 30 m al costado de la vía Km 71+070.

- Perímetro: 453.21 ml. y Área de la cantera: 11,699.03 m²
- Volumen Potencial: 41,050.61 m³

C. Cantera San Juan 2

Ubicada en el lado izquierda del km 72+020.00 de la carretera Cañete – Yauyos. Aproximadamente a 66,655.49 m. de la plaza de armas del distrito Imperial.

- Tipo de Material a extraer: Afirmado.
- Ubicación: Provincia Yauyos y Distrito Ayauca
- Coordenadas: Este: 398 769 y Norte: 8580651
- Acceso: Se encuentra a 48.1 m al costado de la vía Km 72+020
- Perímetro: 295.64 ml. y Área de la cantera: 6,121.55 m²
- Volumen Potencial: 15,426.58 m³

D. Cantera Catahuasi

Ubicada en el lado izquierda del km 81+200.00 de la carretera Cañete – Yauyos. Aproximadamente a 75,930.39 m. de la plaza de armas del distrito Imperial.

- Tipo de Material a extraer: Agregados
- Ubicación: Provincia Yauyos y Distrito Catahuasi
- Coordenadas: Este: 402187.64 y Norte: 8585859.489
- Acceso: Se encuentra a 143 m al costado de la vía Km 81+200
- Perímetro: 452.60 ml. y Área de la cantera: 7,464.01 m²
- Volumen Potencial: 15,049.82 m³

E. Cantera Matica-A

Ubicada en el lado izquierda del km 86+700.00 de la carretera Cañete – Yauyos. Aproximadamente a 83,298.39 m. de la plaza de armas del distrito Imperial.

- Tipo de Material a extraer: Agregados - Afirmado
- Ubicación: Provincia Yauyos y Distrito Ayauca.
- Coordenadas: Este: 402187.64 y Norte: 8 558 007,53
- Acceso: Se encuentra a 2,011 m al costado de la vía km 86+700
- Perímetro: 311.60 ml. y Área de la cantera: 5,980.07 m²

- Volumen Potencial: 51,041.40 m³

F. Cantera Matica

Ubicada en el lado izquierda del km 87+840.00 de la carretera Cañete – Yauyos.
Aproximadamente a 82,505.39 m. de la plaza de armas del distrito Imperial.

- Tipo de Material a extraer: Afirmado
- Ubicación: Provincia Yauyos y Distrito Ayauca.
- Coordenadas: Este: 397 116 y Norte: 8 588 799.
- Acceso: Se encuentra a 78 m al costado de la vía Km 87+840.
- Perímetro: 452.60 ml. y Área de la cantera: 7,464.01 m²
- Volumen Potencial: 15,049.82 m³

G. Cantera Espuy 1

Ubicada en el lado izquierda del km 88+500.00 de la carretera Cañete – Yauyos.
Aproximadamente a 83,327.39 m. de la plaza de armas del distrito Imperial.

- Tipo de Material a extraer: Afirmado.
- Ubicación: Provincia Yauyos y Distrito Ayauca.
- Coordenadas: Este: 397 087,67 y Norte: 8 589 494,09.
- Acceso: Se encuentra a 240 m al costado de la vía km 88+500.
- Perímetro: 162.33 ml. y Área de la cantera: 1,751.81 m²
- Volumen Potencial: 5,762.16 m³

H. Cantera Espuy 2

Ubicada en el lado izquierda del km 91+520.00 de la carretera Cañete – Yauyos.
Aproximadamente a 86,207.39 m. de la plaza de armas del distrito Imperial.

- Tipo de Material a extraer: Afirmado
- Ubicación: Provincia Yauyos y Distrito Ayauca.
- Coordenadas: Este: 397 024,88 y Norte: 8 592 241,42.
- Acceso: Se encuentra a 100 m al costado de la vía km 91+520
- Perímetro: 224.11 ml. y Área de la cantera: 2,892.79 m²
- Volumen Potencial: 11,610.72 m³

5.4.3 Ubicación de Fuentes de Agua

En el área de estudio se ha ubicado 5 fuentes de agua, como se observa en la Figura N°57, con caudal suficiente para abastecer los trabajos de conformación, compactación, riego, etc.

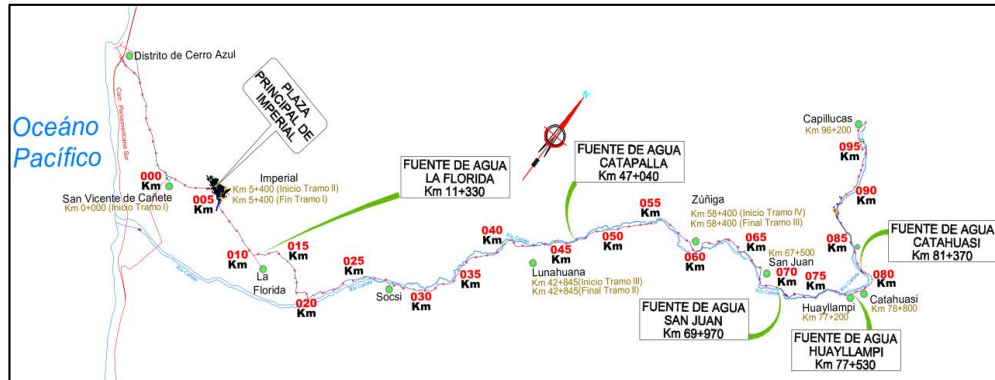


Figura N°57 Plano de ubicación de las fuentes de agua más cercanas.
Fuente: Plan de Gestión Vial de Cañete, ICCGSA (2016).

A. Fuente de Agua S/N 1

Ubicada en el lado derecho del km 11+330.00 de la carretera Cañete – Yauyos. Aproximadamente a 6,691.83 m. de la plaza de armas del distrito Imperial.

- Ubicación: Provincia Cañete y Distrito Nuevo Imperial.
- Coordenadas: Este: 358809.84 y Norte: 8553897.91.
- Acceso: Se encuentra a 23.73 m al costado de la vía km 11+330.
- Caudal de la Fuente: 160.

B. Fuente de Agua Catapaya

Ubicada en el lado izquierdo del km 47+040.00 de la carretera Cañete – Yauyos. Aproximadamente a 42,457.92 m. de la plaza de armas del distrito Imperial.

- Ubicación: Provincia Cañete y Distrito Lunahuaná.
- Coordenadas: Este: 380806 y Norte: 8572205.
- Acceso: Se encuentra a 79.82 m al costado de la vía km 47+040.
- Caudal de la Fuente: 148.

C. Fuente de Agua S/N 2

Ubicada en el lado derecho del km 69+970.00 de la carretera Cañete – Yauyos. Aproximadamente a 65,308.10 m. de la plaza de armas del distrito Imperial.

- Ubicación: Provincia Yauyos y Distrito Ayauca.
- Coordenadas: Este: 397133.68 y Norte: 8580090.09.
- Acceso: Se encuentra a 14.66 m al costado de la vía km 69+970.
- Caudal de la Fuente: 125.

D. Fuente de Agua Puente Huayampi

Ubicada en el lado izquierdo del km 77+530.00 de la carretera Cañete – Yauyos. Aproximadamente a 72,932.54 m. de la plaza de armas del distrito Imperial.

- Ubicación: Provincia Yauyos y Distrito Ayauca.
- Coordenadas: Este: 402682 y Norte: 8583893.
- Acceso: Se encuentra a 64.44 m al costado de la vía km 77+530.
- Caudal de la Fuente: 156.

E. Fuente de Catahuasi

Ubicada en el lado izquierdo del km 81+370.00 de la carretera Cañete – Yauyos. Aproximadamente a 76,898.63 m. de la plaza de armas del distrito Imperial.

- Ubicación: Provincia Yauyos y Distrito Catahuasi.
- Coordenadas: Este: 402152 y Norte: 8585743.
- Acceso: Se encuentra a 190.53 m al costado de la vía km 81+370.
- Caudal de la Fuente: 168.

5.4.4 Ubicación de Deposito de Materiales Excedentes

En el área de estudio se ha ubicado 4 depósitos de material excedente, como se observa en la Figura N°58, los cuales cumplen con los requisitos ambientales de ser un DME:

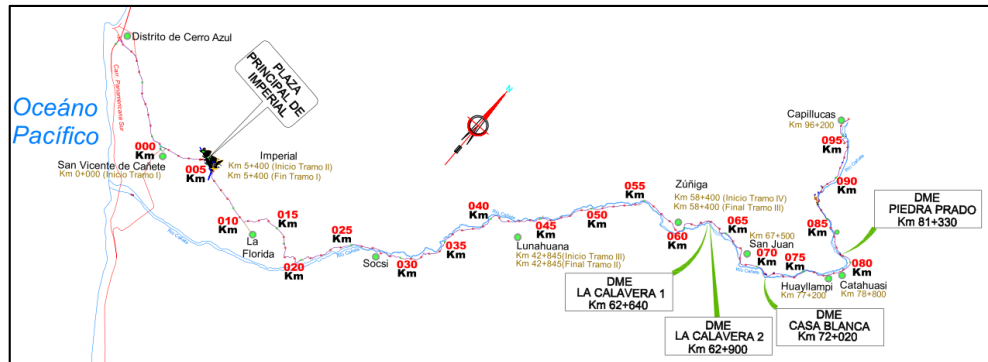


Figura N°58 Plano de ubicación de los DME más cercanos.
Fuente: Plan de Gestión Vial de Cañete, ICCGSA, 2016.

A. DME La Calavera 1

Ubicada en el lado derecho del km 62+640.00 de la carretera Cañete – Yauyos. Aproximadamente a 57,998.10 m. de la plaza de armas del distrito Imperial.

- Ubicación: Provincia Cañete y Distrito Zúñiga.
- Coordenadas: Este: 391 146 y Norte: 8 580 367.
- Acceso: Se encuentra a 20 m al costado de la vía km 62+6400
- Perímetro: 161.05 ml.
- Área: 1,669.74 m²
- Volumen a disponer: 3,000.00 m³

B. DME La Calavera 2

Ubicada en el lado derecho del km 62+900.00 de la carretera Cañete – Yauyos. Aproximadamente a 58,283.10 m. de la plaza de armas del distrito Imperial.

- Ubicación: Provincia Cañete y Distrito Zúñiga.
- Coordenadas: Este: 391 335 y Norte: 8 580 489.
- Acceso: Se encuentra a 45 m al costado de la vía km 62+9000
- Perímetro: 203.66 ml.
- Área: 3,011.28 m²
- Volumen a disponer: 5,000.00 m³

C. DME Casa Blanca

Ubicada en el lado izquierdo del km 71+160.00 de la carretera Cañete – Yauyos. Aproximadamente a 66,498.10 m. de la plaza de armas del distrito Imperial.

- Ubicación: Provincia Yauyos y Distrito Ayauca.
- Coordenadas: Este: 398 254.35 y Norte: 8 580 085.06.
- Acceso: Se encuentra al costado de la vía km 62+9000
- Perímetro: 274.69 ml.
- Área: 4,062.97 m²
- Volumen a disponer: 5,000.00 m³

D. DME Piedra Prado

Ubicada en el lado izquierdo del km 81+330.00 de la carretera Cañete – Yauyos. Aproximadamente a 76,704.6 m. de la plaza de armas del distrito Imperial.

- Ubicación: Provincia Yauyos y Distrito Catahuasi.
- Coordenadas: Este: 402235.174 y Norte: 8585844.06.
- Acceso: Se encuentra a 36.50 m al costado de la vía km 62+9000
- Perímetro: 331.98 ml.
- Área: 7,327.69 m²
- Volumen a disponer: 9,000.00 m³

5.4.5 Mano de Obra

Los precios de mano de obra para obtener los Análisis de Costos Unitarios, tienen como base la tabla salarial del Régimen de Construcción Civil del Expediente N° 173-2019-MTPE/214-NC (del 01.06.2019 al 31.05.2020). Como se indica en el Anexo J.

Para otras categorías, se ha tomado en cuenta los precios del mercado, para obras de pavimentos. Los costos unitarios (HH) por concepto de mano de obra de cada categoría se mencionan en la Tabla N°46.

5.4.6 Materiales

Para los costos de materiales que serán utilizados en cada una de las partidas de las alternativas tecnológicas de pavimentos, se ha tomado en cuenta los gastos de fabricación y lo requerido para ser colocado en obra, estos costos no incluyen el Impuesto General de las Ventas (IGV), finalmente han sido determinados de la siguiente manera:

- Para los productos asfálticos y derivados, se ha considerado precios de venta que tiene la empresa TDM Asfaltos.
- Para los demás materiales se ha considerado montos que están en el mercado para obras públicas, de la municipalidad del distrito y de otras municipalidades cercanas.
- Incluye el costo de transporte (flete) de los materiales desde su lugar de fabricación (aproximadamente centro de Lima) hasta los almacenes del Contratista en obra (Plaza de armas del distrito).

Se presenta la lista de los materiales a utilizar para las diferentes alternativas tecnológicas de pavimentos, con sus respectivos costos puestos en obra. Los costos de los materiales están actualizados al mes de marzo del 2020 y se muestra en la Tabla N°47:

5.4.7 Equipos y Maquinarias

Se ha elaborado un listado con equipos y maquinarias necesarias para intervenir las diferentes partidas y sub-partidas de las alternativas propuestas. Para esto se han tomado en cuenta el costo de alquiler para trabajos de pavimentación en el mercado nacional que presenta la empresa constructora TDM vigentes al mes de marzo del 2020.

Cabe mencionar que este precio incluye el gasto de combustible, lubricantes, filtros, neumáticos, mantenimiento y el costo del operador de dicha maquina por hora, por lo tanto las tarifas empleadas se presentan en la Tabla N°48.

5.4.8 Análisis de Costos Unitarios

Solo se presenta los análisis de las principales partidas de las alternativas tecnológicas de pavimentos a proponer, sin considerar partidas como: conformación de capas granulares, movimiento de tierras, partidas preliminares, etc.

Teniendo en cuenta los: espesores, rendimientos, cuadrillas, etc., presentamos los análisis de costos unitarios:

5.4.8.1 Sellado Asfáltico

Tabla N°25. ACU de Sello Asfáltico < 6 MM

Partida	SELLO ASFÁLTICO < 6 MM			Jornada de trabajo:		horas	8
Rendimiento	m2/DIA	MO. 3,500.0000	EQ. 3,500.0000	Costo unitario:		m2	4.36
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010100	Capataz	hh	0.1000	0.0002	25.13	0.01	
0147010101	Operario	hh	1.0000	0.0023	16.37	0.04	
0147010103	Peón	hh	5.0000	0.0114	11.76	0.13	
							0.18
Materiales							
0220010000	Emulsión CSS 1/CSS 1H	gln		0.5813	6.31	3.67	
0220010022	Agua para la Obra	m3		0.0028	35.83	0.10	
							3.77
Equipos							
0337010035	Herramientas anuales	%mo		5.0000	0.18	0.01	
0337010000	Compresora neumática 87 hp 250-330 PCM	hm	1.0000	0.0023	62.90	0.14	
0337010009	Camión Imprimador 6X2, 178-210 HP, 2000 GLN	hm	1.0000	0.0023	112.64	0.26	
							0.41

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°26. ACU de Sello Asfáltico > 6 MM

Partida	SELLO ASFÁLTICO > 6 MM			Jornada de trabajo:		horas	8
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2,500.0000	EQ. 2,500.0000	Costo unitario:		m2	5.53
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010100	Capataz	hh	0.1000	0.0003	25.13	0.01	
0147010101	Operario	hh	1.0000	0.0032	16.37	0.05	
0147010103	Peón	hh	5.0000	0.0160	11.76	0.19	
							0.25
Materiales							
0220010001	Emulsión CRS 1/CRS 2	gln		0.4360	6.00	2.62	
0220010011	Sellador elastomérico SELLATEC	kg		0.0080	75.00	0.60	
0220010017	Arena chancada	m3		0.0106	76.20	0.81	
0220010022	Agua para la Obra	m3		0.0021	35.83	0.08	
							4.10
Equipos							
0337010035	Herramientas manuales	%mo		5.0000	0.25	0.01	
0337010000	Compresora neumática 87 hp 250-330 PCM	hm	1.0000	0.0032	62.90	0.20	
0337010009	Camión Imprimador 6X2, 178-210 HP, 2000 GLN	hm	0.5000	0.0016	112.64	0.18	
0337010018	Rodillo neumático 10 tn	hm	0.5000	0.0016	273.80	0.44	
0337010006	Camión Baranda	hm	1.0000	0.0032	108.40	0.35	
							1.18

Fuente: Elaboración propia.

5.4.8.2 Tratamiento superficial de riego con gravilla

- Tratamiento Superficial Monocapa

Tabla N°27. ACU de Tratamiento Superficial Monocapa

Partida :	TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA			Jornada de trabajo:	horas	8
Rendimiento:	m/DIA	MO. : 4,000.0000	EQ. : 4,000.0000	Costo unitario:	m2	5.52
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Subpartidas					
	TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA - 1era CAPA	m2		1.0000	5.53	5.52
						5.52

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°28. ACU de Tratamiento Superficial Monocapa – 1era Capa

Partida	TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA - 1era CAPA			Jornada de trabajo:	horas	8
Rendimiento	m/DIA	MO. : 4,000.0000	EQ. : 4,000.0000	Costo unitario:	m2	5.52
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010100	Capataz	hh	0.5000	0.0010	25.13	0.03
0147010101	Operario	hh	2.0000	0.0040	16.37	0.07
0147010103	Peón	hh	6.0000	0.0120	11.76	0.14
						0.23
	Materiales					
0220010002	Emulsión CRS2 P/CRS2 HP	gln		0.2886	6.62	1.91
0220010019	Piedra chancada huso # 7 - TSB	m3		0.0110	72.46	0.80
0220010022	Agua para la Obra	m3		0.0007	35.83	0.03
						2.73
	Equipos					
0337010035	Herramientas manuales	%mo		5.0000	0.23	0.01
0337010000	Compresora neumática 87 hp 250-330 PCM	hm	1.0000	0.0020	62.90	0.13
0337010002	Cargador frontal Cat 962H - Planta MAC	hm	1.0000	0.0020	196.14	0.39
0337010018	Rodillo neumático 10 tn	hm	1.0000	0.0020	273.80	0.55
0337010016	Rodillo Bermero	hm	1.0000	0.0020	77.31	0.15
0337010022	Camión Chip Sealer	hm	1.0000	0.0020	267.53	0.54
0337010001	Minicargador + Barredora - Imprimación	hm	1.0000	0.0020	129.87	0.26
0337010008	Camión volquete 18m3	hm	1.0000	0.0020	160.09	0.32
0337010006	Camión Baranda	hm	1.0000	0.0020	108.40	0.22
						2.56

Fuente: Elaboración propia.

- Tratamiento Superficial Bicapa

Tabla N°29. ACU de Tratamiento Superficial Bicapa

Partida : TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA		Jornada de trabajo:		horas	8	
Rendimiento	m/DIA	MO. : 2,000.0000	EQ. : 2,000.0000	Costo unitario:	m2	13.84
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subpartidas						
	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA - 1era CAPA	m2		1.0000	8.06	8.06
	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA - 2da CAPA	m2		1.0000	5.78	5.78
						13.84

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°30. ACU de Tratamiento Superficial Monocapa – 1era Capa

Partida TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA - 1era CAPA		Jornada de trabajo:		horas	8	
Rendimiento	m/DIA	MO. : 4,000.0000	EQ. : 4,000.0000	Costo unitario:	m2	8.06
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010100	Capataz	hh	0.5000	0.0010	25.13	0.03
0147010101	Operario	hh	2.0000	0.0040	16.37	0.07
0147010103	Peón	hh	6.0000	0.0120	11.76	0.14
						0.23
Materiales						
0220010002	Emulsión CRS2 P/CRS2 HP	gln		0.5271	6.62	3.49
0220010020	Piedra chancada huso # 5 - TSB	m3		0.0233	75.30	1.75
0220010022	Agua para la Obra	m3		0.0007	35.83	0.03
						5.27
Equipos						
0337010035	Herramientas manuales	%mo		5.0000	0.23	0.01
0337010000	Compresora neumática 87 hp 250-330 PCM	hm	1.0000	0.0020	62.90	0.13
0337010002	Cargador frontal Cat 962H - Planta MAC	hm	1.0000	0.0020	196.14	0.39
0337010018	Rodillo neumático 10 tn	hm	1.0000	0.0020	273.80	0.55
0337010016	Rodillo Bermero	hm	1.0000	0.0020	77.31	0.15
0337010022	Camión Chip Sealer	hm	1.0000	0.0020	267.53	0.54
0337010001	Minicargador + Barredora - Imprimación	hm	1.0000	0.0020	129.87	0.26
0337010008	Camión volquete 18m3	hm	1.0000	0.0020	160.09	0.32
0337010006	Camión Baranda	hm	1.0000	0.0020	108.40	0.22
						2.56

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°31. ACU de Tratamiento Superficial Monocapa – 2da Capa

Partida	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA - 2da CAPA				Jornada de trabajo:	horas	8
Rendimiento:	m/DIA	MO. : 4,000.0000	EQ. : 4,000.0000	Costo unitario:	m2	5.78	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010100	Capataz	hh	0.5000	0.0010	25.13	0.03	
0147010101	Operario	hh	2.0000	0.0040	16.37	0.07	
0147010103	Peón	hh	6.0000	0.0120	11.76	0.14	
							0.23
Materiales							
0220010002	Emulsión CRS2 P/CRS2 HP	gln		0.3274	6.62	2.17	
0220010019	Piedra chancada huso # 7 - TSB	m3		0.0110	72.46	0.80	
0220010022	Agua para la Obra	m3		0.0007	35.83	0.03	
							2.99
Equipos							
0337010035	Herramientas manuales	%mo		5.0000	0.23	0.01	
0337010000	Compresora neumática 87 hp 250-330 PCM	hm	1.0000	0.0020	62.90	0.13	
0337010002	Cargador frontal Cat 962H - Planta MAC	hm	1.0000	0.0020	196.14	0.39	
0337010018	Rodillo neumático 10 tn	hm	1.0000	0.0020	273.80	0.55	
0337010016	Rodillo Bermero	hm	1.0000	0.0020	77.31	0.15	
0337010022	Camión Chip Sealer	hm	1.0000	0.0020	267.53	0.54	
0337010001	Minicargador + Barredora - Imprimación	hm	1.0000	0.0020	129.87	0.26	
0337010008	Camión volquete 18m3	hm	1.0000	0.0020	160.09	0.32	
0337010006	Camión Baranda	hm	1.0000	0.0020	108.40	0.22	
							2.56

Fuente: Elaboración propia.

5.4.8.3 Tratamiento superficial Slurry Seal

Tabla N°32. ACU de Tratamiento Superficial Slurry Seal Tipo I e=3.2 mm

Partida :	SLURRY SEAL TIPO I E = 3.2 MM				Jornada de trabajo:	horas	8
Rendimiento:	m2/DIA	MO. : 3,500.0000	EQ. : 3,500.0000	Costo unitario:	m2	6.55	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010100	Capataz	hh	1.0000	0.0023	25.13	0.06	
0147010101	Operario	hh	2.0000	0.0046	16.37	0.07	
0147010102	Oficial	hh	4.0000	0.0091	12.99	0.12	
0147010103	Peón	hh	6.0000	0.0137	11.76	0.16	
							0.41
Materiales							
0220010000	Emulsión CSS 1/CSS 1H	gln		0.1860	6.31	1.17	
0220010017	Arena chancada	m3		0.0044	76.20	0.34	
0220010012	Cemento Portland Tipo IP por 42.50kg	bls		0.0037	21.52	0.08	
0220010022	Agua para la Obra	m3		0.0006	35.83	0.02	
							1.61

Equipos						
0337010035	Herramientas manuales	%mo		5.0000	0.41	0.02
0337010000	Compresora neumática 87 hp 250-330 PCM	hm	1.0000	0.0023	62.90	0.14
0337010002	Cargador frontal Cat 962H - Planta MAC	hm	1.0000	0.0023	196.14	0.45
0337010018	Rodillo neumático 10 tn	hm	1.0000	0.0023	273.80	0.63
0337010011	Tanque de Emulsión Estacionaria	hm	1.0000	0.0023	156.00	0.36
0337010021	Micropavimentadora	hm	1.0000	0.0023	1,012.71	2.31
0337010008	Camión volquete 18m3	hm	1.0000	0.0023	160.09	0.37
0337010006	Camión Baranda	hm	1.0000	0.0023	108.40	0.25
						4.52

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°33. ACU de Tratamiento Superficial Slurry Seal Tipo II e=6.4 a 8 mm

Partida : SLURRY SEAL TIPO II E = 6.4 a 8 MM				Jornada de trabajo: horas		8
Rendimiento	m2/DIA	MO. : 3,500.0000	EQ. : 3,500.0000	Costo unitario:		m2
						8.45
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010100	Capataz	hh	1.0000	0.0023	25.13	0.06
0147010101	Operario	hh	2.0000	0.0046	16.37	0.07
0147010102	Oficial	hh	4.0000	0.0091	12.99	0.12
0147010103	Peón	hh	6.0000	0.0137	11.76	0.16
						0.41
Materiales						
0220010000	Emulsión CSS 1/CSS 1H	gln		0.4059	6.31	2.56
0220010017	Arena chancada	m3		0.0096	76.20	0.73
0220010012	Cemento Portland Tipo IP por 42.50kg	bls		0.0080	21.52	0.17
0220010022	Agua para la Obra	m3		0.0013	35.83	0.05
						3.51
Equipos						
0337010035	Herramientas manuales	%mo		5.0000	0.41	0.02
0337010000	Compresora neumática 87 hp 250-330 PCM	hm	1.0000	0.0023	62.90	0.14
0337010002	Cargador frontal Cat 962H - Planta MAC	hm	1.0000	0.0023	196.14	0.45
0337010018	Rodillo neumático 10 tn	hm	1.0000	0.0023	273.80	0.63
0337010011	Tanque de Emulsión Estacionaria	hm	1.0000	0.0023	156.00	0.36
0337010021	Micropavimentadora	hm	1.0000	0.0023	1,012.71	2.31
0337010008	Camión volquete 18m3	hm	1.0000	0.0023	160.09	0.37
0337010006	Camión Baranda	hm	1.0000	0.0023	108.40	0.25
						4.52

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°34. ACU de Tratamiento Superficial Slurry Seal Tipo III e=9 a 11 mm

Partida : SLURRY SEAL TIPO III E = 9 a 11 MM				Jornada de trabajo: horas		8
Rendimiento	m2/DIA	MO. : 3,500.0000	EQ. : 3,500.0000	Costo unitario:		m2
						9.74
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010100	Capataz	hh	1.0000	0.0023	25.13	0.06
0147010101	Operario	hh	2.0000	0.0046	16.37	0.07
0147010102	Oficial	hh	4.0000	0.0091	12.99	0.12
0147010103	Peón	hh	6.0000	0.0137	11.76	0.16
						0.41

Materiales						
0220010003	Emulsión CQS 1H	gln		0.4887	7.07	3.46
0220010017	Arena chancada	m3		0.0137	76.20	1.04
0220010012	Cemento Portland Tipo IP por 42.50kg	bls		0.0113	21.52	0.24
0220010022	Agua para la Obra	m3		0.0018	35.83	0.06
						4.81
Equipos						
0337010035	Herramientas manuales	%mo		5.0000	0.41	0.02
0337010000	Compresora neumática 87 hp 250-330 PCM	hm	1.0000	0.0023	62.90	0.14
0337010002	Cargador frontal Cat 962H - Planta MAC	hm	1.0000	0.0023	196.14	0.45
0337010018	Rodillo neumático 10 tn	hm	1.0000	0.0023	273.80	0.63
0337010011	Tanque de Emulsión Estacionaria	hm	1.0000	0.0023	156.00	0.36
0337010021	Micropavimentadora	hm	1.0000	0.0023	1,012.71	2.31
0337010008	Camión volquete 18m3	hm	1.0000	0.0023	160.09	0.37
0337010006	Camión Baranda	hm	1.0000	0.0023	108.40	0.25
						4.52

Fuente: Elaboración propia.

5.4.8.4 Micro Pavimentos

Tabla N°35. ACU de Micropavimento Tipo M-II e=7.5 mm

Partida : MICROPAVIMENTO TIPO M-II E = 7.5 MM		Jornada de trabajo:		horas	8	
Rendimiento	m2/DIA	MO.: 3,500.0000	EQ.: 3,500.0000	Costo unitario:	m2	8.36
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010100	Capataz	hh	1.0000	0.0023	25.13	0.06
0147010101	Operario	hh	2.0000	0.0046	16.37	0.07
0147010102	Oficial	hh	4.0000	0.0091	12.99	0.12
0147010103	Peón	hh	6.0000	0.0137	11.76	0.16
						0.41
Materiales						
0220010004	Emulsión CRS 1P/CRS 1HP	gln		0.3732	6.15	2.30
0220010017	Arena chancada	m3		0.0113	76.20	0.86
0220010012	Cemento Portland Tipo IP por 42.50kg	bls		0.0094	21.52	0.20
0220010022	Agua para la Obra	m3		0.0017	35.83	0.06
						3.42
Equipos						
0337010035	Herramientas manuales	%mo		5.0000	0.41	0.02
0337010000	Compresora neumática 87 hp 250-330 PCM	hm	1.0000	0.0023	62.90	0.14
0337010002	Cargador frontal Cat 962H - Planta MAC	hm	1.0000	0.0023	196.14	0.45
0337010018	Rodillo neumático 10 tn	hm	1.0000	0.0023	273.80	0.63
0337010011	Tanque de Emulsión Estacionaria	hm	1.0000	0.0023	156.00	0.36
0337010021	Micropavimentadora	hm	1.0000	0.0023	1,012.71	2.31
0337010008	Camión volquete 18m3	hm	1.0000	0.0023	160.09	0.37
0337010006	Camión Baranda	hm	1.0000	0.0023	108.40	0.25
						4.52

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°36. ACU de Micropavimento Tipo M-III e=10 mm con aditivo

Partida :	MICROPAVIMENTO TIPO M-III E = 10 MM			Jornada de trabajo:	horas	8
Rendimiento	m2/DIA	MO. : 3,500.0000	EQ. : 3,500.0000	Costo unitario:	m2	10.47
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010100	Capataz	hh	0.5000	0.0011	25.13	0.03
0147010101	Operario	hh	2.0000	0.0046	16.37	0.07
0147010102	Oficial	hh	4.0000	0.0091	12.99	0.12
0147010103	Peón	hh	10.0000	0.0229	11.76	0.27
						0.49
Materiales						
0220010005	Emulsión CQS 1HP	gln		0.4994	8.23	4.11
0220010017	Arena chancada	m3		0.0150	76.20	1.14
0220010012	Cemento Portland Tipo IP por 42.50kg	bls		0.0031	21.52	0.07
0220010022	Agua para la Obra	m3		0.0014	35.83	0.05
0220010023	Aditivo de Rotura para Emulsión (sulfato de aluminio)	kg		0.0415	2.00	0.08
						5.45
Equipos						
0337010035	Herramientas manuales	%mo		5.0000	0.49	0.02
0337010000	Compresora neumática 87 hp 250-330 PCM	hm	1.0000	0.0023	62.90	0.14
0337010002	Cargador frontal Cat 962H - Planta MAC	hm	1.0000	0.0023	196.14	0.45
0337010018	Rodillo neumático 10 tn	hm	1.0000	0.0023	273.80	0.63
0337010011	Tanque de Emulsión Estacionaria	hm	1.0000	0.0023	156.00	0.36
0337010021	Micropavimentadora	hm	1.0000	0.0023	1,012.71	2.31
0337010008	Camión volquete 18m3	hm	1.0000	0.0023	160.09	0.37
0337010006	Camión Baranda	hm	1.0000	0.0023	108.40	0.25
						4.53

Fuente: Elaboración propia.

5.4.8.5 Mezcla Asfáltica en Frío

Tabla N°37. ACU de Carpeta asfáltica en frío e=2"

Partida	CARPETA ASFÁLTICA EN FRÍO E = 2"			Jornada de trabajo:	horas	8
Rendimiento:	m2/DIA	MO. : 4,000.0000	EQ. : 4,000.0000	Costo unitario:	m2	29.11
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010100	Capataz	hh	1.0000	0.0020	25.13	0.05
0147010101	Operario	hh	2.0000	0.0040	16.37	0.07
0147010103	Peón	hh	5.0000	0.0100	11.76	0.12
						0.23
Equipos						
0337010035	Herramientas manuales	%mo		5.0000	0.23	0.01
0337010019	Rodillo tandem 10 tn	hm	1.0000	0.0020	283.47	0.57
0337010008	Camión volquete 18m3	hm	8.0000	0.0160	160.09	2.56
0337010018	Rodillo neumático 10 tn	hm	1.0000	0.0020	273.80	0.55
0337010016	Rodillo Bermero	hm	0.2500	0.0005	77.31	0.04
0337010020	Pavimentadora de asfalto	hm	1.0000	0.0020	329.56	0.66
						4.39

Subcontratos						
337011244	PREPARACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO	m3	0.0640	361.28	23.12	
337011245	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO	m3	0.0640	21.39	1.37	
						24.49

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°38. ACU de Preparación de mezcla asfáltica en frío

Partida	PREPARACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO				Jornada de trabajo:	horas	8
Rendimiento	m3/DIA	MO. : 50.0000	EQ. : 50.0000	Costo unitario:	m3	361.28	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010100	Capataz	hh	1.0000	0.1600	25.13	4.02	
0147010101	Operario	hh	2.0000	0.3200	16.37	5.24	
0147010102	Oficial	hh	2.0000	0.3200	12.99	4.16	
0147010103	Peón	hh	5.0000	0.8000	11.76	9.41	
						22.82	
Materiales							
0220010012	Cemento Portland Tipo IP por 42.50kg	bls		0.2500	21.52	5.38	
0220010000	Emulsión CSS 1/CSS 1H	gln		45.0000	6.31	283.95	
0220010018	ARENA ZARANDEADA	m3		0.5000	32.22	16.11	
0220010021	PIEDRA CHANCADA	m3		0.7000	38.53	26.97	
						332.41	
Equipos							
0337010035	Herramientas manuales	%mo		5.0000	22.82	1.14	
0337010029	Mezcladora de Concreto 18 HP, 11-12 P3	hm	1.0000	0.1600	30.65	4.90	
						6.05	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°39. ACU de Transporte de mezcla asfáltica en frío

Partida	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO				Jornada de trabajo:	horas	8
Rendimiento :	m3/DIA	MO. : 60.0000	EQ. : 60.0000	Costo unitario:	m3	22.25	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010102	Oficial	hh	0.5000	0.0667	12.99	0.87	
						0.87	
Equipos							
0337010035	Herramientas manuales	%mo		5.0000	0.87	0.04	
0337010008	Camión volquete 18m3	hm	1.0000	0.1333	160.09	21.35	
						21.39	

Fuente: Elaboración propia.

5.4.8.6 Pavimento con Mezcla Asfáltica Reciclada en Frío

Tabla N°40. ACU de Reciclado de pavimento asfáltico e=15 cm

Partida	RECICLADO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO E = 15 CM			Jornada de trabajo:	horas	8
Rendimiento:	m2/DIA	MO. : 3,000.0000	EQ. : 3,000.0000	Costo unitario:	m2	21.12
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010100	Capataz	hh	0.5000	0.0013	25.13	0.03
0147010101	Operario	hh	2.0000	0.0053	16.37	0.09
0147010103	Peón	hh	2.0000	0.0053	11.76	0.06
						0.18
Materiales						
0220010000	Emulsión CSS 1/CSS 1H	gln		2.4141	6.31	15.23
0220010022	Agua para la Obra	m3		0.0180	35.83	0.64
0220010012	Cemento Portland Tipo IP por 42.50kg	bls		0.0371	21.52	0.80
						16.68
Equipos						
0337010035	Herramientas manuales	%mo		5.0000	0.18	0.01
0337010013	Camión Cisterna A/E 4000 gln NL/10 6x4	hm	1.0000	0.0027	121.12	0.32
0337010011	Tanque de Emulsión Estacionaria	hm	1.0000	0.0027	156.00	0.42
0337010003	Motoniveladora CAT 140 H	hm	1.0000	0.0027	191.49	0.51
0337010017	Rodillo Vibratorio CAT CS 533	hm	1.0000	0.0027	112.58	0.30
0337010016	Rodillo Bermero	hm	0.5000	0.0013	77.31	0.10
0337010024	Máquina Recicladora	hm	1.0000	0.0027	972.55	2.59
						4.26

Fuente: Elaboración propia.

5.4.8.7 Estabilización con Emulsión Asfáltica

Tabla N°41. ACU de Estabilización con emulsión asfáltica e=15 cm

Partida	ESTABILIZACIÓN CON EMULSIÓN ASFÁLTICA E = 15 CM			Jornada de trabajo:	horas	8
Rendimiento:	m2/DIA	MO. : 2,000.0000	EQ. : 2,000.0000	Costo unitario:	m2	36.33
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010100	Capataz	hh	1.0000	0.0040	25.13	0.10
0147010103	Peón	hh	5.0000	0.0200	11.76	0.24
						0.34
Materiales						
0220010022	Agua para la Obra	m3		0.0180	35.83	0.64
						0.64
Equipos						
0337010035	Herramientas manuales	%mo		5.0000	0.34	0.02
0337010003	Motoniveladora CAT 140 H	hm	1.0000	0.0040	191.49	0.77
0337010017	Rodillo Vibratorio CAT CS 533	hm	1.0000	0.0040	112.58	0.45
						1.23
Equipos						
	ESTABILIZACIÓN CON EMULSIÓN ASFÁLTICA	m3		0.1950	174.94	34.11
						26.24

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°42. ACU de Estabilización con emulsión asfáltica

Partida	ESTABILIZACIÓN CON EMULSIÓN ASFÁLTICA		Jornada de trabajo:		horas	8
Rendimiento:	m3/DIA	MO.: 300.0000	EQ.: 300.0000	Costo unitario:	m3	174.94
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010100	Capataz	hh	1.0000	0.0267	25.13	0.67
0147010103	Peón	hh	6.0000	0.1600	11.76	1.88
						2.55
Materiales						
0220010000	Emulsión CSS 1/CSS 1H	gln		26.8236	6.31	169.26
						169.26
Equipos						
0337010035	Herramientas manuales	%mo		5.0000	2.55	0.13
0337010009	Camión Imprimador 6X2, 178-210 HP, 2000 GLN	hm	1.0000	0.0267	112.64	3.00
						3.13

Fuente: Elaboración propia.

5.4.9 Tópicos Particulares

Los ACU de las SUB-PARTIDAS se presentan en los Anexos L y Anexos M.

5.5 RESUMEN DEL ANÁLISIS DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

No se realiza un análisis comparativo de costos, los ACU se presentan para tener una idea del diseño, material, cuadrilla, mano de obra y equipos para la ejecución de las diferentes alternativas, el resumen se muestra en la Tabla N°43.

Tabla N°43. Tabla de resumen de rendimiento y costos de las alternativas

Ítem	ACTIVIDAD	UND	REND.	C.U.
1.00	Sello Asfáltico < 6 mm	m2	3,500.00	S/. 4.36
2.00	Sello Asfáltico > 6 mm	m2	2,500.00	S/. 5.53
3.00	Tratamiento Superficial Monocapa	m2	4,000.00	S/. 5.52
4.00	Tratamiento Superficial Bicapa	m2	2,000.00	S/. 13.84
5.00	Slurry Seal Tipo I E = 3.2 mm	m2	3,500.00	S/. 6.55
6.00	Slurry Seal Tipo II E = 6.4 a 8 mm	m2	3,500.00	S/. 8.45
7.00	Slurry Seal Tipo III E = 9 a 11 mm	m2	3,500.00	S/. 9.74
9.00	Micropavimento Tipo M-II E = 7.5 mm	m2	3,500.00	S/. 9.47
10.00	Micropavimento Tipo M-III E = 10 mm	m2	3,500.00	S/. 10.47
11.00	Carpeta Asfáltica en Frio E = 2"	m2	4,000.00	S/. 29.11
12.00	Reciclado de Pavimento Asfáltico E=15 cm	m2	3,000.00	S/. 21.12
13.00	Estabilización con Emulsión Asfáltica E=15 cm	m2	2,000.00	S/. 36.33

Fuente: Elaboración propia.

5.6 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LAS VÍAS DEL DISTRITO EVALUADAS

Después de haber realizado el Análisis de la Inspección visual del Pavimento mediante el método del PCI, presentando su resumen graficado en la Figura N°36, Figura N°37 y Figura N°38, y de la Vía no Pavimentada mediante el método del URCl, presentando su resumen graficado en la Figura N°39; como se ha descrito en el subcapítulo 3.2.3. “Análisis de la Inspección Visual del Pavimento y de la Vía no Pavimentada.

Posteriormente se ha propuesto las alternativas tecnológicas de pavimentos en zonas urbanas para las vías evaluadas con los métodos indicados, apoyadas en: el manual del Instituto del asfalto, propuestas del ASTM basados en su norma del PCI, propuestas del Departamento del Ejecito de los Estados Unidos basados en su manual técnico del URCl, lineamientos técnicos establecidos por el Ministerio de Transportes y comunicaciones (que propone alternativas para diferentes tipos de caminos de acuerdo al rango de demanda de transito), etc., todo explicado detalladamente en el subcapítulo 5.1. “ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LAS VÍAS EVALUADAS”.

Finalmente, luego del al Análisis de Evaluación y Propuestas de Alternativas respectivamente, se ha presentado: la definición, algunos datos de importancia, tipos, materiales, dosificaciones, equipos, herramientas, maquinaria, procesos constructivos, rendimientos y análisis de costos unitarios de las diferentes alternativas tecnológicas.

A continuación se presenta en la Tabla N°44 el resumen de las vías evaluadas, mediante los métodos utilizados, la condición y el índice en que se encuentran, el origen de los deterioros observados, longitud de las vías y finalmente las alternativas tecnológicas de pavimentos en zonas urbanas propuestas que se ajusta para el distrito de imperial:

Tabla N°44. Tabla de Vías Evaluadas con sus alternativas propuestas.

Ítem	VÍA	SECTOR	PCI	URCI	CONDICIÓN	ORIGEN DE LOS DETERIOROS	LONGITUD	PROPUESTAS DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE PAVIMENTOS
1	Av. Ramos	1	93	-	EXCELENTE	SUPERFICIAL	500	SELLO ASFÁLTICO < 6 mm o SELLO ASFÁLTICO > 6 mm
2	Av. La Mar	1	27	-	POBRE	ESTRUCTURAL	250	RECICLADO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO Y MICROPAVIMENTO COMO CARPETA DE RODADURA
		2	51	-	REGULAR	SUPERFICIAL	600	RECAPADO CON MICROPAVIMENTO O SLURRY SEAL / TRABAJO PUNTUAL DE PARCHADO CON MAF
3	2 de Mayo	1	62	-	BUENO	SUPERFICIAL	300	RECAPADO CON MICROPAVIMENTO O SLURRY SEAL / TRABAJO PUNTUAL DE PARCHADO CON MAF
		2	28	-	POBRE	ESTRUCTURAL	320	RECICLADO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO Y MICROPAVIMENTO COMO CARPETA DE RODADURA
		3	80	-	MUY BUENO	SUPERFICIAL	230	SELLO ASFÁLTICO < 6 mm o SELLO ASFÁLTICO > 6 mm / TRABAJO PUNTUAL DE PARCHADO CON MAF
4	Camino Vecinal Cerro Candela	1	-	92	EXCELENTE	SUPERFICIAL / ESTRUCTURAL	780	ESTABILIZACIÓN CON EMULSIÓN ASFÁLTICA / CON TSM O TSB COMO CARPETA DE RODADURA

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO VI : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Las características de los diferentes aspectos del distrito, como son: el clima, temperatura, precipitaciones, tráfico, materiales del suelo, tipo de topografía del terreno, entre otros; son favorables para la correcta ejecución de las propuestas tecnológicas y su posterior tiempo de vida útil.
- Sabemos que los fondos municipales no abastecen todas las necesidades del distrito y realizar estudios complejos del estado actual de las vías, son trabajos casi imposibles, por lo que realizar intervenciones superficiales, de bajo costo y rapidez de ejecución, resultan los más adecuados en vías urbanas de bajo volumen de tránsito, previa evaluación de las diversas alternativas tecnológicas para la elección de la más adecuada.
- En el Perú no se realiza una adecuada Gestión de Mantenimiento para los Pavimentos ubicados en zonas urbanas, menos aún la aplicación de las alternativas tecnológicas de pavimentos que se conoce en la actualidad, continuando con proyectos de construcción, mejoramiento, rehabilitación, etc. y ejecutando pavimentos convencionales.
- La carencia de intervenciones oportunas de conservación en pavimentos urbanos, además de generar incomodidad a los usuarios y a la población en general, incrementa los costos de inversiones futuras para recuperar el óptimo estado y serviciabilidad de la vía conforme pase el tiempo.
- El uso de emulsión asfáltica como ligante principal, además de sus múltiples beneficios mencionados, se comporta satisfactoriamente para el desarrollo de técnicas modernas de exigentes requerimientos y es capaz de aportar mayor tiempo de vida útil con finos tratamientos de capas muy delgadas, como es el caso de las emulsiones asfálticas modificadas.
- Las alternativas tecnologías propuestas están orientadas al tratamiento de pavimento con fallas de origen funcional; pero en el caso que se presente fallas estructurales en el pavimento urbano, la evaluación y reparación de los daños va necesitar mayor análisis (para identificar el origen) e inversión económica (debido a los ensayos de evaluación y reparación de fallas estructurales).

- Se observa en los Análisis de Costos Unitarios de las diferentes alternativas propuestas, muchas maquinas a utilizar son complejas y de tecnología avanzada, sin embargo sus costos para la ejecución son económicamente bajos y de altos rendimientos.
- Sabemos por experiencia e información que muchas de estas alternativas tecnológicas son ejecutadas en grandes proyectos de carreteras en el país y no mucho en vías urbanas, a pesar que la Norma CE.010 menciona que si se puede considerar estas soluciones y el Manual de Carreteras (Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones presenta las especificaciones y diseños de estas tecnologías; la presente tesis se enfoca en la elección de estas alternativas para desarrollarse en pavimentos de zonas urbanas.
- Las alternativas tecnológicas de pavimentos propuestas son apropiadas para pavimentos en zonas urbanas, por las soluciones técnicas y económicas que ofrecen: altos rendimientos de ejecución, tiempos muy cortos para la apertura al tránsito, mejora considerablemente las características funcionales de la vía (como son: serviciabilidad, confort, seguridad, etc.), la intervención oportuna en los pavimento mediante los tratamientos reduce costos operativos (en comparación con actividades como: rehabilitación, reconstrucción, mejoramiento, etc., que requieren de mayor inversión económica).
- Imperial es un distrito que se encuentra en crecimiento económico, debido a su agricultura y comercio, por lo que sus vías deben reflejar ese crecimiento, presentando vías pavimentadas en buen estado y sus caminos vecinales con mayores características funcionales, no solo con soluciones de estabilidad, sino también con carpetas de rodamiento propuestas.

6.2 RECOMENDACIONES

- Los trabajos y costos que genera las intervenciones superficiales en pavimentos, varían considerablemente a diferencia de construcciones e intervenciones estructurales, por lo que se recomienda desarrollar programas de conservación en la red vial del distrito, por parte de la

municipalidad, garantizando una correcta planificación, basándose en la relaciones de costo-beneficio en corto y mediano plazo.

- Se recomienda realizar estudios de evaluación a mayor profundidad del estado actual de los pavimentos (previo a la aplicación de alguna alternativa) y de acuerdo a esto realizar el diseño final.
- Posterior a la ejecución de las alternativas, se recomienda continuar con el monitoreo de los nuevos pavimentos, programando y ejecutando actividades de conservación preventiva.
- De acuerdo a la evaluación visual realizada inicialmente de las vías en Imperial, se encontró muchas fallas en común, en especial las de origen superficial, por lo que se recomienda tomar como base estas alternativas propuestas para aplicarlas en otras vías que en la presente tesis no se realizó la evaluación por el método del PCI, pero sin embargo presentan fallas de origen común.
- Se recomienda tomar en cuenta las Canteras de agregados y afirmados, así como las fuentes de agua y los depósitos de materiales excedentes presentados en la tesis, para la ejecución de las alternativas propuestas, debido a la cercanía del distrito y cumplen con las especificaciones para este tipo de proyectos.
- Se considera a las alternativas tecnológicas de mezclas asfálticas en fríos, como si fueran de menor calidad en comparación con las mezclas asfálticas en caliente, esto debido a que se ha encontrado deficiencias en los resultados de pavimentos con mezclas asfálticas en frío, por lo tanto se recomienda buscar soporte técnico y aprender de experiencias en proyectos similares (capacitaciones sobre el diseño, proceso constructivo y calidad de los materiales), ya que son técnicas modernas y complejas, por lo que un pequeño error puede afectar su óptimo resultado.
- Se recomienda llevar un inventario de la red vial del distrito, que comprenda las vías principales y secundarias, además que sea actualizada anualmente, indicando el estado actual del pavimento, sectorizándolas por características similares, para ejecutar intervenciones oportunas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acero Carrión, E. M. (2011). Evaluación del Desempeño de Tratamientos Superficiales en Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito–Tramo Zúñiga-DV. Yauyos (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). FIC-UNI, Lima.
2. Aguilar Mestas, N. y Salas Chávez, G. C. (2012). Comparación entre Tratamiento Superficial Bicapa y Asfalto en Caliente, en la Rehabilitación de la Carretera Chacachaca–Yunguyo-Kasani (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/198121139.pdf>.
3. American Society for Testing and Materials (ASTM D 6433, 2003). Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/409330160/Manual-PCI-ASTM-D-6433-pdf>.
4. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO, 1993). Guide for Design of Pavement Structures 1993. Recuperado de <https://habib00ugm.files.wordpress.com/2010/05/aashto1993.pdf>.
5. Ccora Montes, J. y Montenegro Santacruz, H. (2011). Estudio Comparativo del Mejoramiento de la Base Aplicando Estabilizadores: Emulsión Asfáltica, Cal y Cemento–Carretera Cañete-Chupaca: Tramo Km 152+000-158+000 (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). FIC-UNI, Lima.
6. Choque Sánchez, H. M. (2012). Evaluación de Aditivos Químicos en la Eficiencia de la Conservación de Superficies de Rodadura en Carreteras no Pavimentadas (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). FIC-UNI, Lima.
7. Department of the Army of the United States of America (USACE TM 5-626, 1995). Unsurfaced Road Maintenance Management. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/255343280/URCI>.
8. Huaranga León, M. A. (2011). Planificación y Georreferenciación de los Trabajos de Mantenimiento Rutinario para Vías de Bajo Volumen de Tránsito (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). FIC-UNI, Lima.
9. Humpiri Pineda, K. (2015). Análisis Superficial de Pavimentos Flexibles para el Mantenimiento de Vías en la Región de Puno (Tesis para optar el Grado Académico de Magister en Ingeniero Civil). Recuperado de

- <http://repositorio.uancv.edu.pe/bitstream/handle/UANCV/426/P31-003.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.
10. Joya Arana, A. y Pezo Camacho, B. (2015). Evaluación Económica de los Tratamientos Superficiales Otta Seal y Slurry Seal en Carreteras de Bajo Volumen (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). Recuperado de http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2373/joya_ar-pezo_bm.pdf?sequence=1.
 11. Manco Prieto, R. J. (2019). Plan Estratégico Distrital de Seguridad Ciudadana 2019. Imperial-Cañete: Municipalidad Distrital de Imperial. Recuperado de <https://muniimperial.gob.pe/servicios/>.
 12. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (MTC, agosto 2013). Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013. Recuperado de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html.
 13. MTC (febrero 2016). Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial. Recuperado de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html.
 14. MTC (abril 2014). Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección Suelos y Pavimentos. Recuperado de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html.
 15. MTC (marzo 2008). Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito. Recuperado de <http://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/manualdedisenodecarreterasnopavimentadasdebajovolumentetransito.pdf>.
 16. MTC (mayo 2016). Manual de Ensayos de Materiales. Recuperado de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html.
 17. MTC (abril 2008). Manual Para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito. Recuperado de <http://www.trianglegironi.cat/images/imatges%20i%20documents/cerdanya/urus/disseny%20carreteres.pdf>.

18. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (MVCS, marzo 2010). Norma CE-010 Pavimentos Urbanos. Recuperado de <https://ww3.vivienda.gob.pe/DGPRVU/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20II%20Habilitaciones%20Urbanas/14%20CE.010%20PAVIMENTOS%20URBANOS%20ODS%20N%C2%B0%20010-2010.pdf>.
19. Movimiento Regional “Fuerza Regional”. (2019). Plan de Gobierno Municipal Distrito de Imperial - Cañete 2019-2020. Imperial-Cañete: Declara JNE. Recuperado de <https://declara.jne.gob.pe/ASSETS/PLANGOBIERNO/FILEPLANGOBIERNO/12138.pdf>.
20. Pequeño Otoyá, D. A. (2015). Comparación de Costos y Tecnología de Mantenimiento Utilizando Slurry Seal y Mantenimiento Convencional en un Pavimento Flexible (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/6823/Peque%C3%B1o%20Otoy%C3%A1%20Daniel%20Andr%C3%A9s.pdf?sequence=1>.
21. Orozco, J. M. et al. (2004). Sistema de Evaluación de Pavimentos Versión 2.0. Querétaro-México: Instituto Mexicano de Transportes. Recuperado de <https://imt.mx/publicacion.html>.
22. Rodríguez Talavera, R., Castaño Meneses, V. M. y Martínez Madrid, M. (2001). Emulsiones Asfálticas. Querétaro-México: Instituto Mexicano de Transportes. Recuperado de <https://imt.mx/publicacion.html>.
23. Vallejo Ramírez, D. C. (2011). Diseño de Mezclas Asfálticas en Frío Empleando Emulsión Asfáltica y su Evaluación del Daño por Humedad Utilizando Fillers Comerciales (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). FIC-UNI, Lima.
24. Vásquez Varela, L. R. (2002). Manual Pavement Condition Index (PCI). Recuperado de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>.

ANEXOS

ANEXO A: UBICACIÓN DE LAS VÍAS DEL DISTRITO.

Se presenta gráficamente la ubicación de las vías dentro de cada centro poblado:



Figura N°59 Ubicación de las vías dentro de la capital del distrito Imperial.
Fuente: Google Earth.



Figura N°60 Ubicación de las vías dentro del Centro poblado Cerro Alegre.
Fuente: Google Earth.



Figura N°61 Ubicación de las vías dentro del Centro poblado San Isidro.
Fuente: Google Earth.



Figura N°62 Ubicación de las vías dentro del Centro poblado San Benito.
Fuente: Google Earth.



Figura N°63 Ubicación de las vías dentro del Asentamiento Humano Cerro Candela.
Fuente: Google Earth.



Figura N°64 Ubicación de las vías dentro del Centro poblado Cantagallo.
Fuente: Google Earth.



Figura N°65 Ubicación de las vías dentro del Centro poblado Villareal y Conde Bajo.
Fuente: Google Earth.



Figura N°66 Ubicación de las vías dentro del Centro poblado Casa Pintada.
Fuente: Google Earth

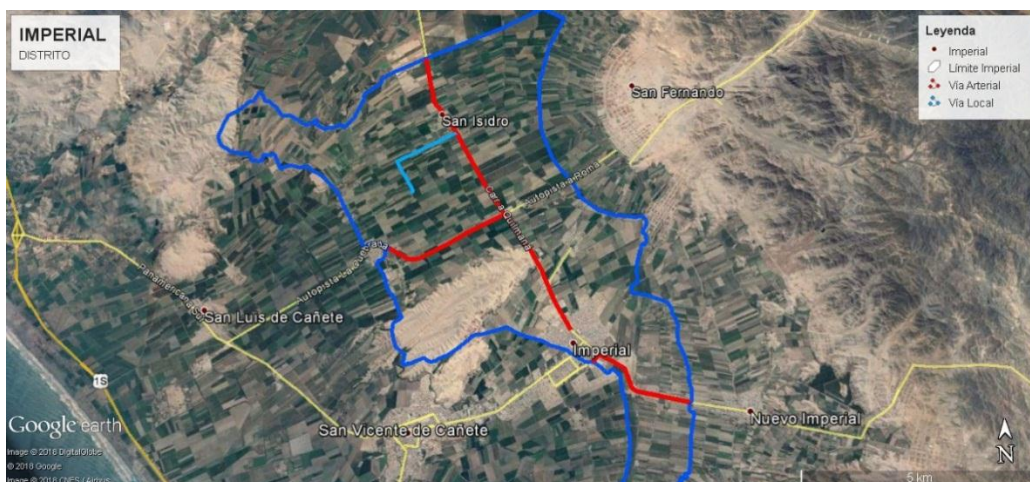



Figura N°67 Ubicación de las vías dentro del distrito de Imperial.
Fuente: Google Earth

ANEXO B: FICHA DE DATOS POR CADA UNIDAD DE MUESTREO DE LA AVENIDA RAMOS.

	METODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)		
	INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE		
	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS		
TESIS:	PROPUESTA DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE PAVIMENTOS EN ZONAS URBANAS Y APLICADA EN EL DISTRITO DE IMPERIAL - CAÑETE		
EVALUADOR:	Jose Luis Cornelio Chirinos		
NOMBRE DE LA VÍA:	Av. Ramos		
TRAMO:	T 01	CARRIL:	Calzada
PROG. INICIAL:	00+000	FECHA:	29/03/2019
PROG. FINAL:	00+039	SEVERIDAD	
ANCHO DE VÍA:	8.00	LOW (BAJA)	L
UNIDAD DE MUESTRA:	001	MEDIUM (MEDIA)	M
AREA MUESTREO:	312	HIGH (ALTA)	H

No	Daño	Und	Color
1	Piel de cocodrilo.	m2	Orange
2	Exudación.	m2	Blue
3	Agrietamiento en bloque.	m2	Purple
4	Abultamientos y hundimientos	m	Green
5	Corrugación.	m2	Red
6	Depresión.	m2	Dark Blue
7	Grieta de borde.	m	Dark Blue
8	Grieta de reflexión de junta.	m	Dark Blue
9	Desnivel carril / berma.	m	Dark Blue
10	Grietas long y transversal.	m	Blue

No	Daño	Und	Color
11	Parcheo.	m2	Green
12	Pulimento de agregados.	m2	Yellow
13	Huecos.	und	Light Green
14	Cruce de vía férrea.	m2	Red
15	Ahuellamiento.	m2	Dark Grey
16	Desplazamiento.	m2	Purple
17	Grieta parabólica (slippage).	m2	Dark Grey
18	Hinchamiento.	m2	Pink
19	Desprendimiento de agregados.	m2	Dark Green

DIAGRAMA

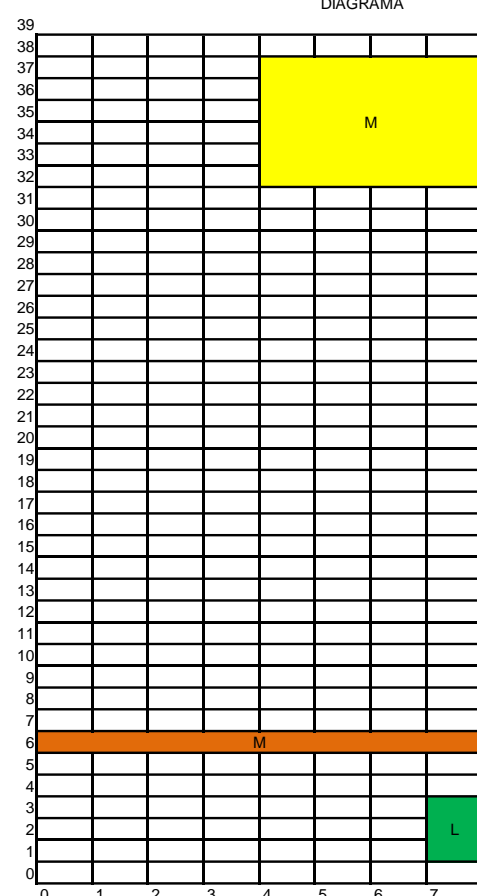


Figura N°68 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 001.

Fuente: Elaboración Propia.

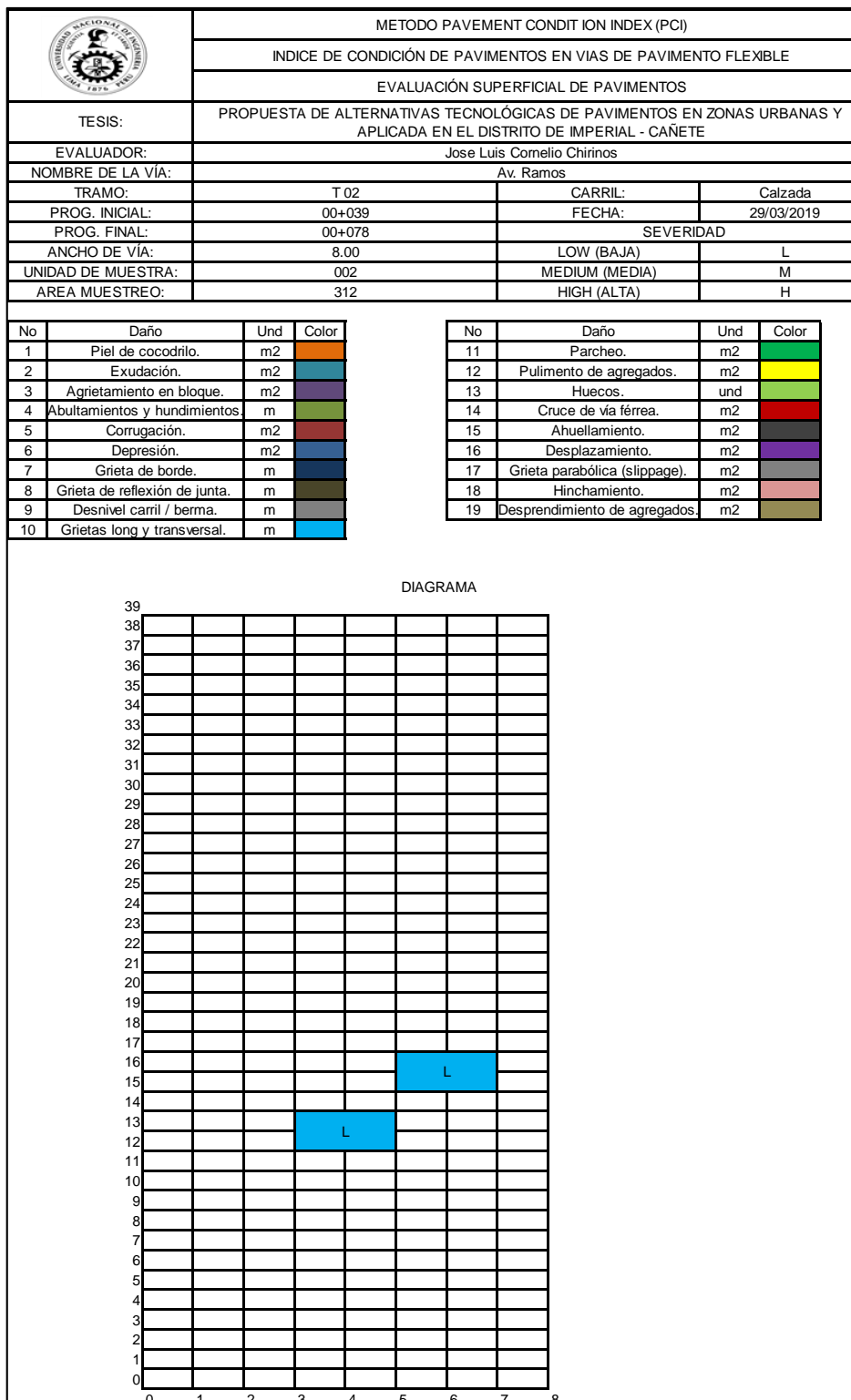



Figura N°69 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 002.
Fuente: Elaboración Propia.

	METODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)		
	INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE		
	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS		
TESIS:	PROPUESTA DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE PAVIMENTOS EN ZONAS URBANAS Y APLICADA EN EL DISTRITO DE IMPERIAL - CAÑETE		
EVALUADOR:	Jose Luis Cornelio Chirinos		
NOMBRE DE LA VÍA:	Av. Ramos		
TRAMO:	T 03	CARRIL:	Calzada
PROG. INICIAL:	00+078	FECHA:	29/03/2019
PROG. FINAL:	00+117	SEVERIDAD	
ANCHO DE VÍA:	8.00	LOW (BAJA)	L
UNIDAD DE MUESTRA:	003	MEDIUM (MEDIA)	M
AREA MUESTREO:	312	HIGH (ALTA)	H

No	Daño	Und	Color
1	Piel de cocodrilo.	m2	
2	Exudación.	m2	
3	Agrietamiento en bloque.	m2	
4	Abultamientos y hundimientos.	m	
5	Corrugación.	m2	
6	Depresión.	m2	
7	Grieta de borde.	m	
8	Grieta de reflexión de junta.	m	
9	Desnivel carril / berma.	m	
10	Grietas long y transversal.	m	

No	Daño	Und	Color
11	Parqueo.	m2	
12	Pulimento de agregados.	m2	
13	Huecos.	und	
14	Cruce de vía férrea.	m2	
15	Ahuellamiento.	m2	
16	Desplazamiento.	m2	
17	Grieta parabólica (slippage).	m2	
18	Hinchamiento.	m2	
19	Desprendimiento de agregados	m2	

DIAGRAMA

39									
38									
37									
36									
35									
34									
33									
32									
31									
30									
29									
28									
27									
26									
25									
24									
23									
22									
21									
20									
19									
18									
17									
16									
15									
14									
13									
12									
11									
10									
9									
8									
7									
6									
5									
4									
3									
2									
1									
0									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8

Figura N°70 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 003.

Fuente: Elaboración Propia.

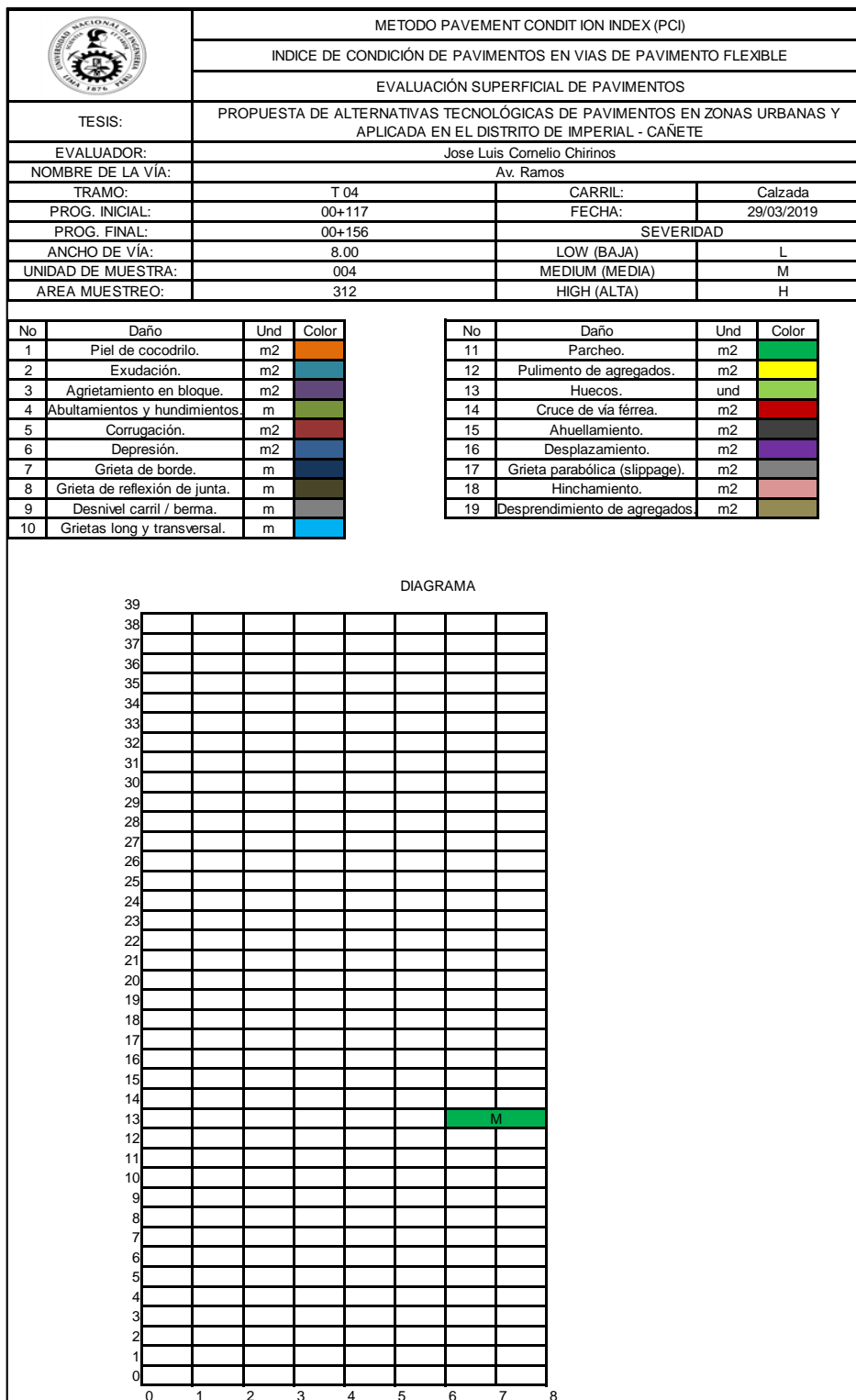



Figura N°71 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 004.

Fuente: Elaboración Propia.

	METODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)		
	INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE		
	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS		
TESIS:	PROPUESTA DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE PAVIMENTOS EN ZONAS URBANAS Y APLICADA EN EL DISTRITO DE IMPERIAL - CAÑETE		
EVALUADOR:	Jose Luis Cornelio Chirinos		
NOMBRE DE LA VÍA:	Av. Ramos		
TRAMO:	T 05	CARRIL:	Calzada
PROG. INICIAL:	00+156	FECHA:	29/03/2019
PROG. FINAL:	00+195	SEVERIDAD	
ANCHO DE VÍA:	8.00	LOW (BAJA)	L
UNIDAD DE MUESTRA:	005	MEDIUM (MEDIA)	M
AREA MUESTREO:	312	HIGH (ALTA)	H

No	Daño	Und	Color
1	Piel de cocodrilo.	m2	Orange
2	Exudación.	m2	Light Blue
3	Agrietamiento en bloque.	m2	Purple
4	Abultamientos y hundimientos.	m	Green
5	Corrugación.	m2	Red
6	Depresión.	m2	Dark Blue
7	Grieta de borde.	m	Dark Blue
8	Grieta de reflexión de junta.	m	Dark Green
9	Desnivel carril / berma.	m	Grey
10	Grietas long y transversal.	m	Light Blue

No	Daño	Und	Color
11	Parqueo.	m2	Green
12	Pulimento de agregados.	m2	Yellow
13	Huecos.	und	Light Green
14	Cruce de vía férrea.	m2	Red
15	Ahuellamiento.	m2	Dark Grey
16	Desplazamiento.	m2	Purple
17	Grieta parabólica (slippage).	m2	Grey
18	Hinchamiento.	m2	Pink
19	Desprendimiento de agregados.	m2	Light Green

DIAGRAMA

39									
38									
37									
36									
35									
34									
33									
32									
31									
30									
29									
28									
27									
26									
25									
24									
23									
22									
21									
20									
19									
18									
17									
16									
15									
14									
13									
12									
11									
10									
9									
8									
7									
6									
5									
4									
3									
2									
1									
0									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8

Figura N°72 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 005.
Fuente: Elaboración Propia.

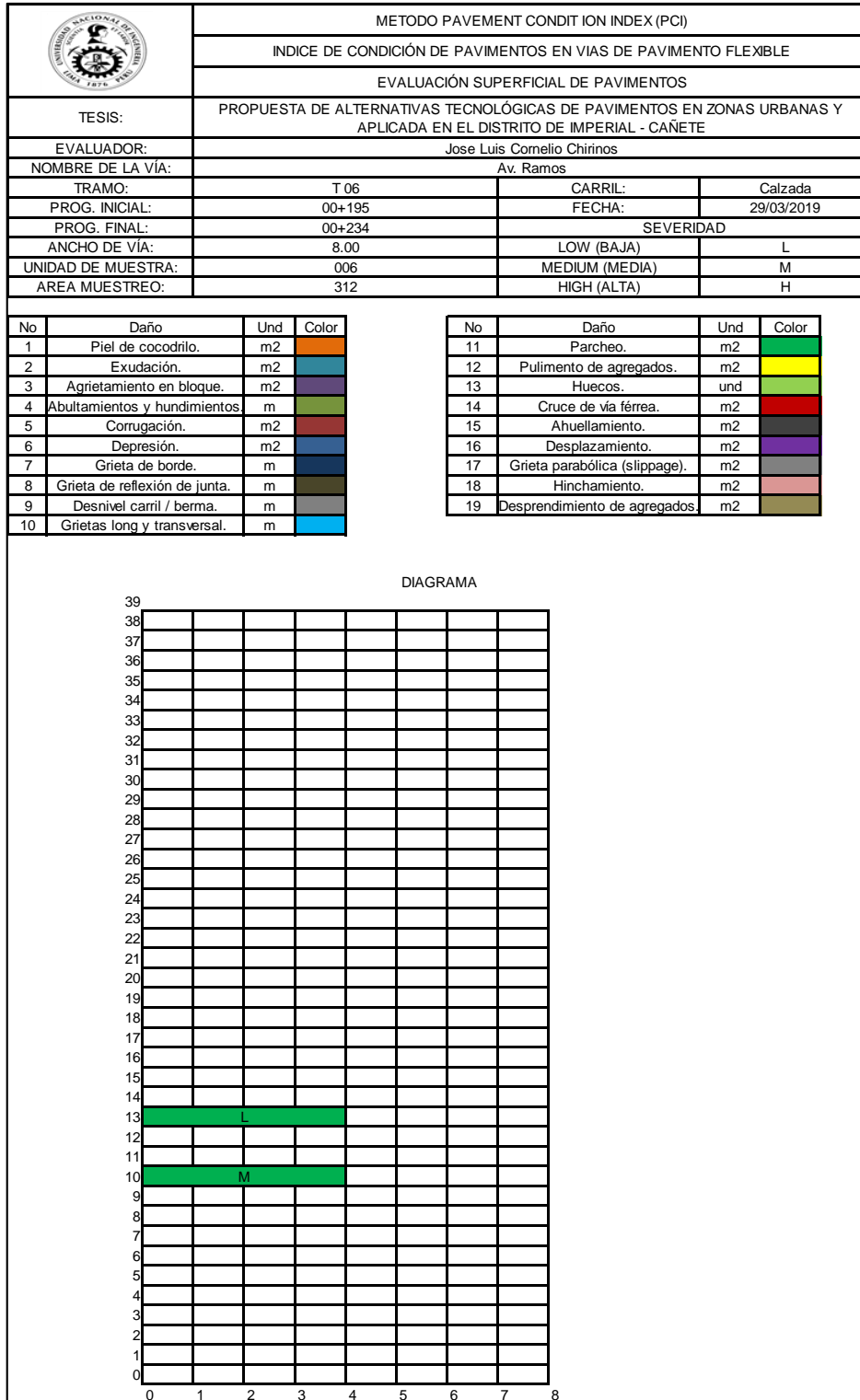


Figura N°73 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 006.
Fuente: Elaboración Propia.

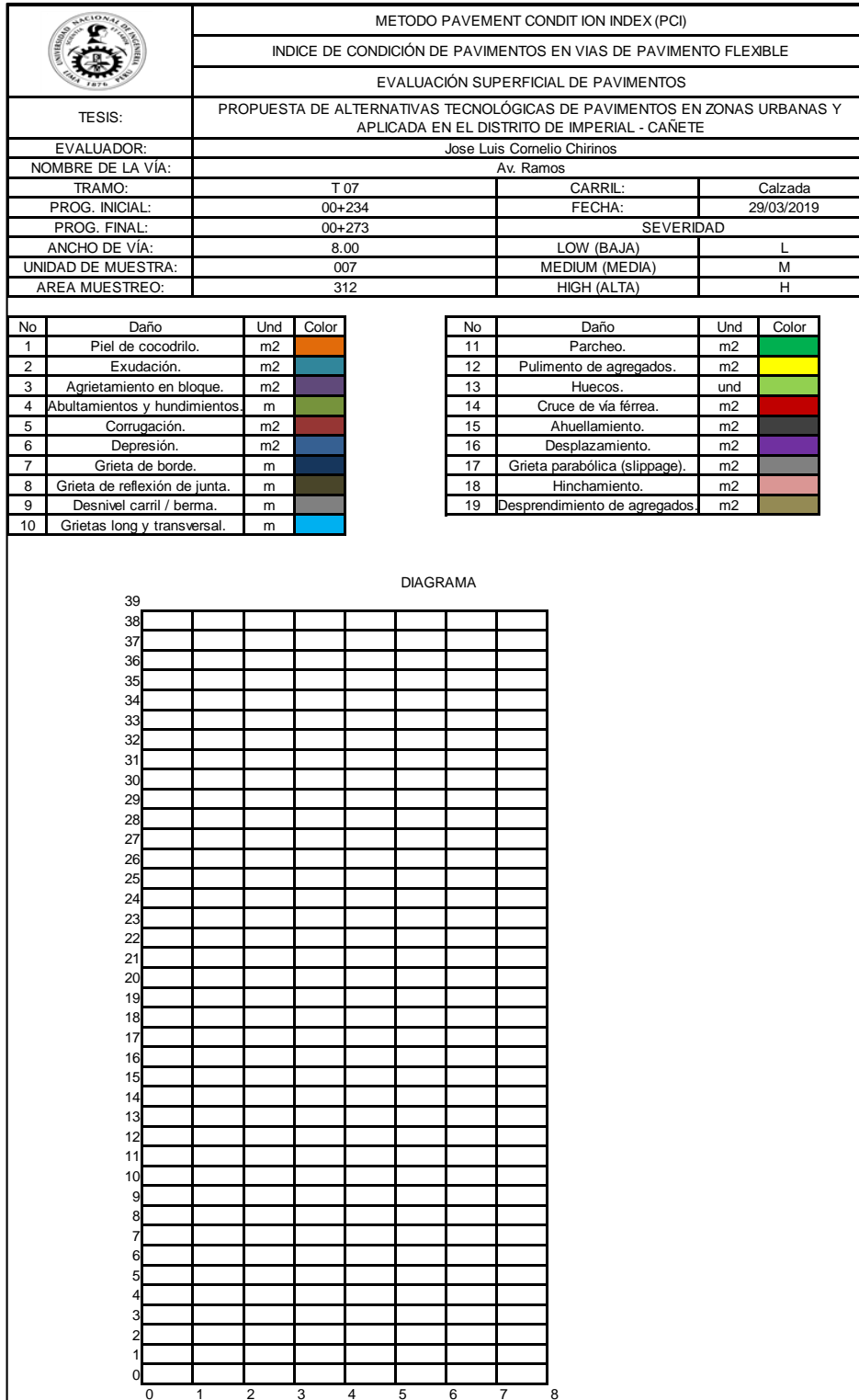



Figura N°74 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 007.

Fuente: Elaboración Propia.

	METODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)		
	INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE		
	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS		
TESIS:	PROPUESTA DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE PAVIMENTOS EN ZONAS URBANAS Y APLICADA EN EL DISTRITO DE IMPERIAL - CAÑETE		
EVALUADOR:	Jose Luis Cornelio Chirinos		
NOMBRE DE LA VÍA:	Av. Ramos		
TRAMO:	T 08	CARRIL:	Calzada
PROG. INICIAL:	00+273	FECHA:	29/03/2019
PROG. FINAL:	00+312	SEVERIDAD	
ANCHO DE VÍA:	8.00	LOW (BAJA)	L
UNIDAD DE MUESTRA:	008	MEDIUM (MEDIA)	M
AREA MUESTREO:	312	HIGH (ALTA)	H

No	Daño	Und	Color
1	Piel de cocodrilo.	m2	
2	Exudación.	m2	
3	Agrietamiento en bloque.	m2	
4	Abultamientos y hundimientos.	m	
5	Corrugación.	m2	
6	Depresión.	m2	
7	Grieta de borde.	m	
8	Grieta de reflexión de junta.	m	
9	Desnivel carril / berma.	m	
10	Grietas long y transversal.	m	

No	Daño	Und	Color
11	Parqueo.	m2	
12	Pulimento de agregados.	m2	
13	Huecos.	und	
14	Cruce de vía férrea.	m2	
15	Ahuellamiento.	m2	
16	Desplazamiento.	m2	
17	Grieta parabólica (slippage).	m2	
18	Hinchamiento.	m2	
19	Desprendimiento de agregados.	m2	

DIAGRAMA

39									
38									
37									
36									
35									
34									
33									
32									
31									
30									
29									
28									
27									
26									
25									
24									
23									
22									
21									
20									
19									
18									
17									
16									
15									
14									
13									
12									
11									
10									
9									
8									
7									
6									
5									
4									
3									
2									
1									
0									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8

Figura N°75 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 008.
Fuente: Elaboración Propia.

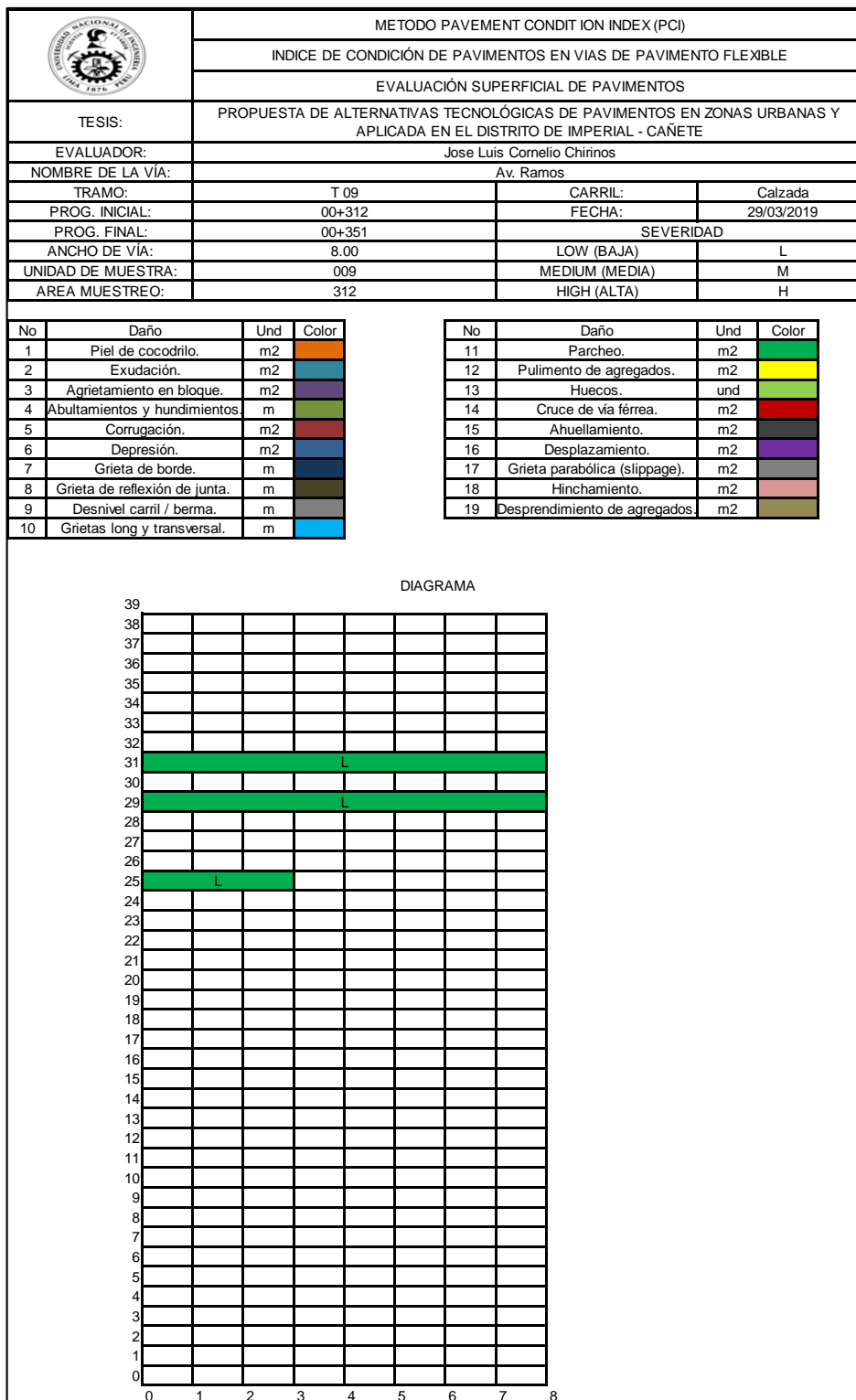



Figura N°76 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 009.
Fuente: Elaboración Propia.

	METODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)		
	INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE		
	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS		
TESIS:	PROPUESTA DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE PAVIMENTOS EN ZONAS URBANAS Y APLICADA EN EL DISTRITO DE IMPERIAL - CAÑETE		
EVALUADOR:	Jose Luis Cornelio Chirinos		
NOMBRE DE LA VÍA:	Av. Ramos		
TRAMO:	T 10	CARRIL:	Calzada
PROG. INICIAL:	00+351	FECHA:	29/03/2019
PROG. FINAL:	00+390	SEVERIDAD	
ANCHO DE VÍA:	8.00	LOW (BAJA)	L
UNIDAD DE MUESTRA:	010	MEDIUM (MEDIA)	M
AREA MUESTREO:	312	HIGH (ALTA)	H

No	Daño	Und	Color
1	Piel de cocodrilo.	m2	
2	Exudación.	m2	
3	Agrietamiento en bloque.	m2	
4	Abultamientos y hundimientos.	m	
5	Corrugación.	m2	
6	Depresión.	m2	
7	Grieta de borde.	m	
8	Grieta de reflexión de junta.	m	
9	Desnivel carril / berma.	m	
10	Grietas long y transversal.	m	

No	Daño	Und	Color
11	Parqueo.	m2	
12	Pulimento de agregados.	m2	
13	Huecos.	und	
14	Cruce de vía férrea.	m2	
15	Ahuellamiento.	m2	
16	Desplazamiento.	m2	
17	Grieta parabólica (slippage).	m2	
18	Hinchamiento.	m2	
19	Desprendimiento de agregados.	m2	

DIAGRAMA

39									
38									
37									
36									
35									
34									
33									
32									
31									
30									
29									
28									
27									
26									
25									
24									
23									
22									
21									
20									
19									
18									
17									
16									
15									
14									
13									
12									
11									
10									
9									
8									
7									
6									
5									
4									
3									
2									
1									
0									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8

Figura N°77 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 010.
Fuente: Elaboración Propia.

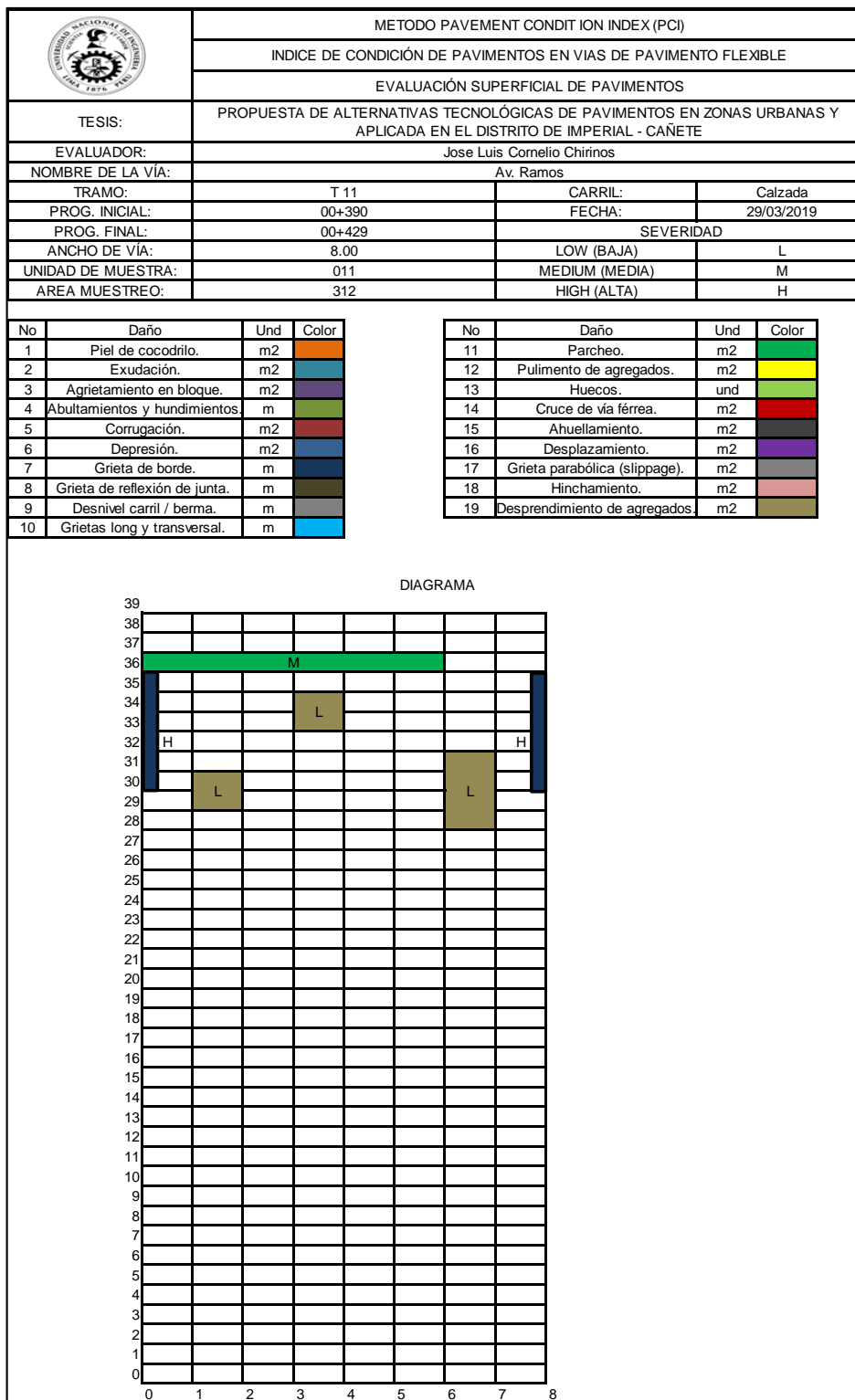



Figura N°78 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 011.
Fuente: Elaboración Propia.

	METODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)		
	INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE		
	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS		
TESIS:	PROPUESTA DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE PAVIMENTOS EN ZONAS URBANAS Y APLICADA EN EL DISTRITO DE IMPERIAL - CAÑETE		
EVALUADOR:	Jose Luis Cornelio Chirinos		
NOMBRE DE LA VÍA:	Av. Ramos		
TRAMO:	T 12	CARRIL:	Calzada
PROG. INICIAL:	00+429	FECHA:	29/03/2019
PROG. FINAL:	00+468	SEVERIDAD	
ANCHO DE VÍA:	8.00	LOW (BAJA)	L
UNIDAD DE MUESTRA:	012	MEDIUM (MEDIA)	M
AREA MUESTREO:	312	HIGH (ALTA)	H

No	Daño	Und	Color
1	Piel de cocodrilo.	m2	
2	Exudación.	m2	
3	Agrietamiento en bloque.	m2	
4	Abultamientos y hundimientos.	m	
5	Corrugación.	m2	
6	Depresión.	m2	
7	Grieta de borde.	m	
8	Grieta de reflexión de junta.	m	
9	Desnivel carril / berma.	m	
10	Grietas long y transversal.	m	

No	Daño	Und	Color
11	Parqueo.	m2	
12	Pulimento de agregados.	m2	
13	Huecos.	und	
14	Cruce de vía férrea.	m2	
15	Ahuellamiento.	m2	
16	Desplazamiento.	m2	
17	Grieta parabólica (slippage).	m2	
18	Hinchamiento.	m2	
19	Desprendimiento de agregados	m2	

DIAGRAMA

39									
38									
37									
36									
35									
34									
33									
32									
31									
30									
29									
28									
27									
26									
25									
24									
23									
22									
21									
20									
19									
18									
17									
16									
15									
14									
13									
12									
11									
10									
9									
8									
7									
6									
5									
4									
3									
2									
1									
0									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8

Figura N°79 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 012.
Fuente: Elaboración Propia.

	METODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)		
	INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE		
	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS		
TESIS:	PROPUESTA DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE PAVIMENTOS EN ZONAS URBANAS Y APLICADA EN EL DISTRITO DE IMPERIAL - CAÑETE		
EVALUADOR:	Jose Luis Cornelio Chirinos		
NOMBRE DE LA VÍA:	Av. Ramos		
TRAMO:	T 13	CARRIL:	Calzada
PROG. INICIAL:	00+468	FECHA:	29/03/2019
PROG. FINAL:	00+500	SEVERIDAD	
ANCHO DE VÍA:	8.00	LOW (BAJA)	L
UNIDAD DE MUESTRA:	013	MEDIUM (MEDIA)	M
AREA MUESTREO:	256	HIGH (ALTA)	H

No	Daño	Und	Color
1	Piel de cocodrilo.	m2	
2	Exudación.	m2	
3	Agrietamiento en bloque.	m2	
4	Abultamientos y hundimientos	m	
5	Corrugación.	m2	
6	Depresión.	m2	
7	Grieta de borde.	m	
8	Grieta de reflexión de junta.	m	
9	Desnivel carril / berma.	m	
10	Grietas long y transversal.	m	

No	Daño	Und	Color
11	Parqueo.	m2	
12	Pulimento de agregados.	m2	
13	Huecos.	und	
14	Cruce de vía férrea.	m2	
15	Ahuellamiento.	m2	
16	Desplazamiento.	m2	
17	Grieta parabólica (slippage).	m2	
18	Hinchamiento.	m2	
19	Desprendimiento de agregados.	m2	

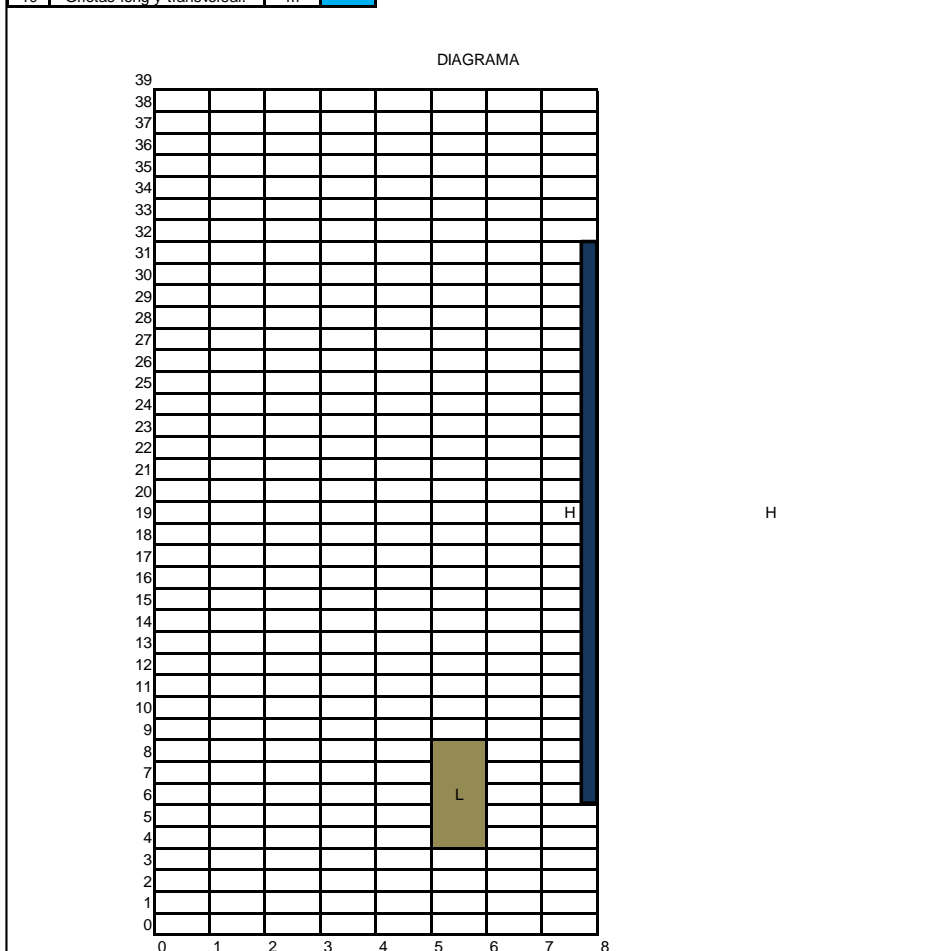


Figura N°80 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 013.
Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO C: FICHA DE DATOS POR CADA UNIDAD DE MUESTREO DE LA AVENIDA LA MAR.

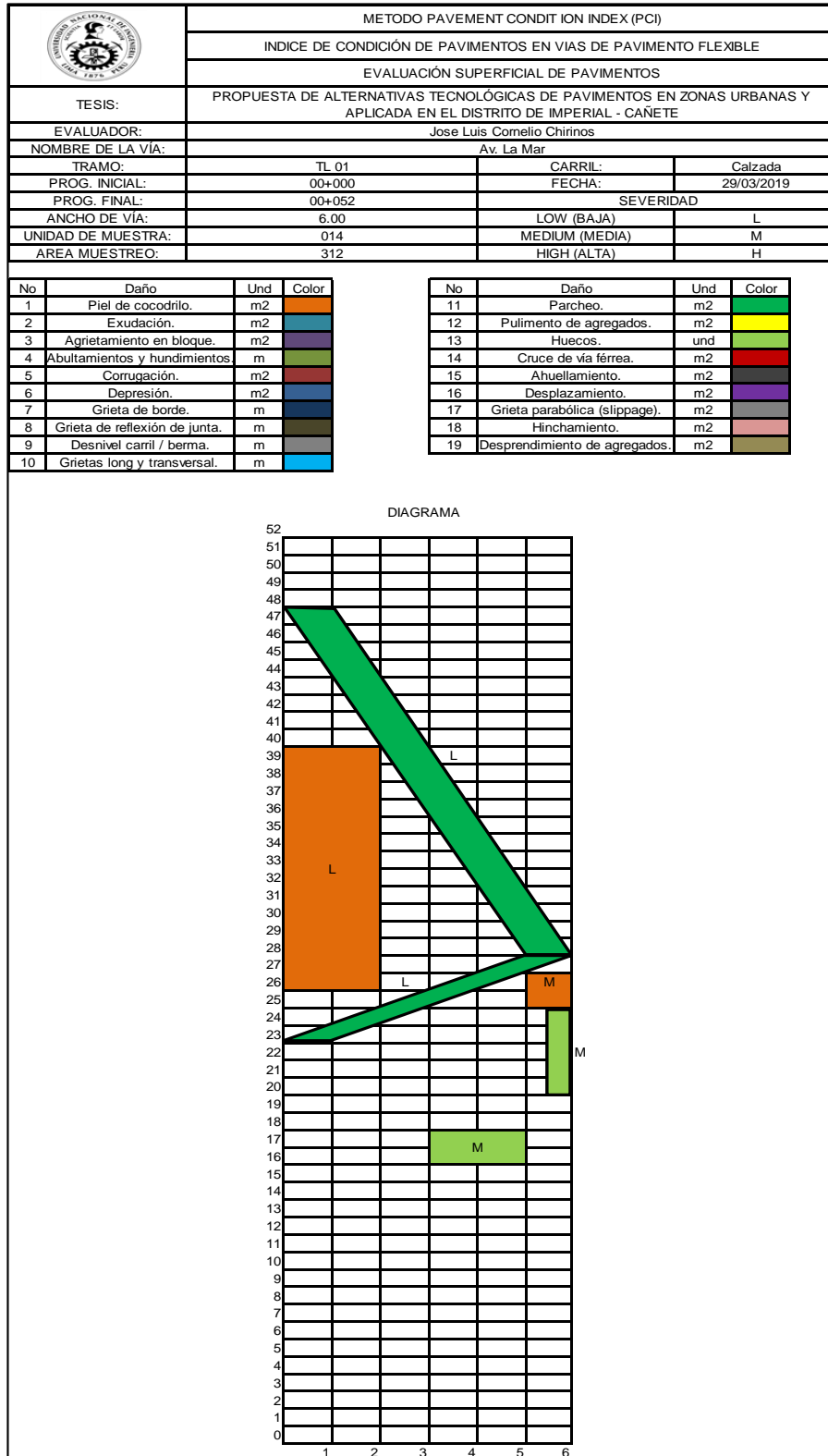


Figura N°81 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 014.
Fuente: Elaboración Propia.

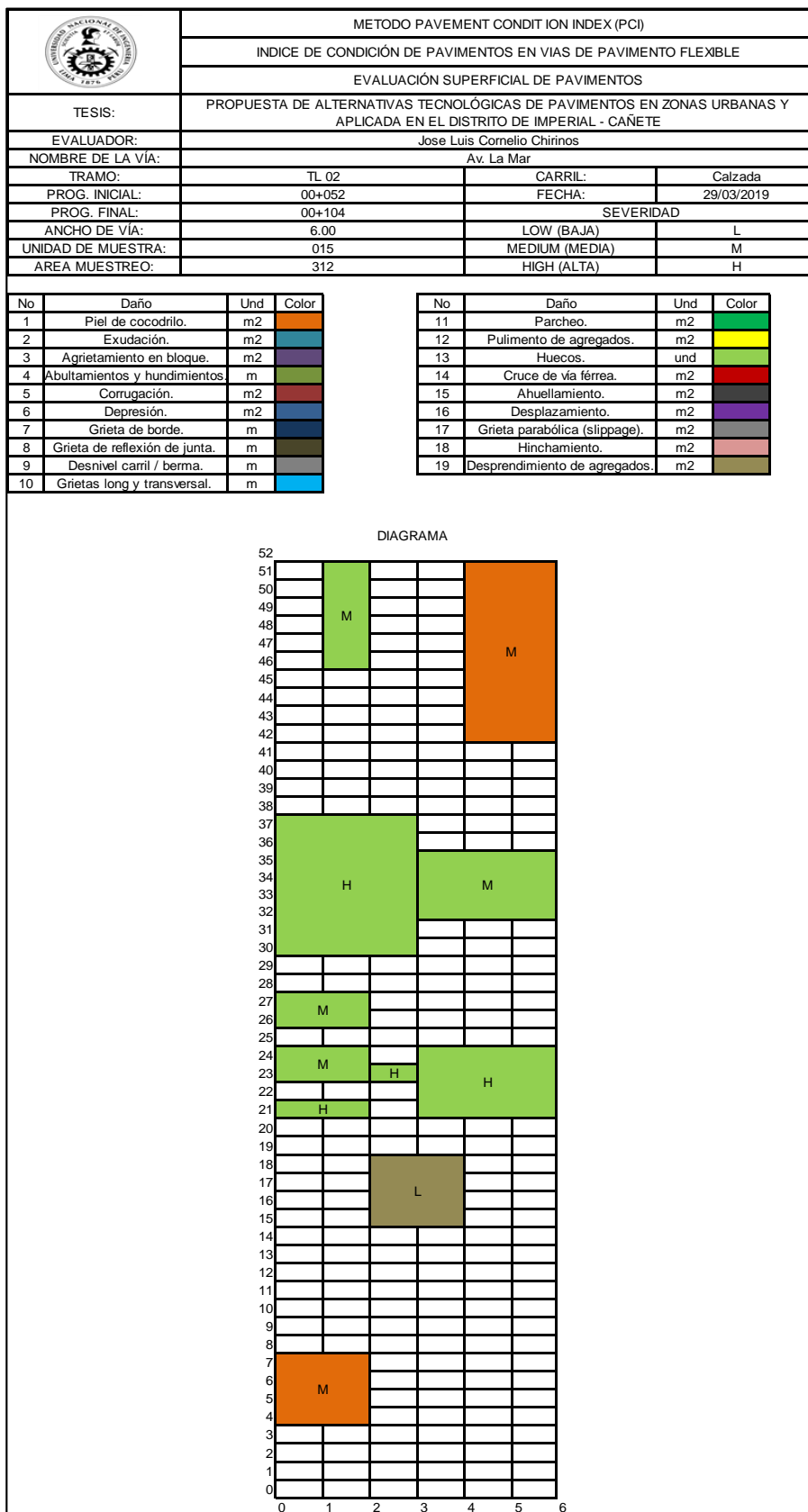


Figura N°82 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 015.
Fuente: Elaboración Propia.

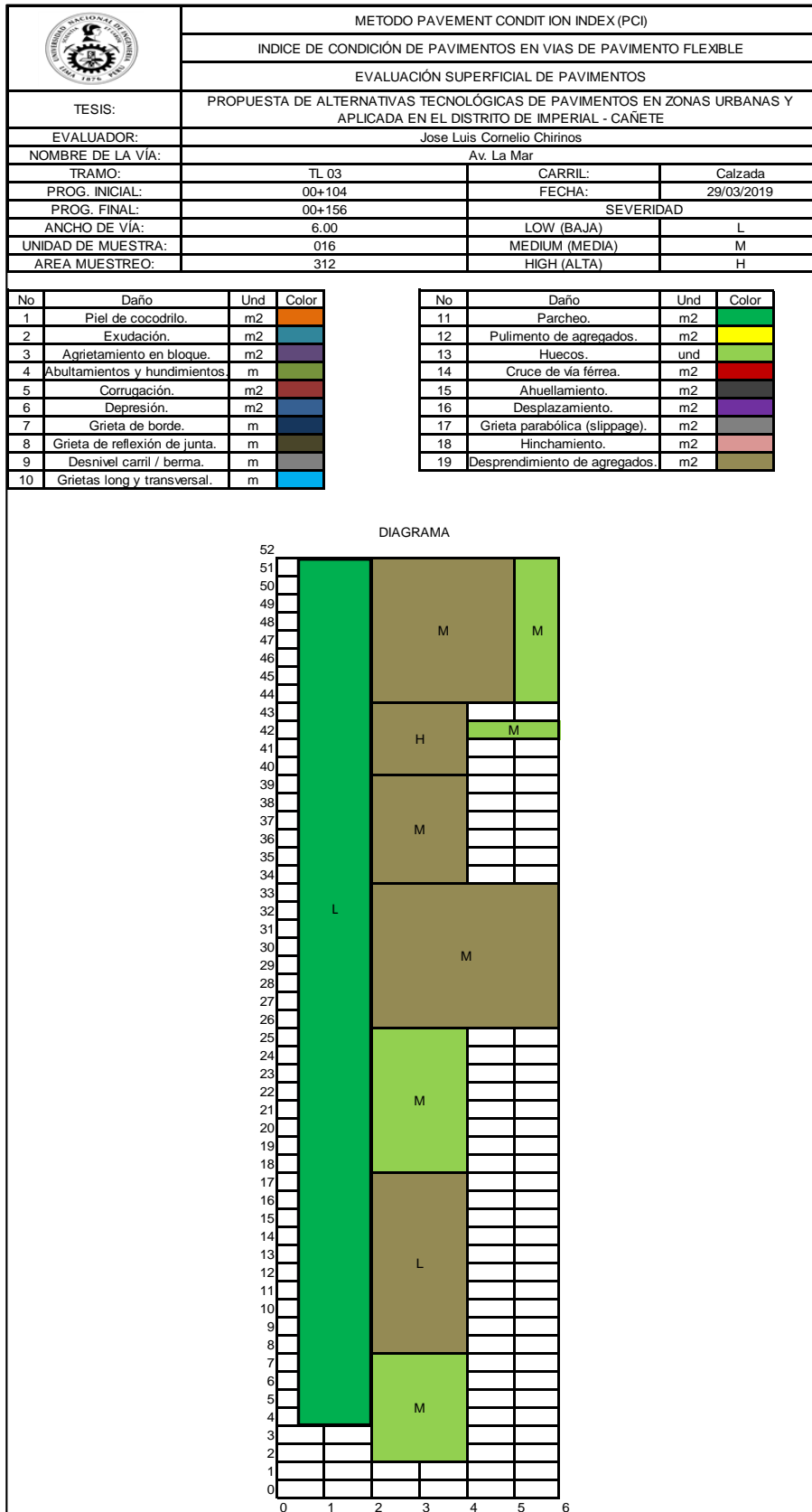


Figura N°83 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 016.
Fuente: Elaboración Propia.

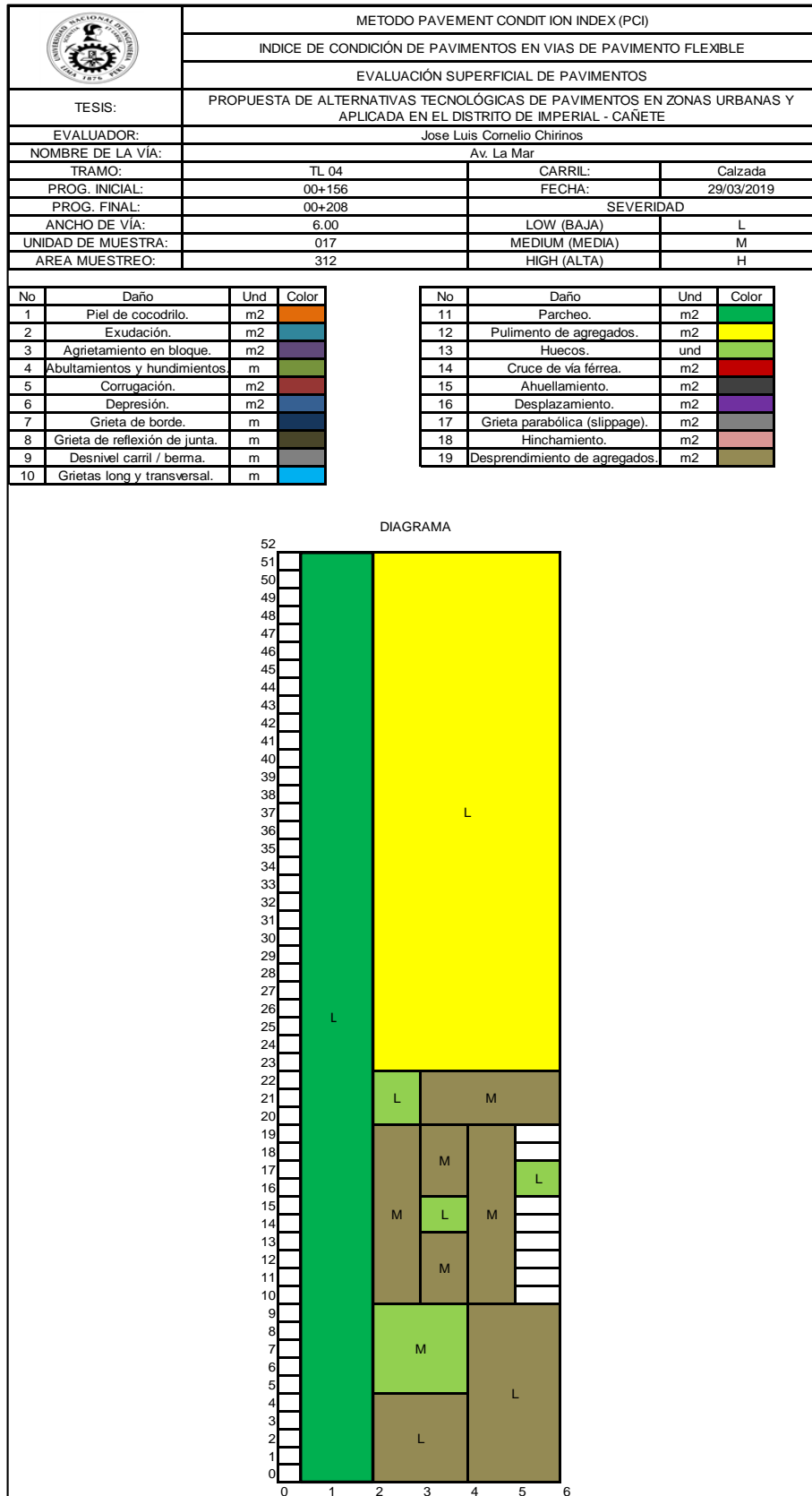


Figura N°84 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 017.
Fuente: Elaboración Propia.

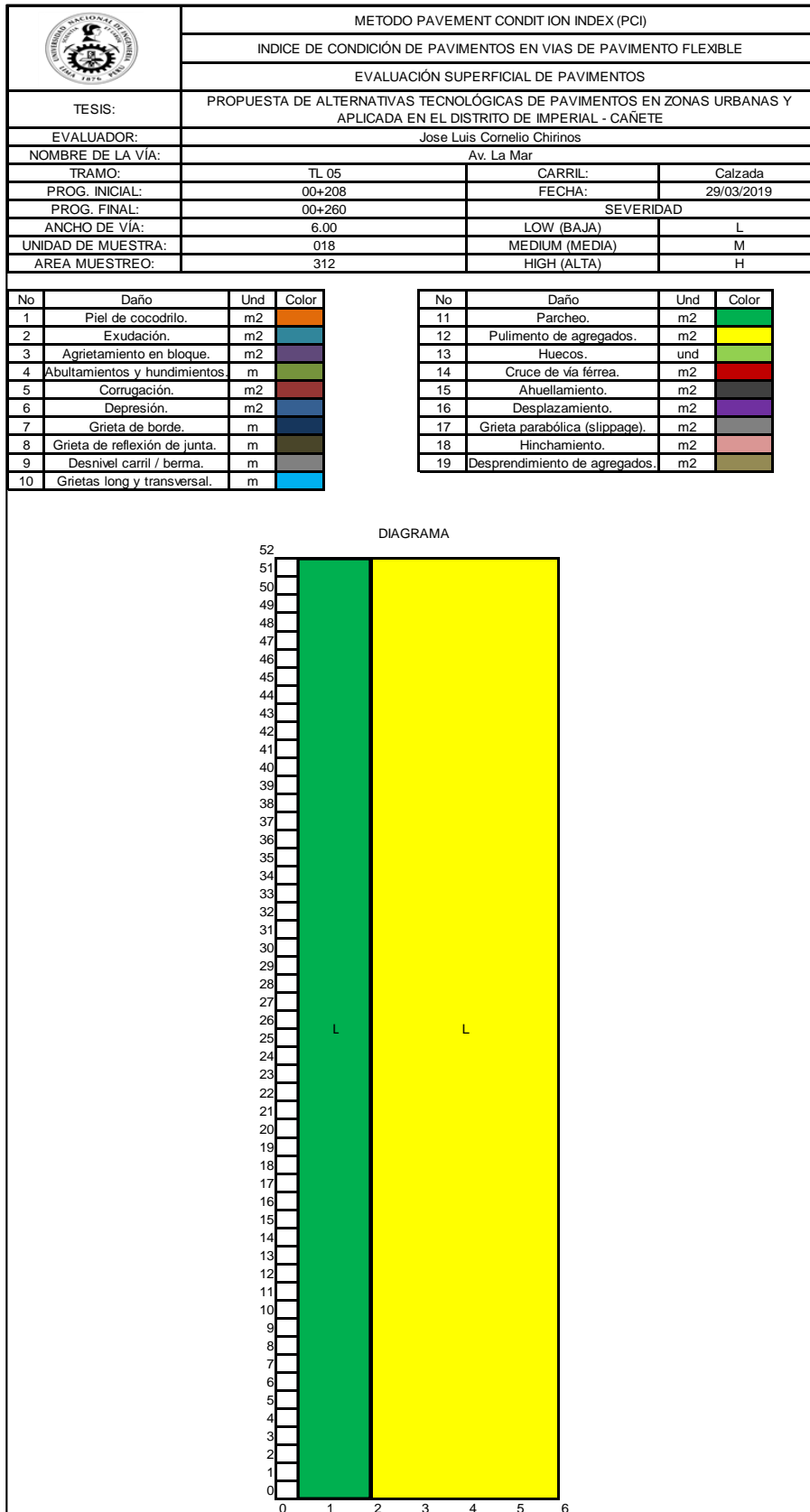


Figura N°85 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 018.
Fuente: Elaboración Propia.

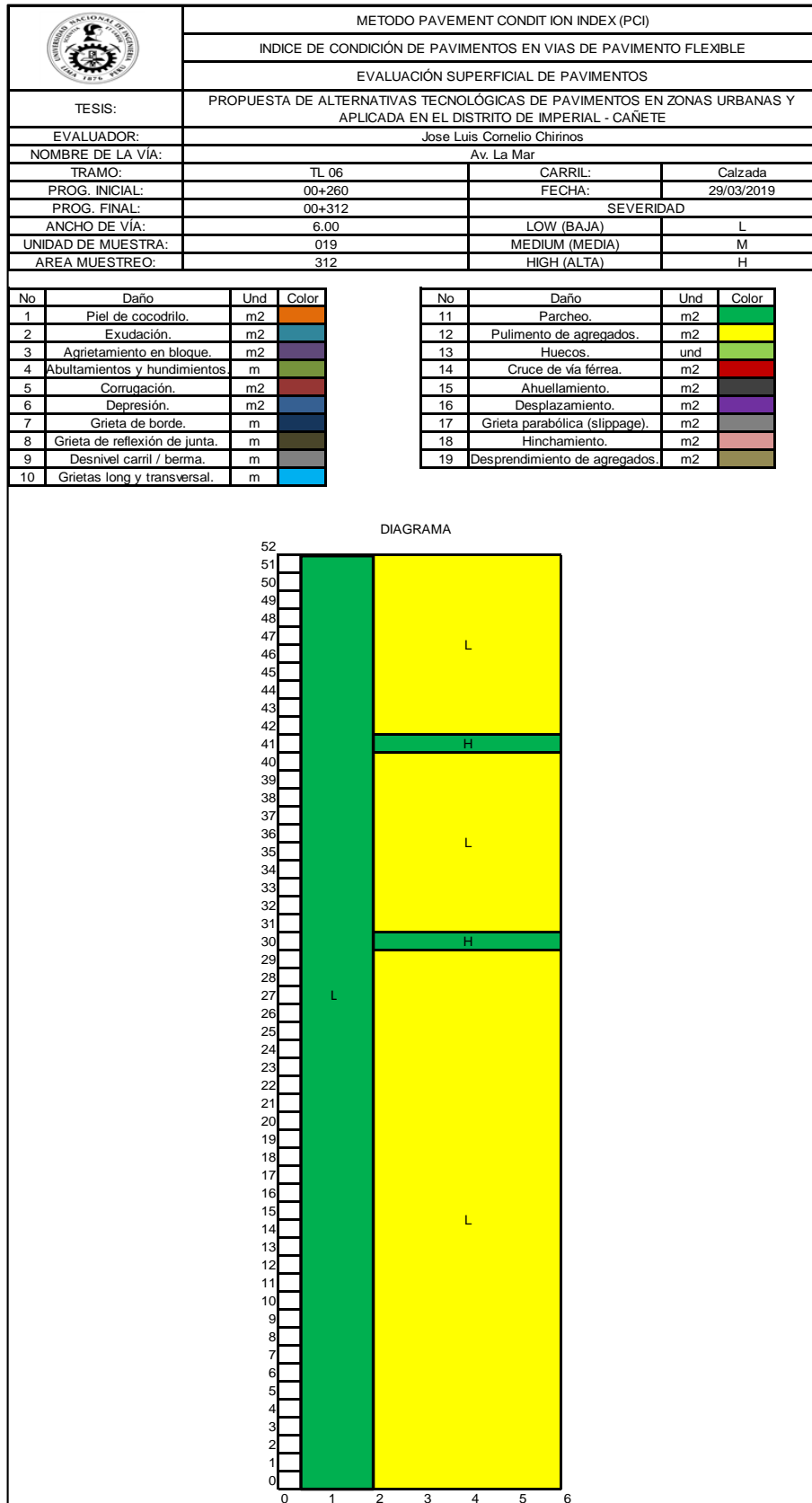


Figura N°86 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 019.
 Fuente: Elaboración Propia.

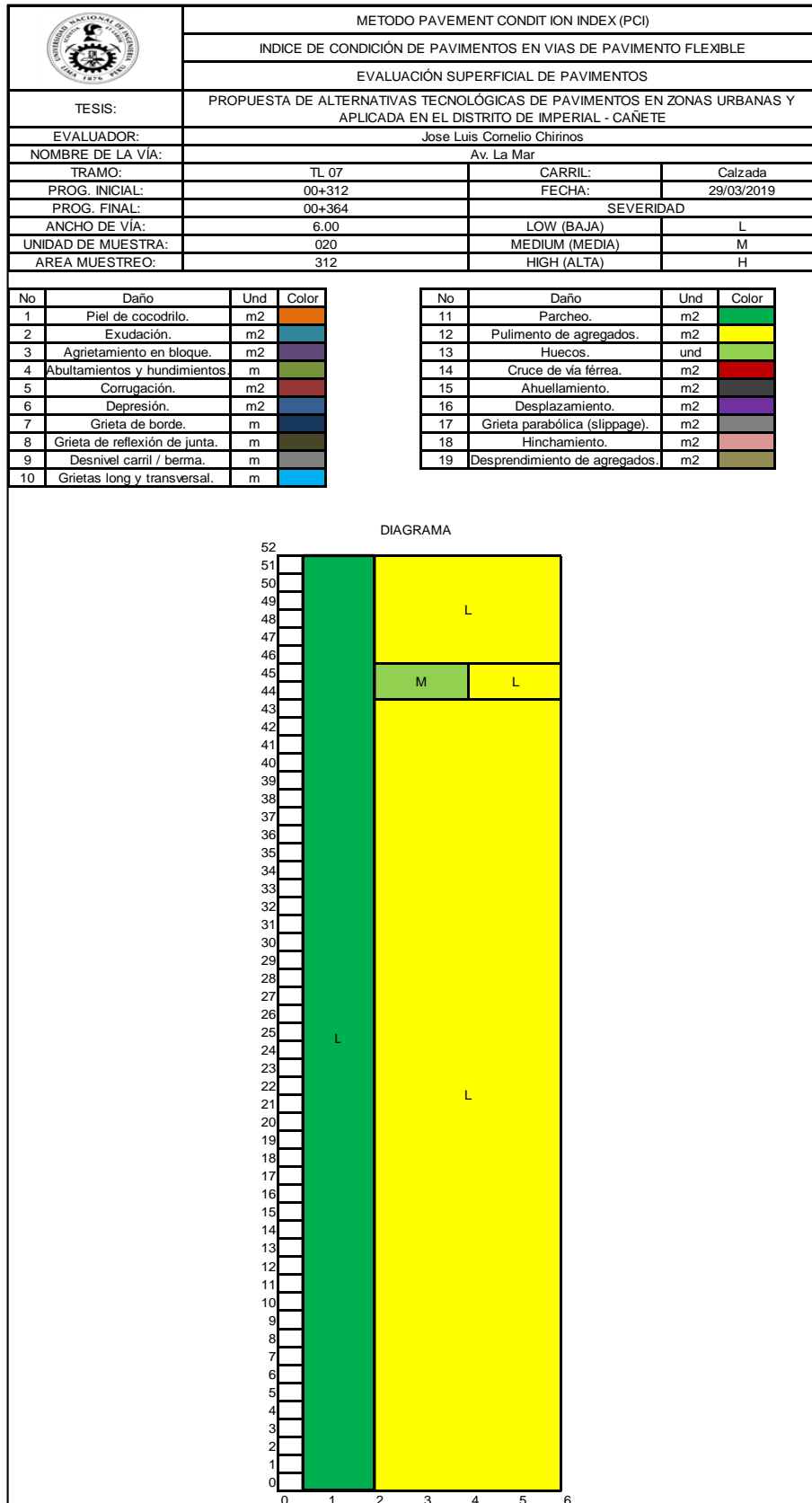


Figura N°87 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 020.
Fuente: Elaboración Propia.

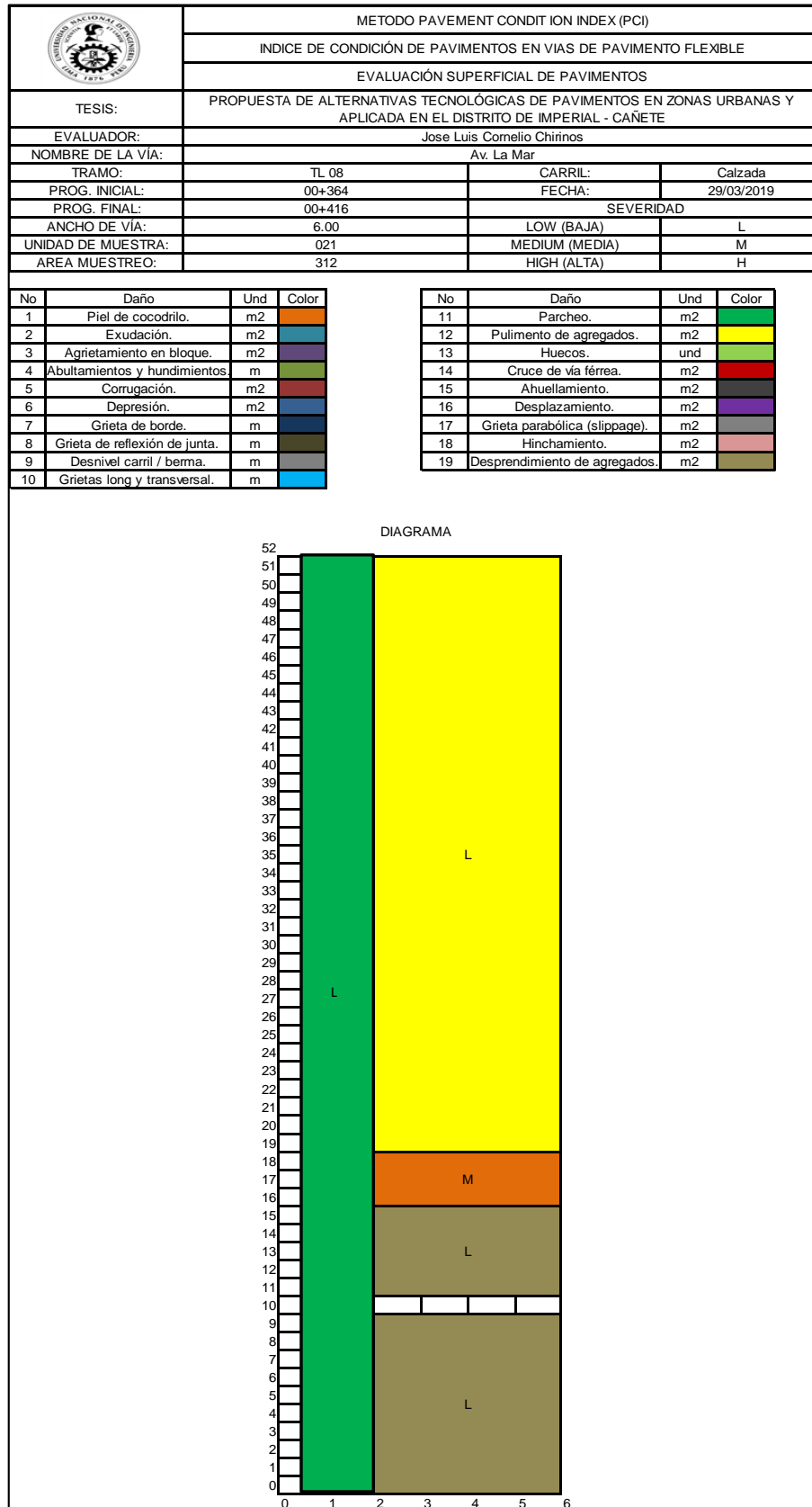


Figura N°88 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 021.
Fuente: Elaboración Propia.

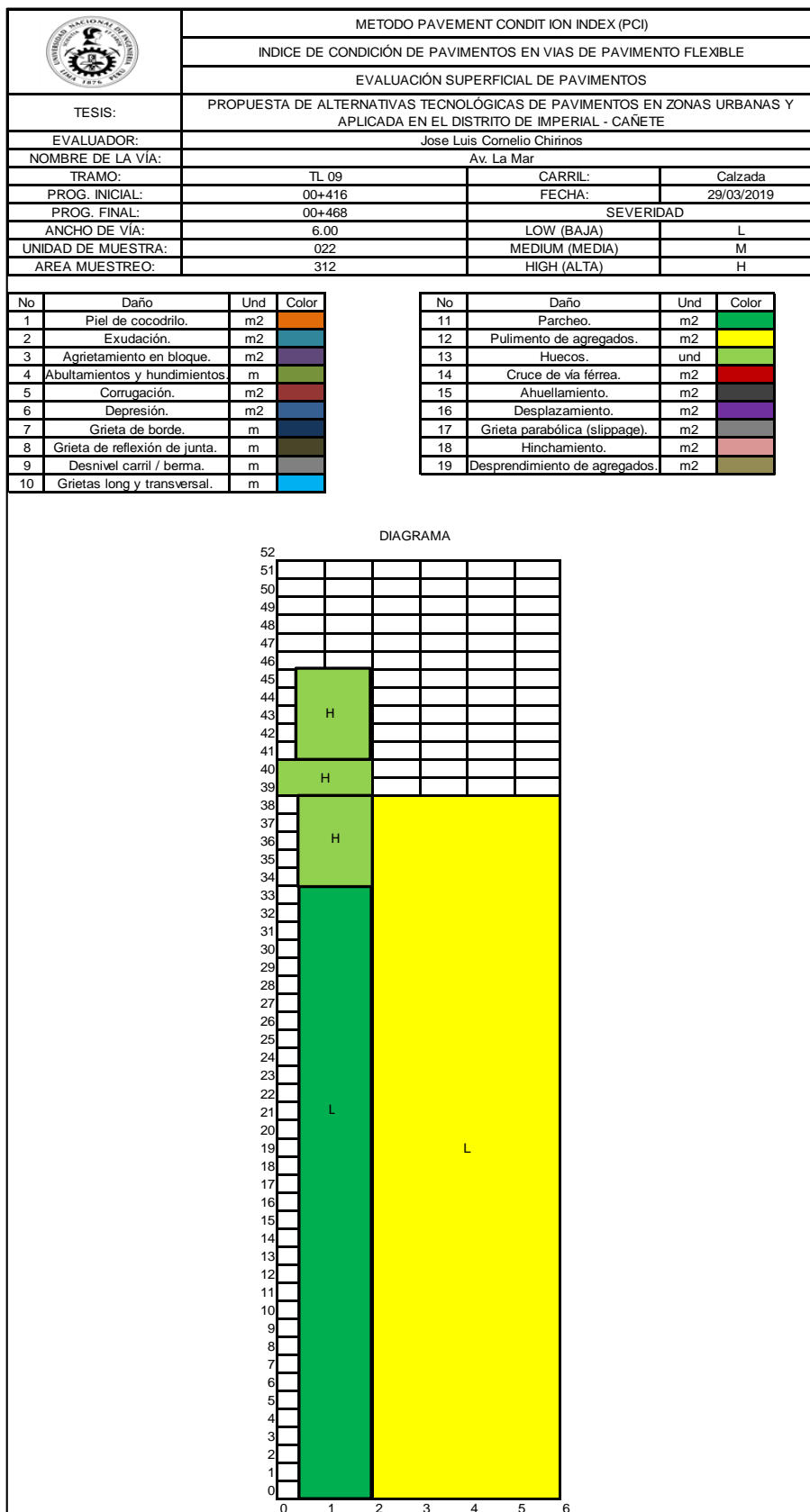


Figura N°89 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 022.
Fuente: Elaboración Propia.

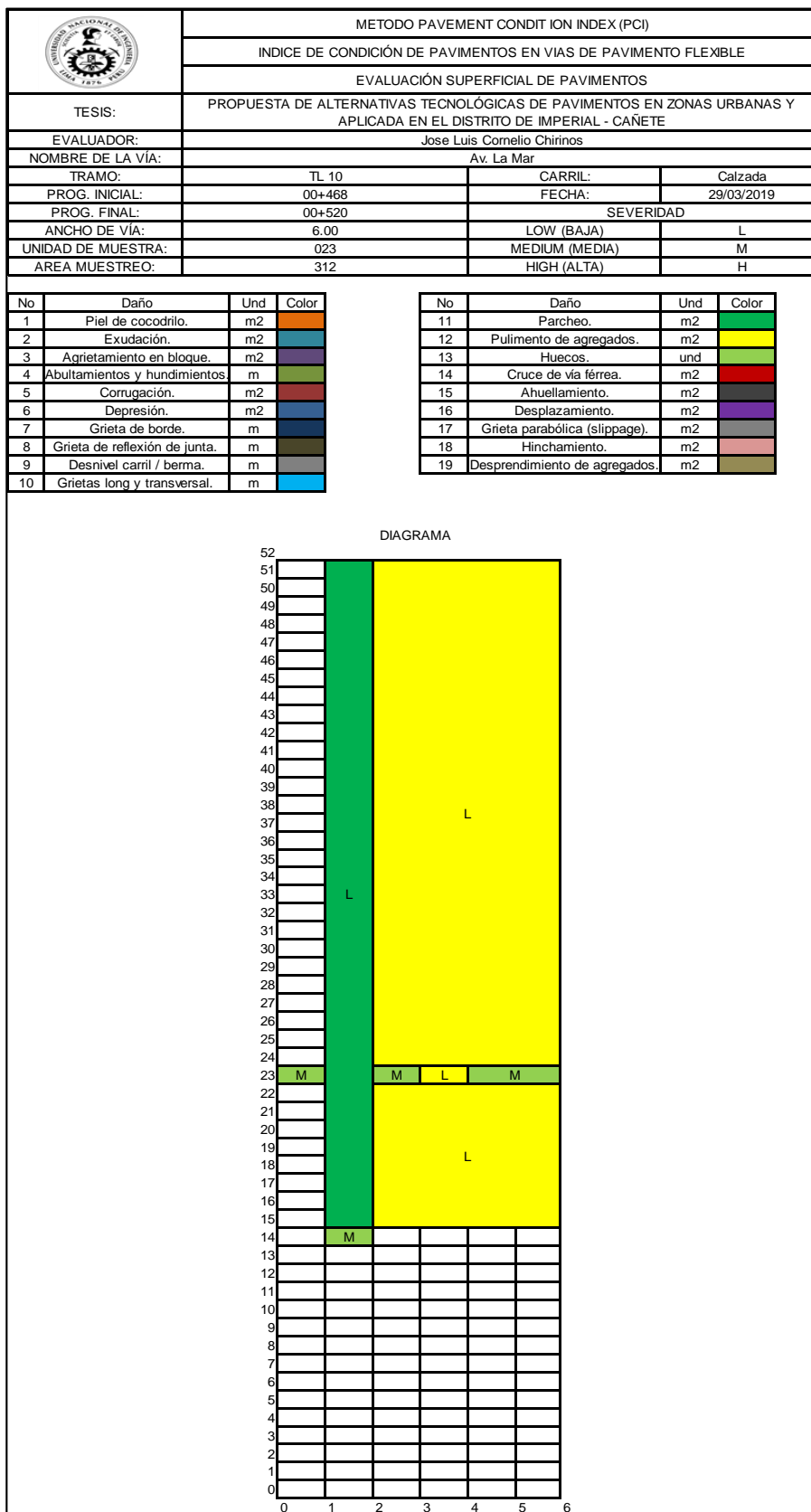


Figura N°90 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 023.
Fuente: Elaboración Propia.

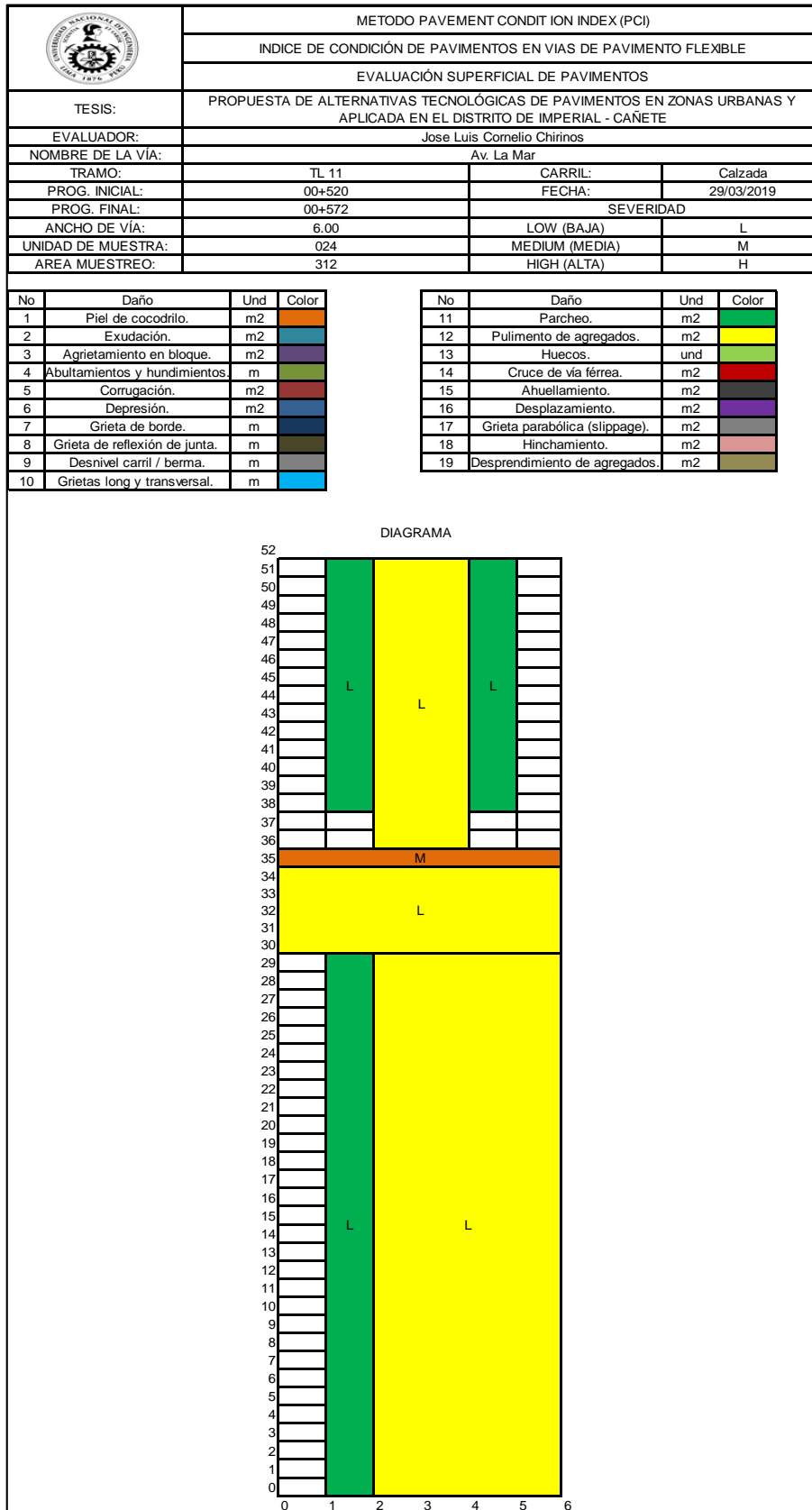


Figura N°91 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 024.
Fuente: Elaboración Propia.

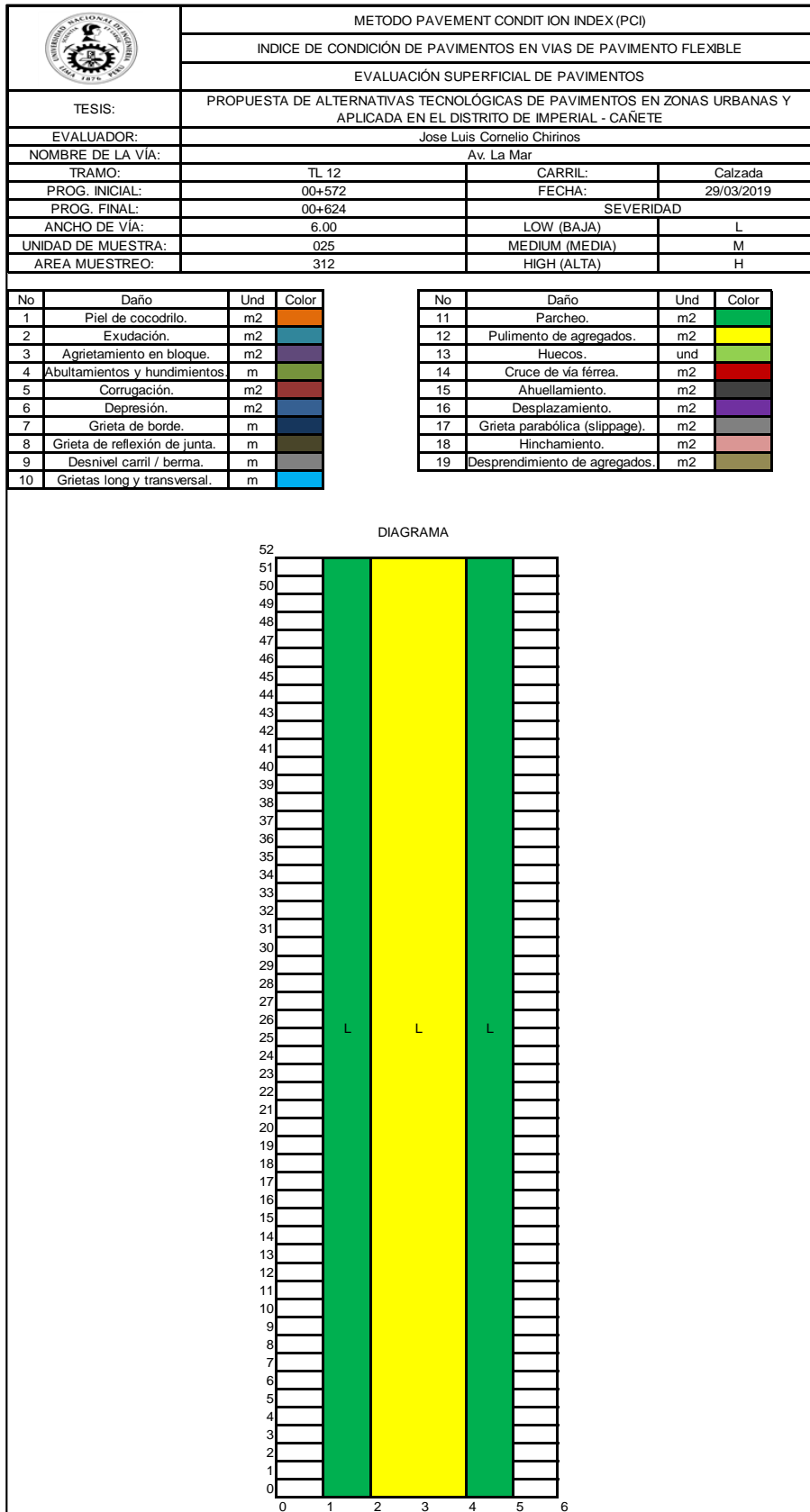


Figura N°92 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 025.
Fuente: Elaboración Propia.

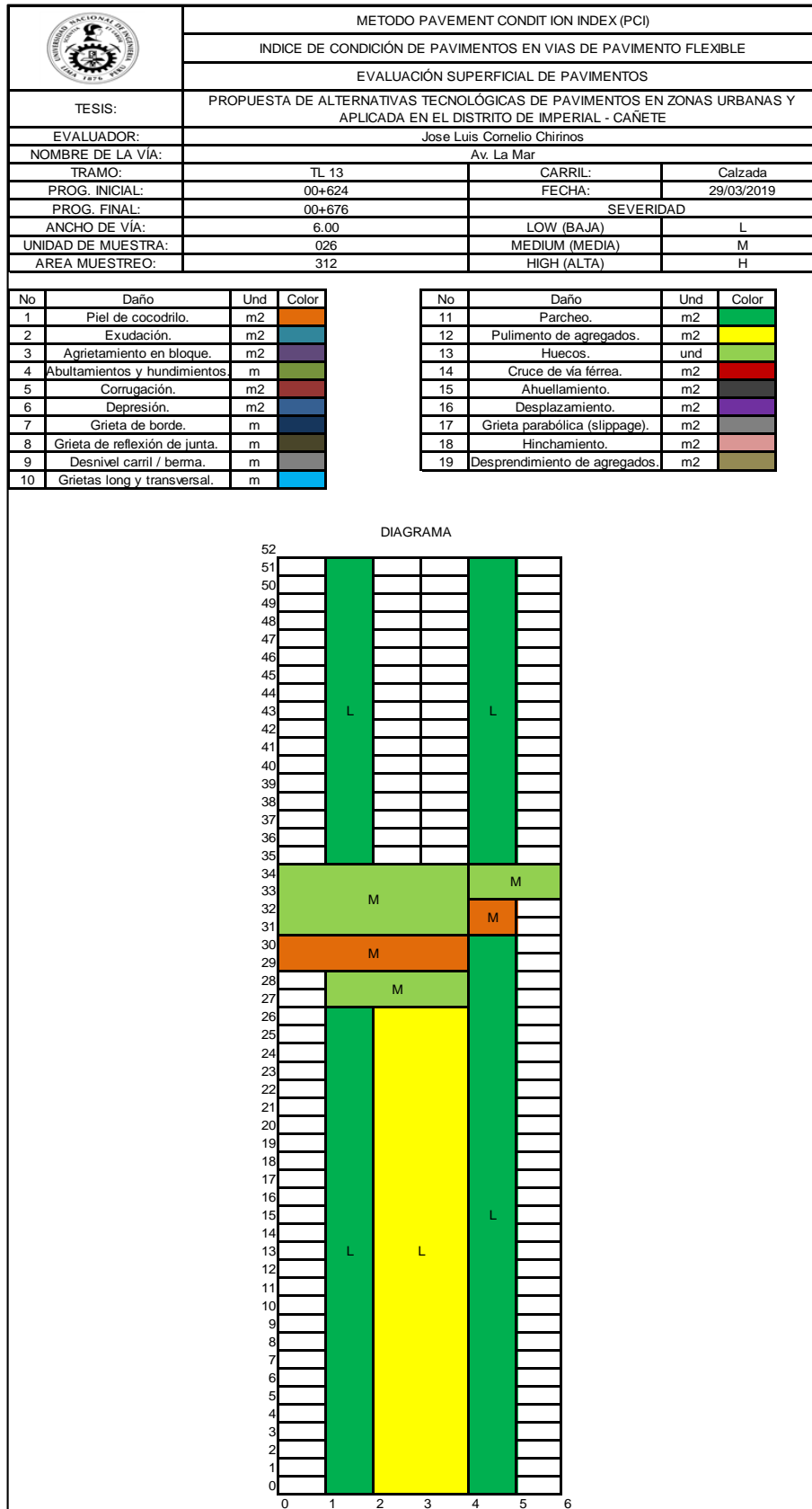


Figura N°93 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 026.
Fuente: Elaboración Propia.

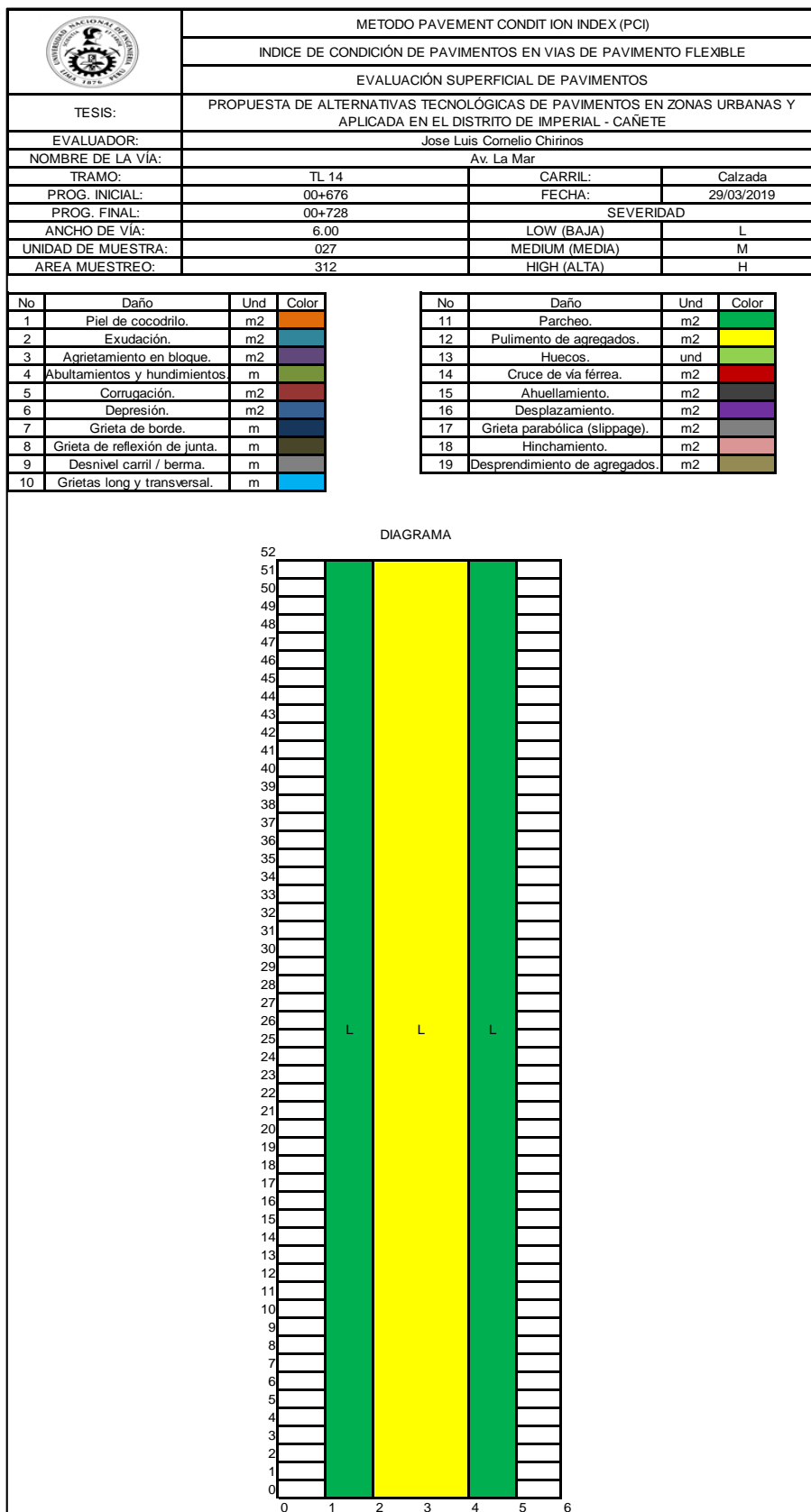


Figura N°94 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 027.
Fuente: Elaboración Propia.

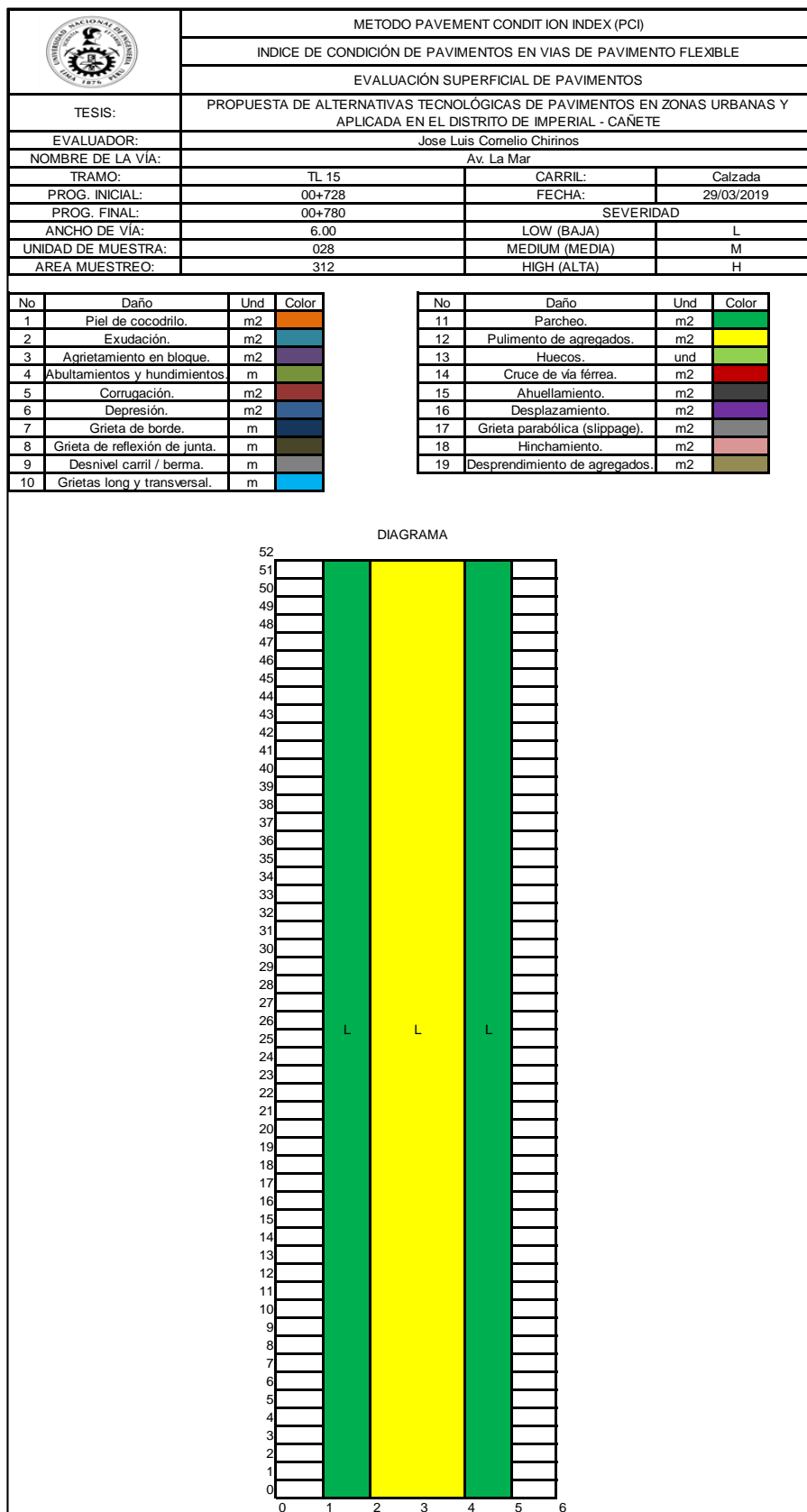


Figura N°95 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 028.
Fuente: Elaboración Propia.

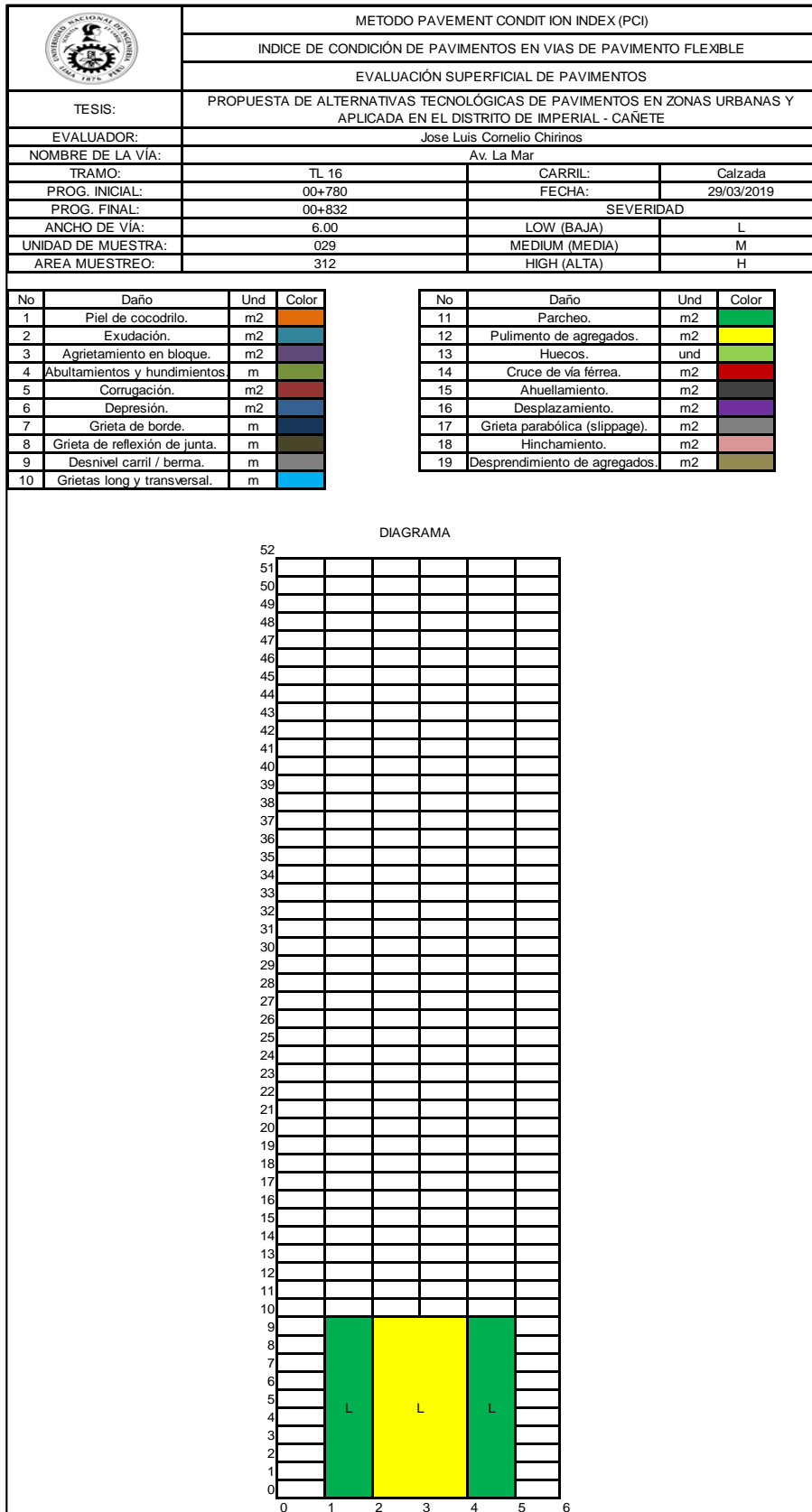



Figura N°96 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 029.
Fuente: Elaboración Propia.

	METODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)		
	INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE		
	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS		
TESIS:	PROPUESTA DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE PAVIMENTOS EN ZONAS URBANAS Y APLICADA EN EL DISTRITO DE IMPERIAL - CAÑETE		
EVALUADOR:	Jose Luis Cornelio Chirinos		
NOMBRE DE LA VÍA:	Av. La Mar		
TRAMO:	TL 17	CARRIL:	Calzada
PROG. INICIAL:	00+832	FECHA:	29/03/2019
PROG. FINAL:	00+850	SEVERIDAD	
ANCHO DE VÍA:	6.00	LOW (BAJA)	L
UNIDAD DE MUESTRA:	030	MEDIUM (MEDIA)	M
AREA MUESTREO:	108	HIGH (ALTA)	H

No	Daño	Und	Color
1	Piel de cocodrilo.	m2	Orange
2	Exudación.	m2	Blue
3	Agrietamiento en bloque.	m2	Purple
4	Abultamientos y hundimientos.	m	Green
5	Corrugación.	m2	Red
6	Depresión.	m2	Dark Blue
7	Grieta de borde.	m	Dark Blue
8	Grieta de reflexión de junta.	m	Brown
9	Desnivel carril / berma.	m	Grey
10	Grietas long y transversal.	m	Cyan

No	Daño	Und	Color
11	Parcheo.	m2	Green
12	Pulimento de agregados.	m2	Yellow
13	Huecos.	und	Light Green
14	Cruce de vía férrea.	m2	Red
15	Ahuellamiento.	m2	Dark Grey
16	Desplazamiento.	m2	Purple
17	Grieta parabólica (slippage).	m2	Grey
18	Hinchamiento.	m2	Pink
19	Desprendimiento de agregados.	m2	Brown

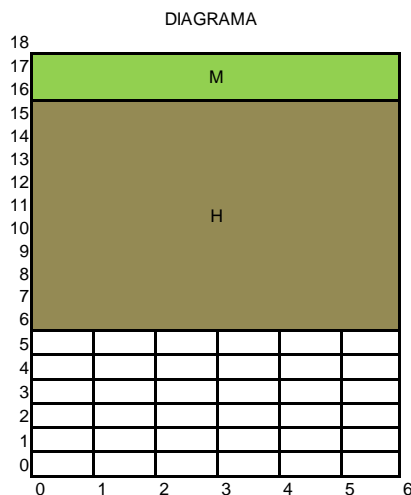


Figura N°97 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 030.
Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO D: FICHA DE DATOS POR CADA UNIDAD DE MUESTREO DEL JIRÓN 2 DE MAYO.

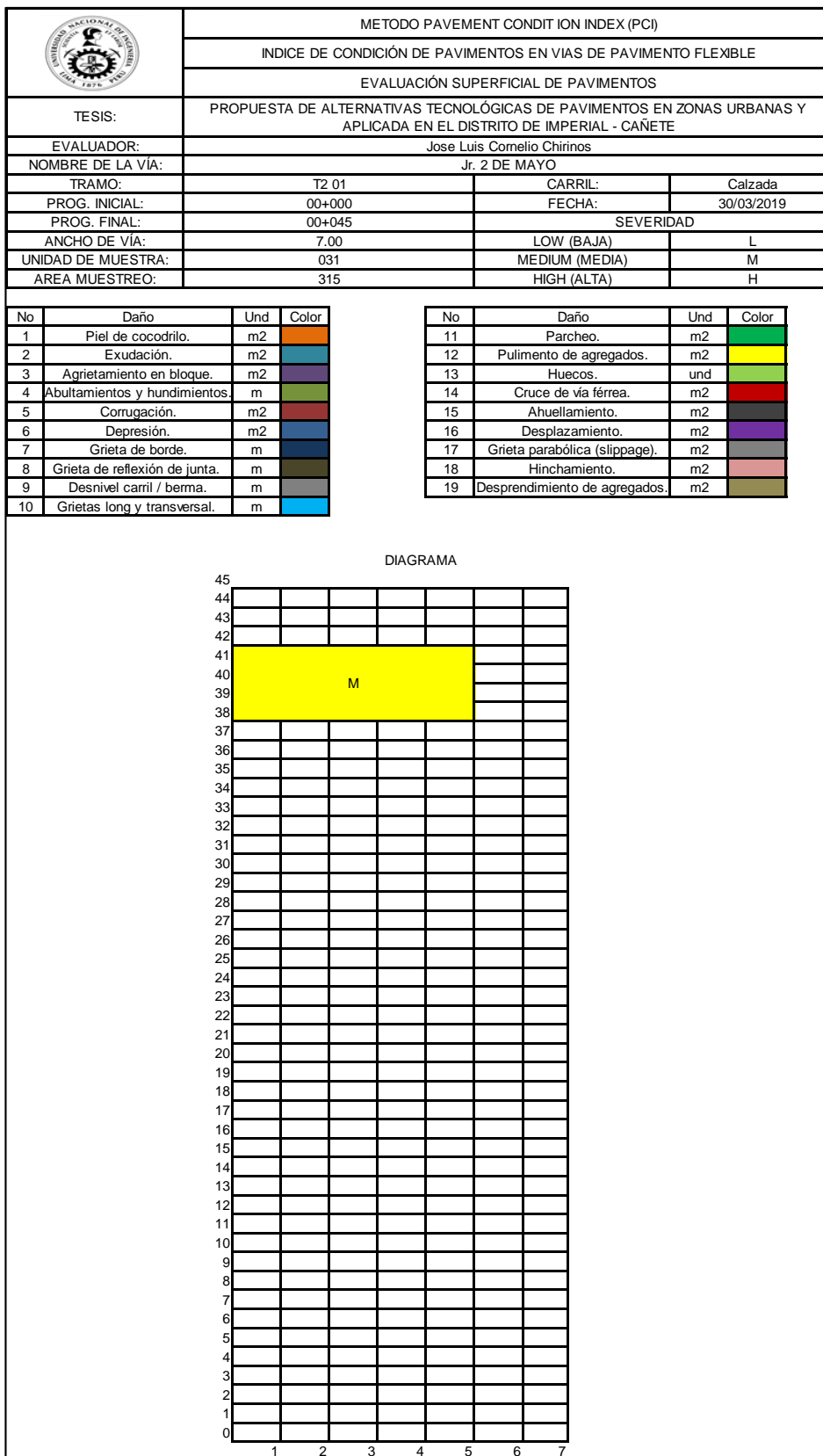


Figura N°98 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 031.
Fuente: Elaboración Propia.

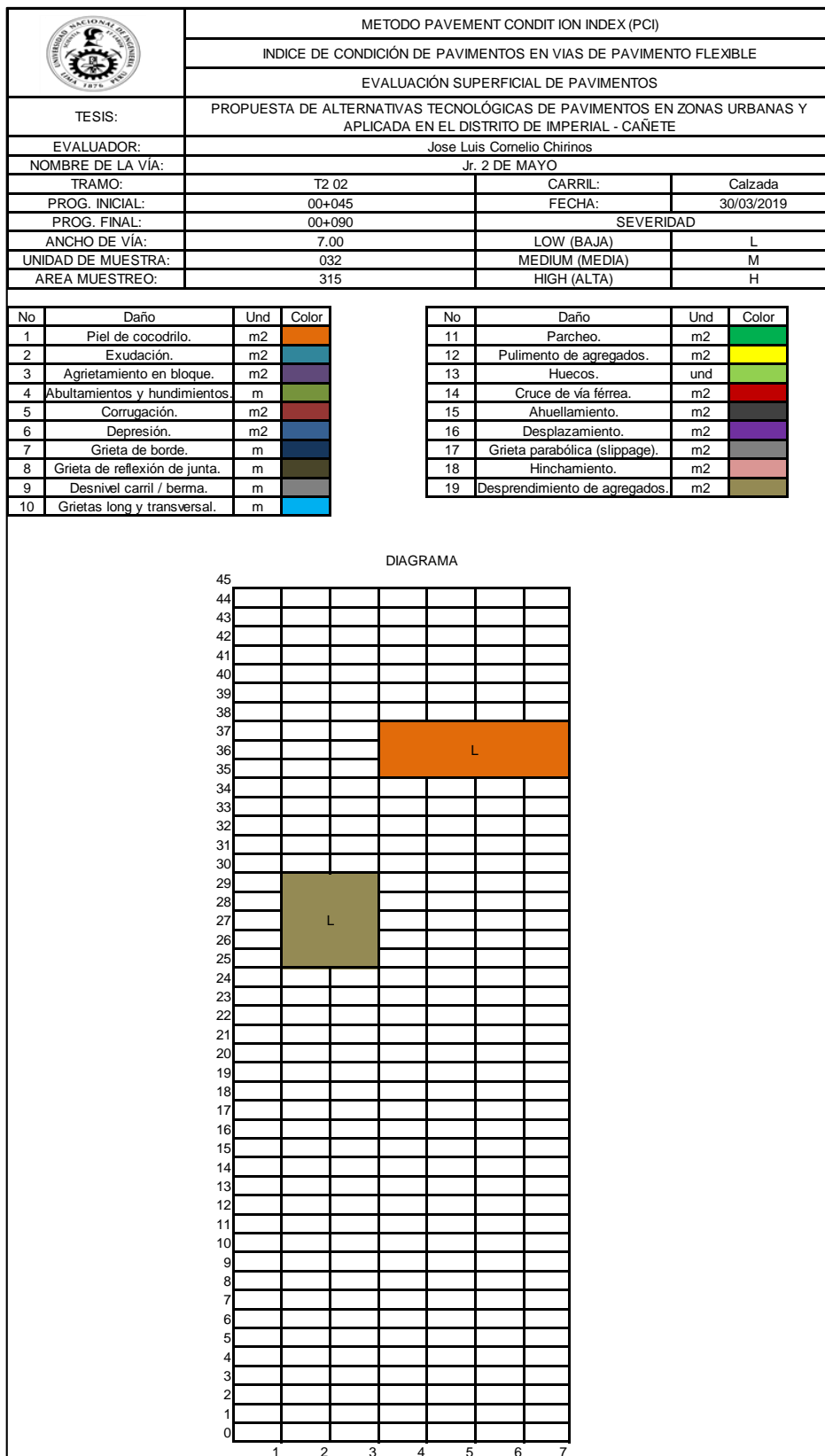


Figura N°99 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 032.
Fuente: Elaboración Propia.

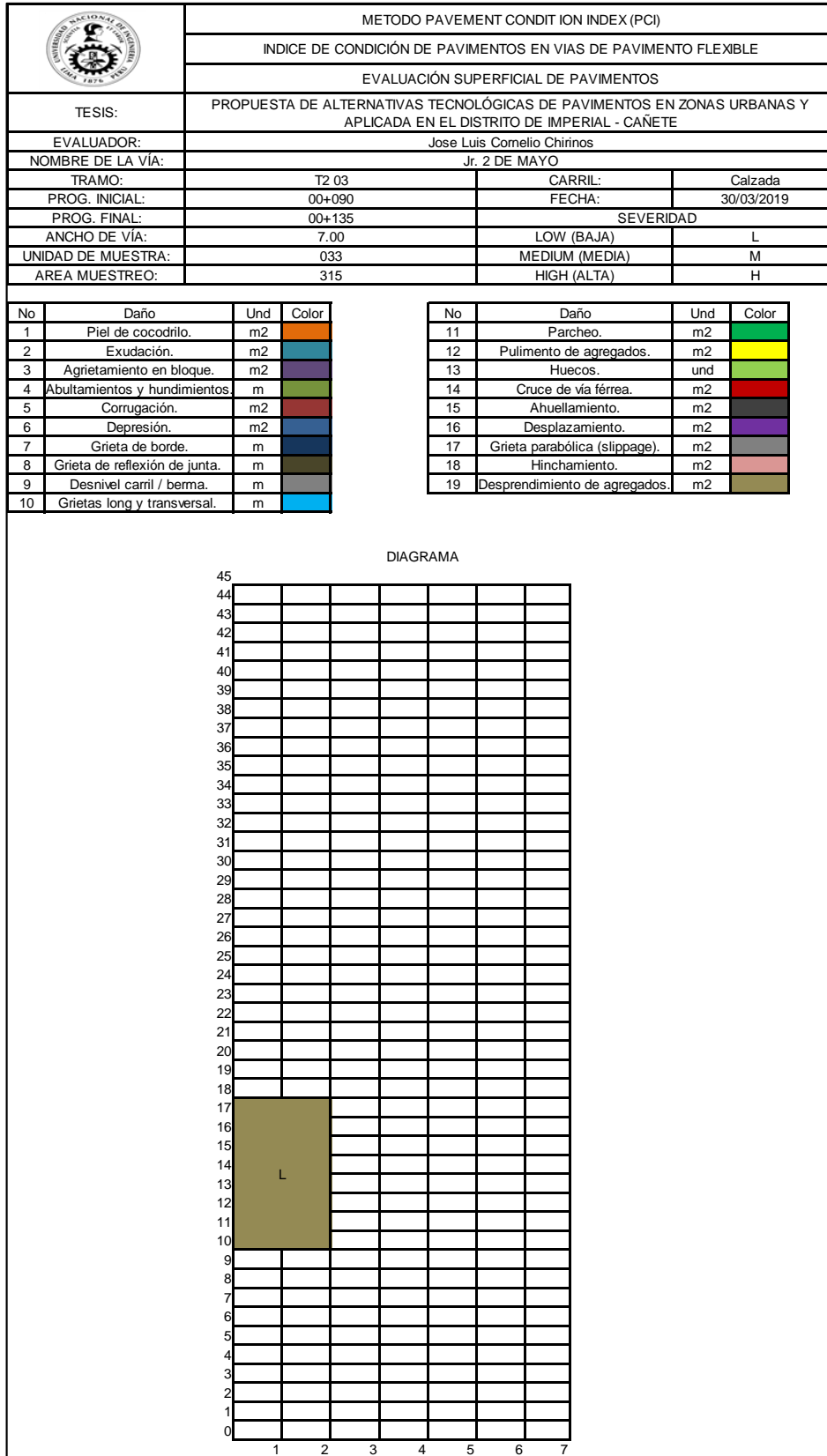


Figura N°100 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 033.
Fuente: Elaboración Propia.

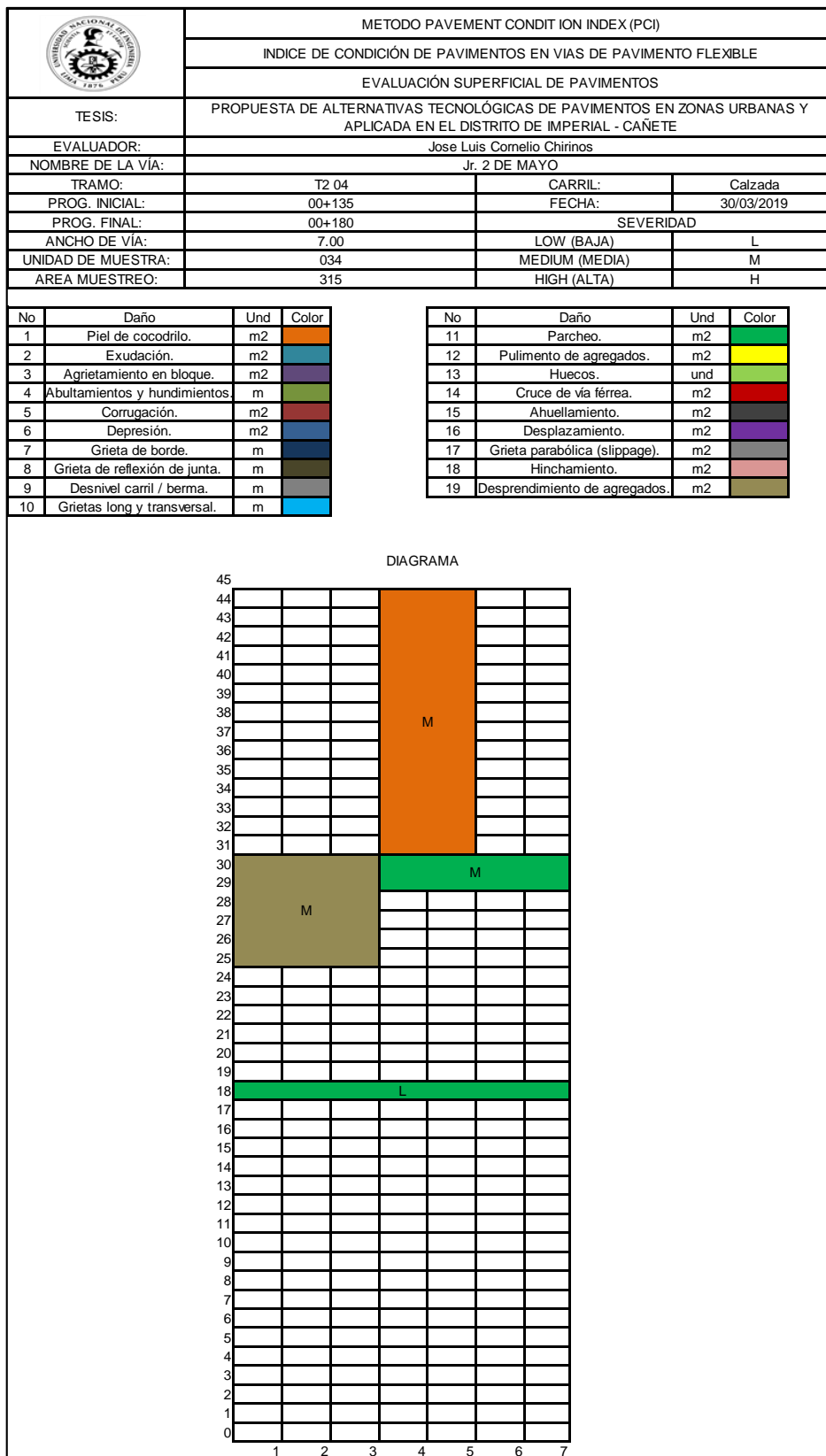


Figura N°101 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 034.
Fuente: Elaboración Propia.

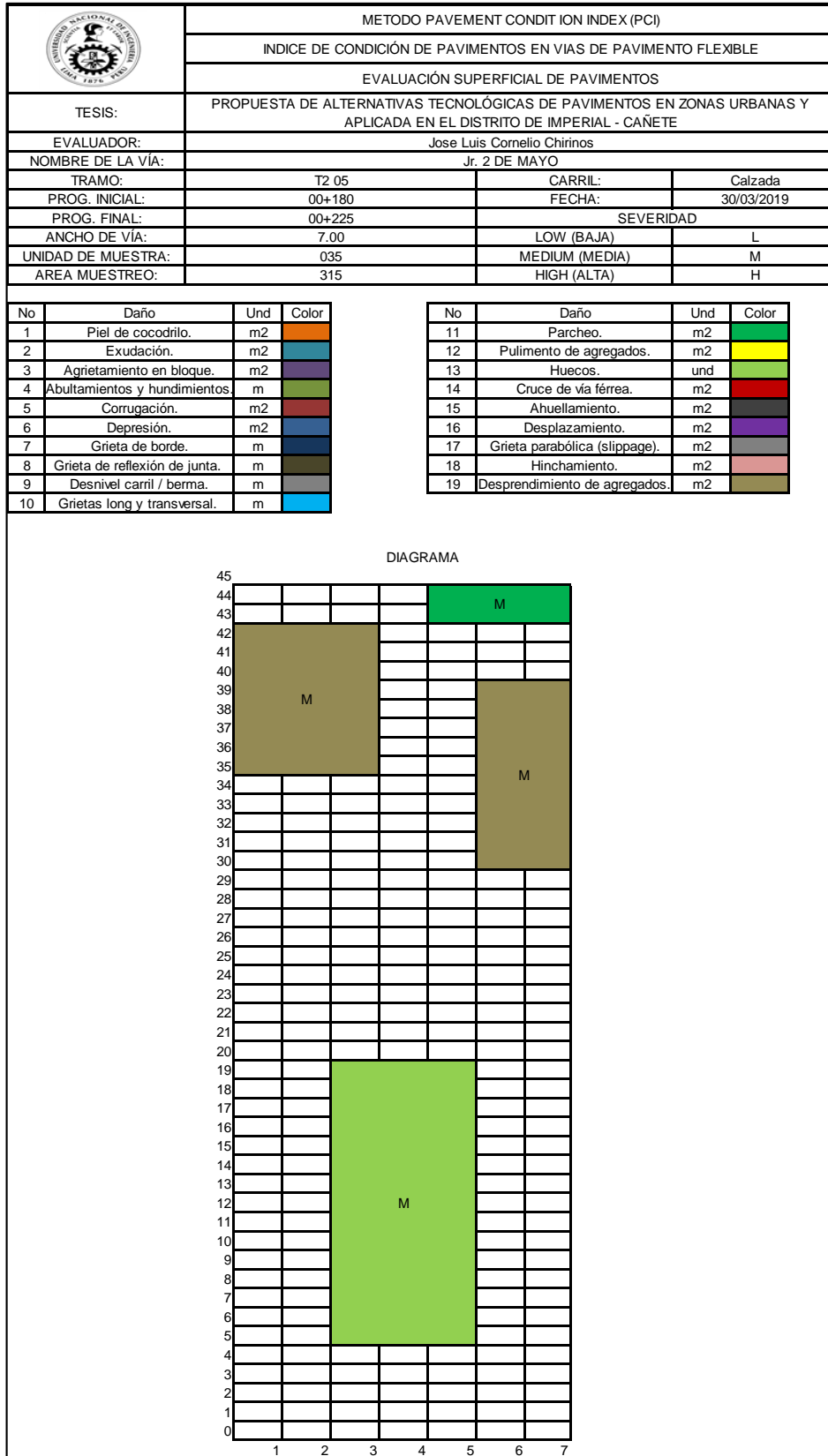


Figura N°102 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 035.
Fuente: Elaboración Propia.

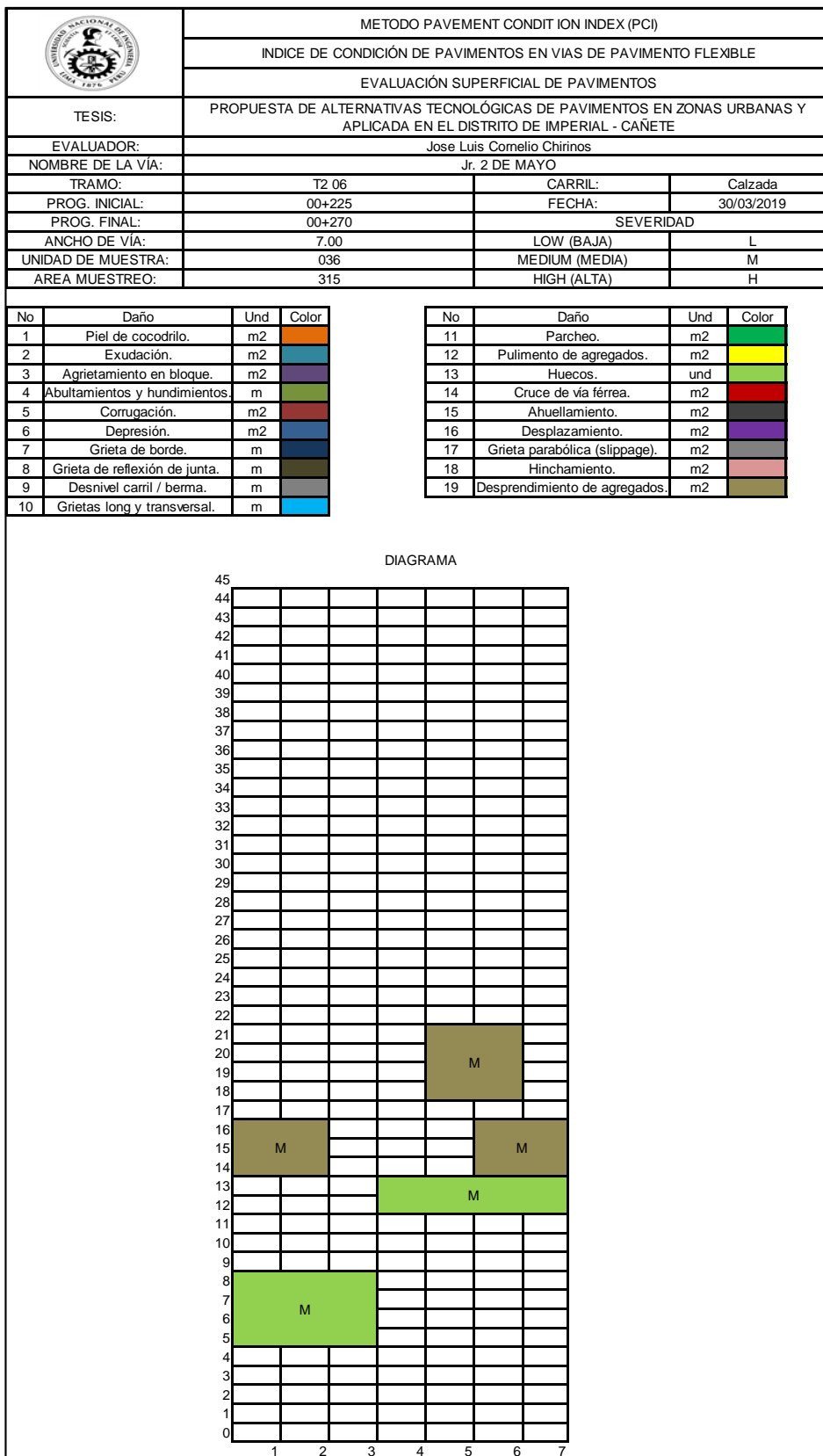


Figura N°103 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 036.
Fuente: Elaboración Propia.

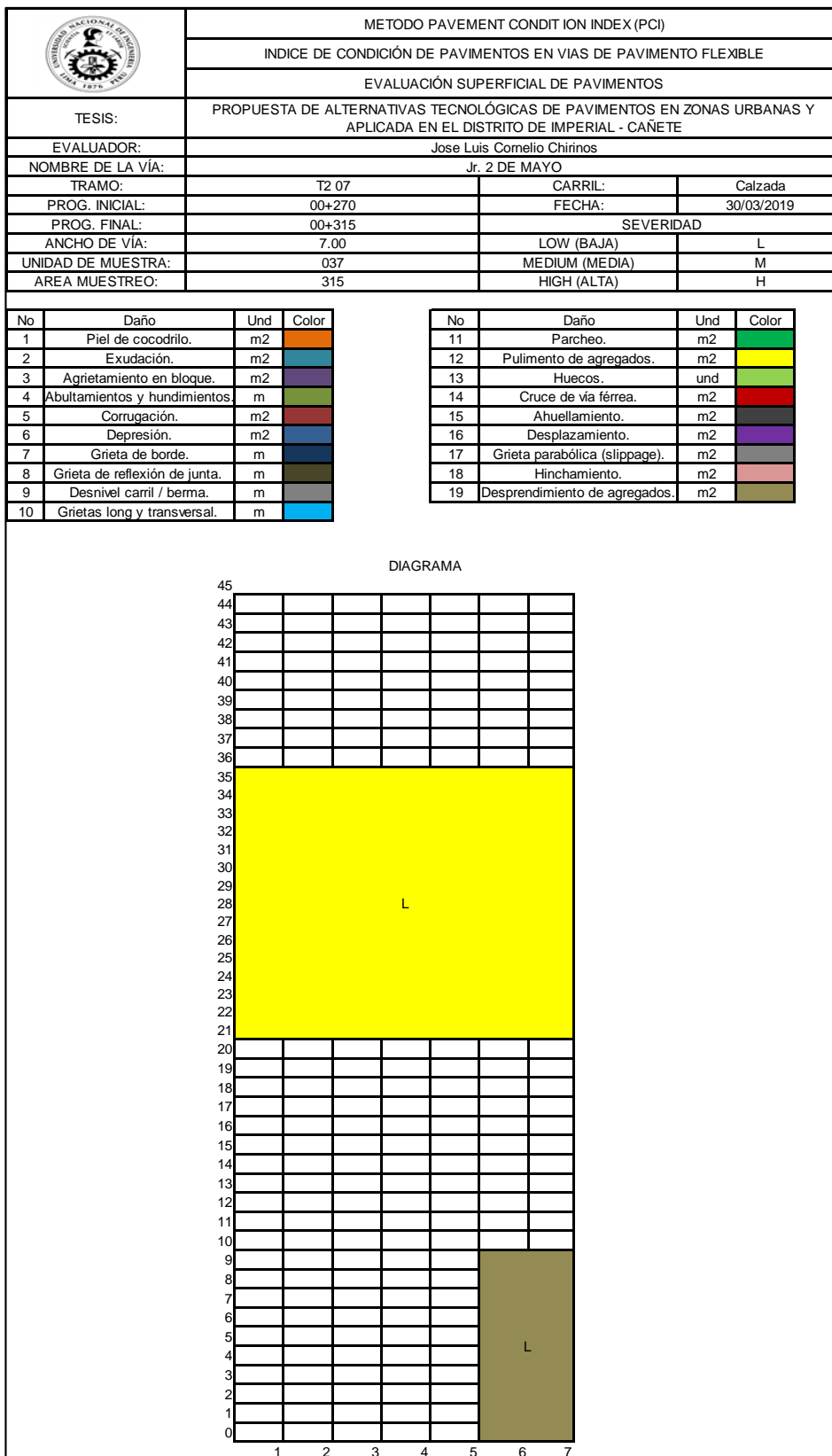



Figura N°104 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 037.
Fuente: Elaboración Propia.

	METODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)		
	INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE		
	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS		
TESIS:	PROPUESTA DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE PAVIMENTOS EN ZONAS URBANAS Y APLICADA EN EL DISTRITO DE IMPERIAL - CAÑETE		
EVALUADOR:	Jose Luis Cornelio Chirinos		
NOMBRE DE LA VÍA:	Jr. 2 DE MAYO		
TRAMO:	T2 08	CARRIL:	Calzada
PROG. INICIAL:	00+315	FECHA:	30/03/2019
PROG. FINAL:	00+360	SEVERIDAD	
ANCHO DE VÍA:	7.00	LOW (BAJA)	L
UNIDAD DE MUESTRA:	038	MEDIUM (MEDIA)	M
AREA MUESTREO:	315	HIGH (ALTA)	H

No	Daño	Und	Color
1	Piel de cocodrilo.	m2	
2	Exudación.	m2	
3	Agrietamiento en bloque.	m2	
4	Abultamientos y hundimientos.	m	
5	Corrugación.	m2	
6	Depresión.	m2	
7	Grieta de borde.	m	
8	Grieta de reflexión de junta.	m	
9	Desnivel carril / berma.	m	
10	Grietas long y transversal.	m	

No	Daño	Und	Color
11	Parqueo.	m2	
12	Pulimento de agregados.	m2	
13	Huecos.	und	
14	Cruce de vía férrea.	m2	
15	Ahuellamiento.	m2	
16	Desplazamiento.	m2	
17	Grieta parabólica (slippage).	m2	
18	Hinchamiento.	m2	
19	Desprendimiento de agregados.	m2	

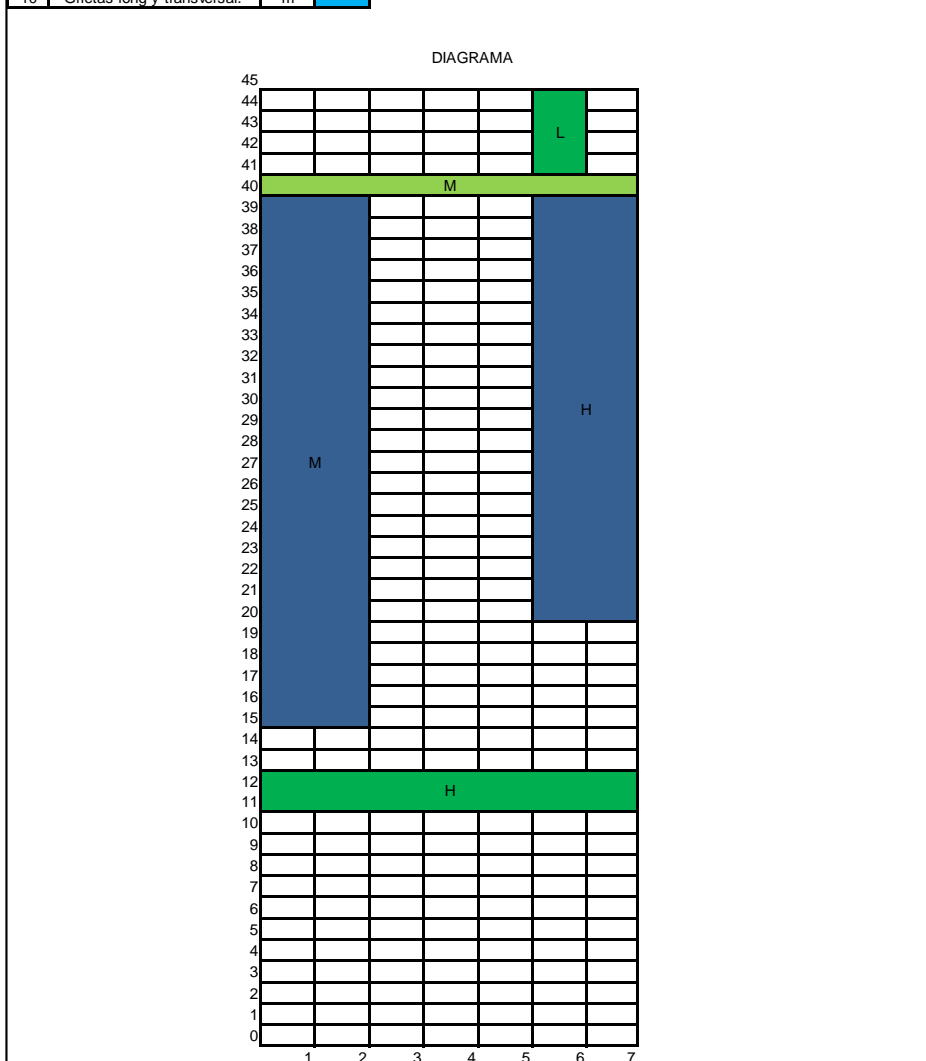


Figura N°105 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 038.
Fuente: Elaboración Propia.

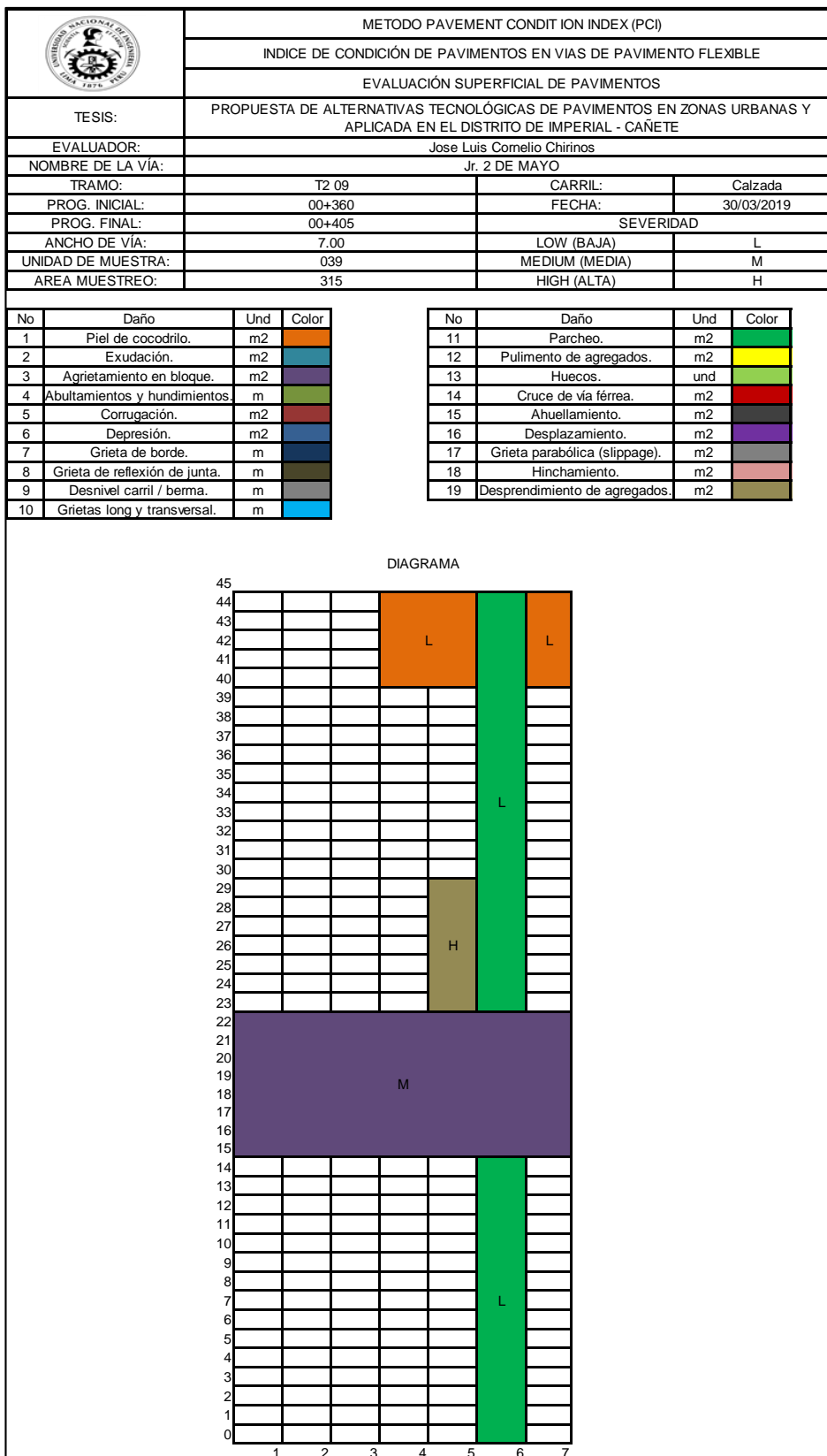


Figura N°106 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 039.
Fuente: Elaboración Propia.

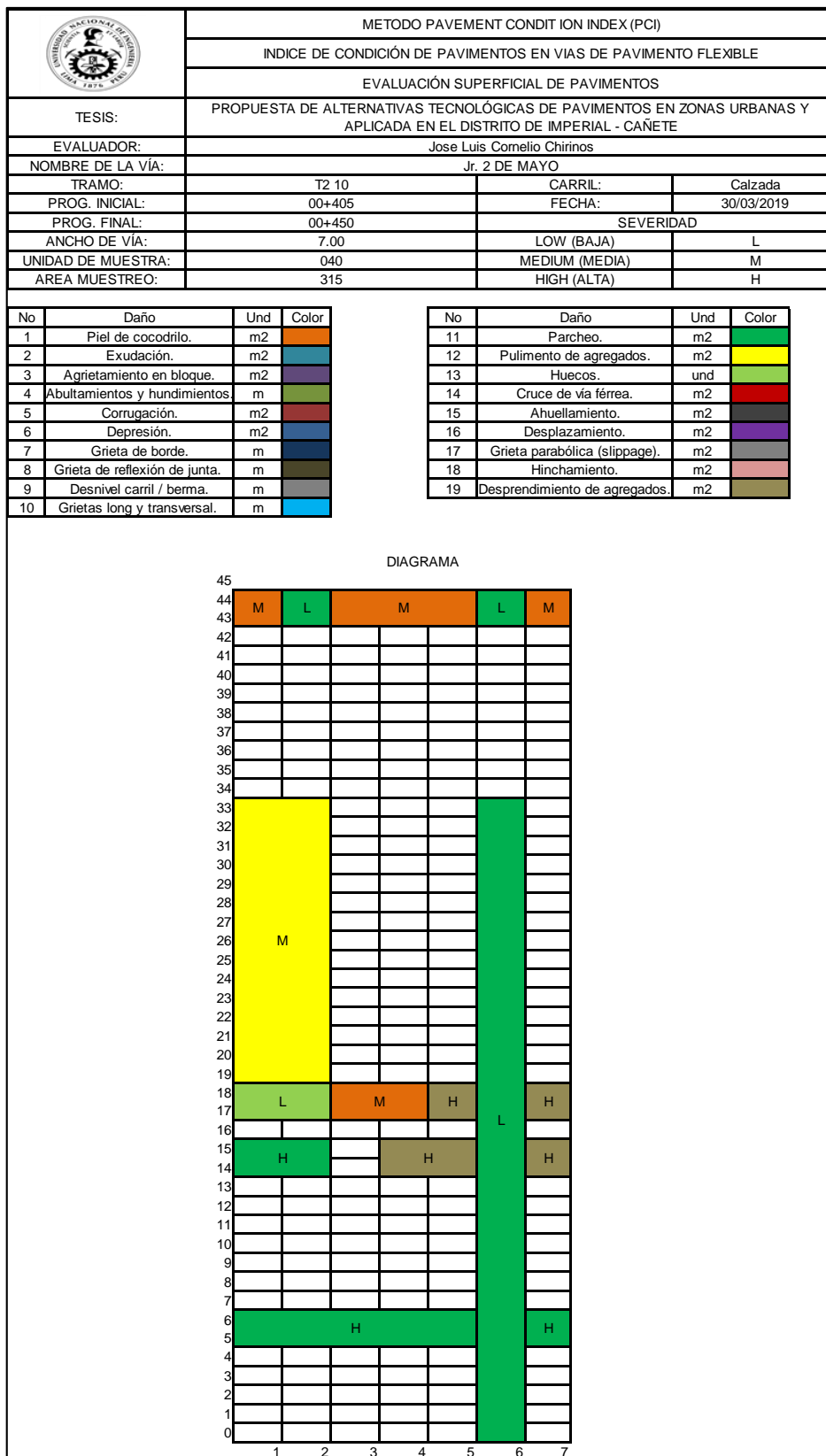


Figura N°107 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 040.
Fuente: Elaboración Propia.

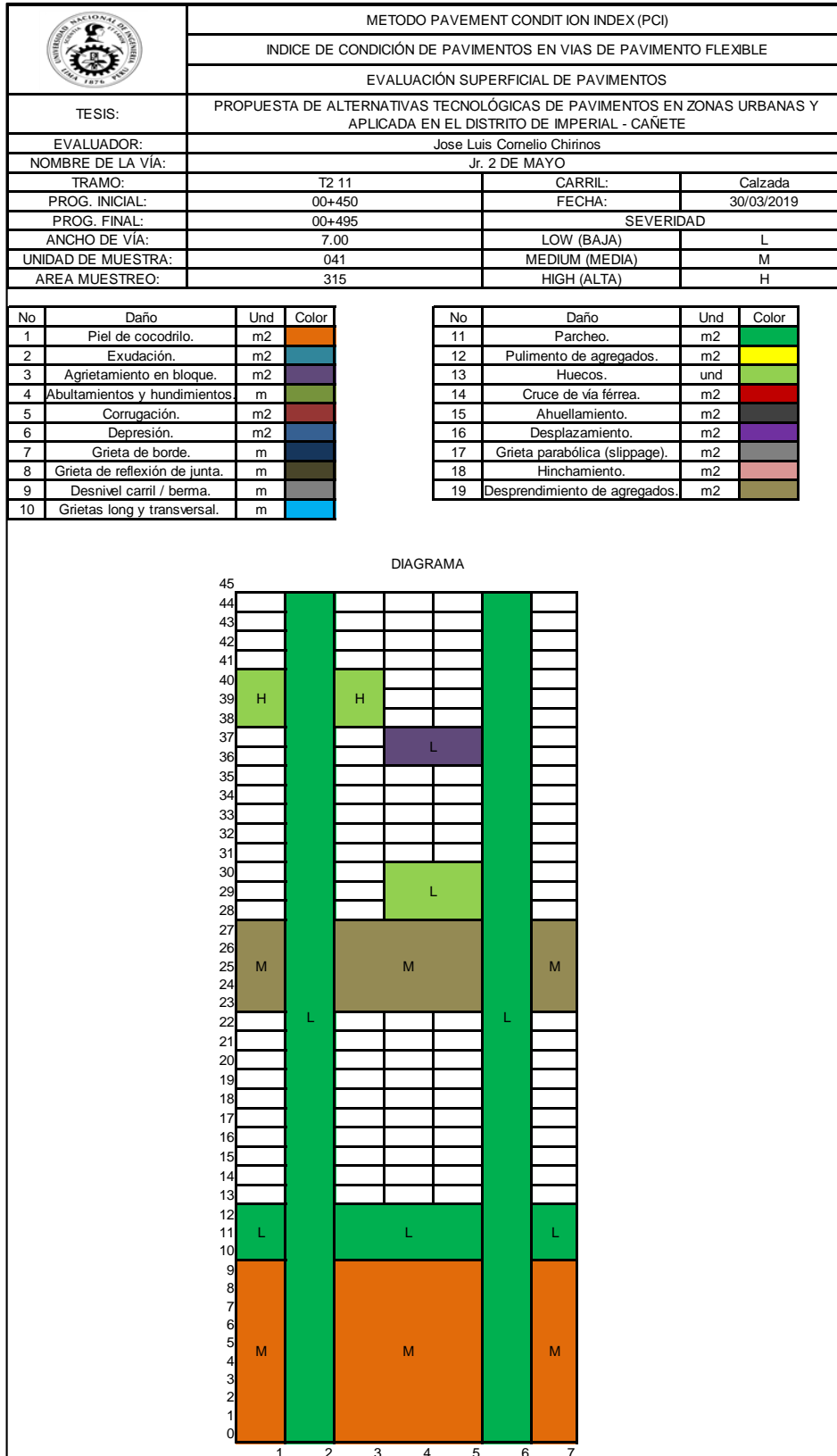


Figura N°108 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 041.
Fuente: Elaboración Propia.

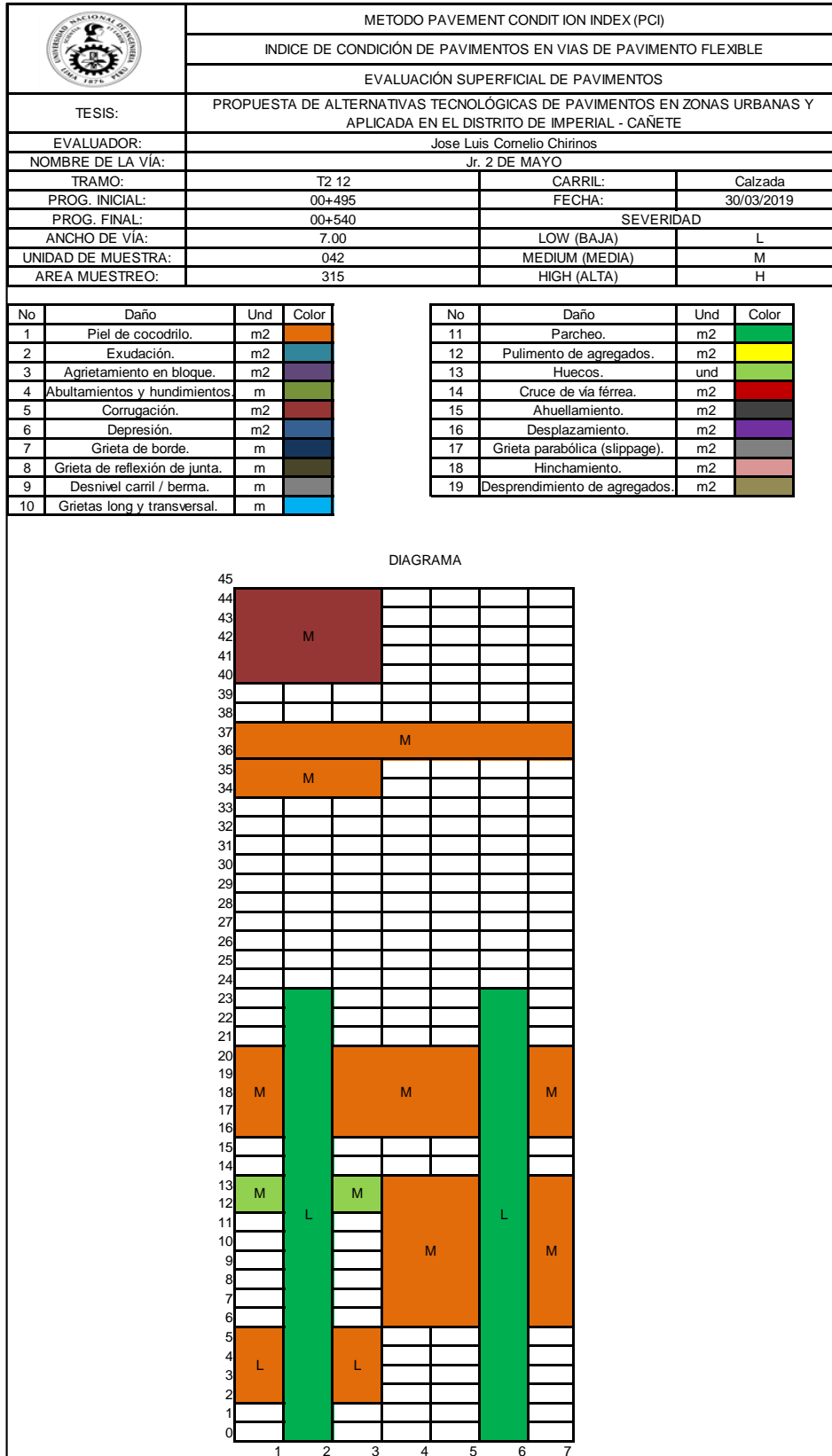


Figura N°109 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 042.
Fuente: Elaboración Propia.

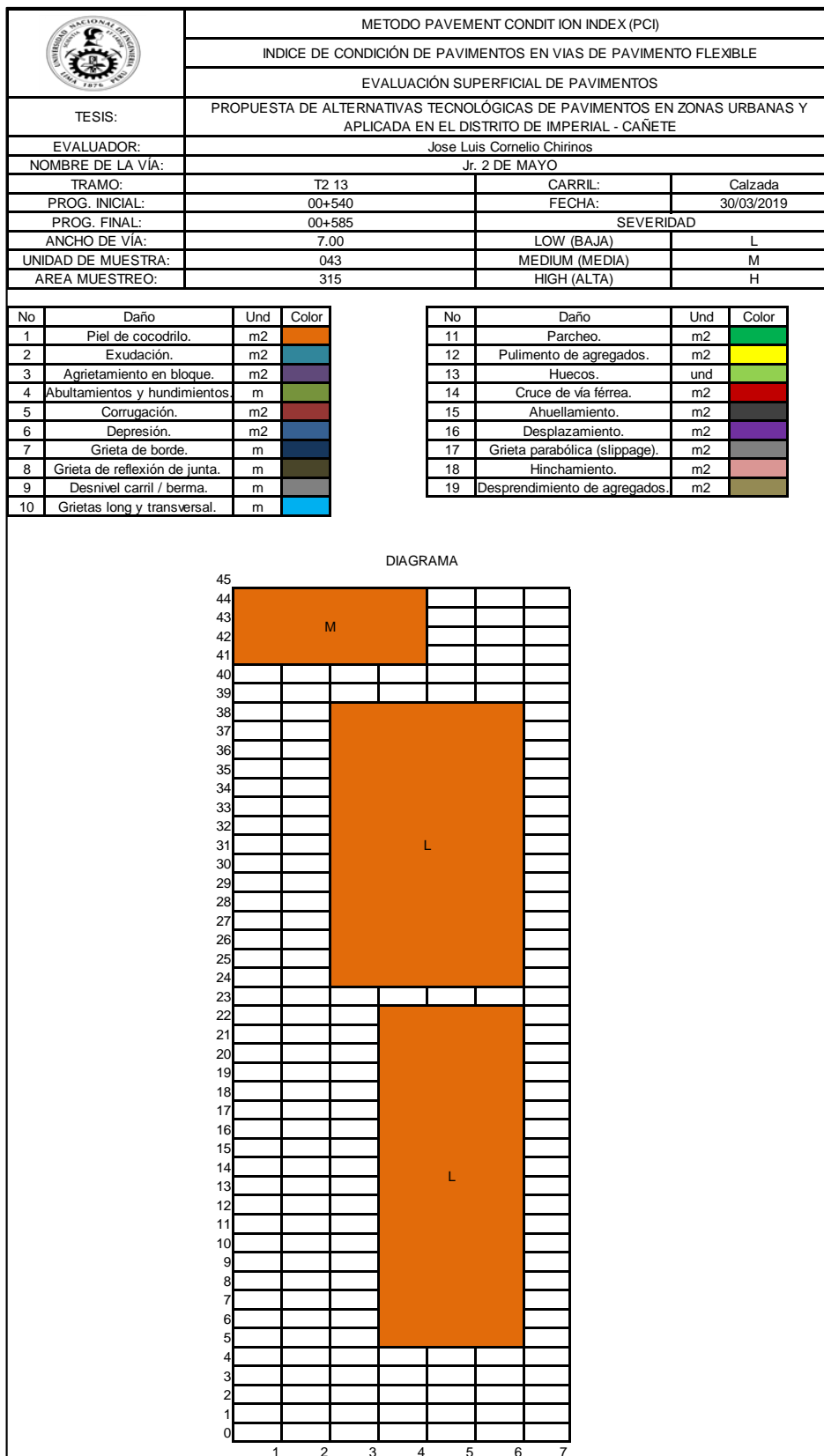


Figura N°110 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 043.
Fuente: Elaboración Propia.

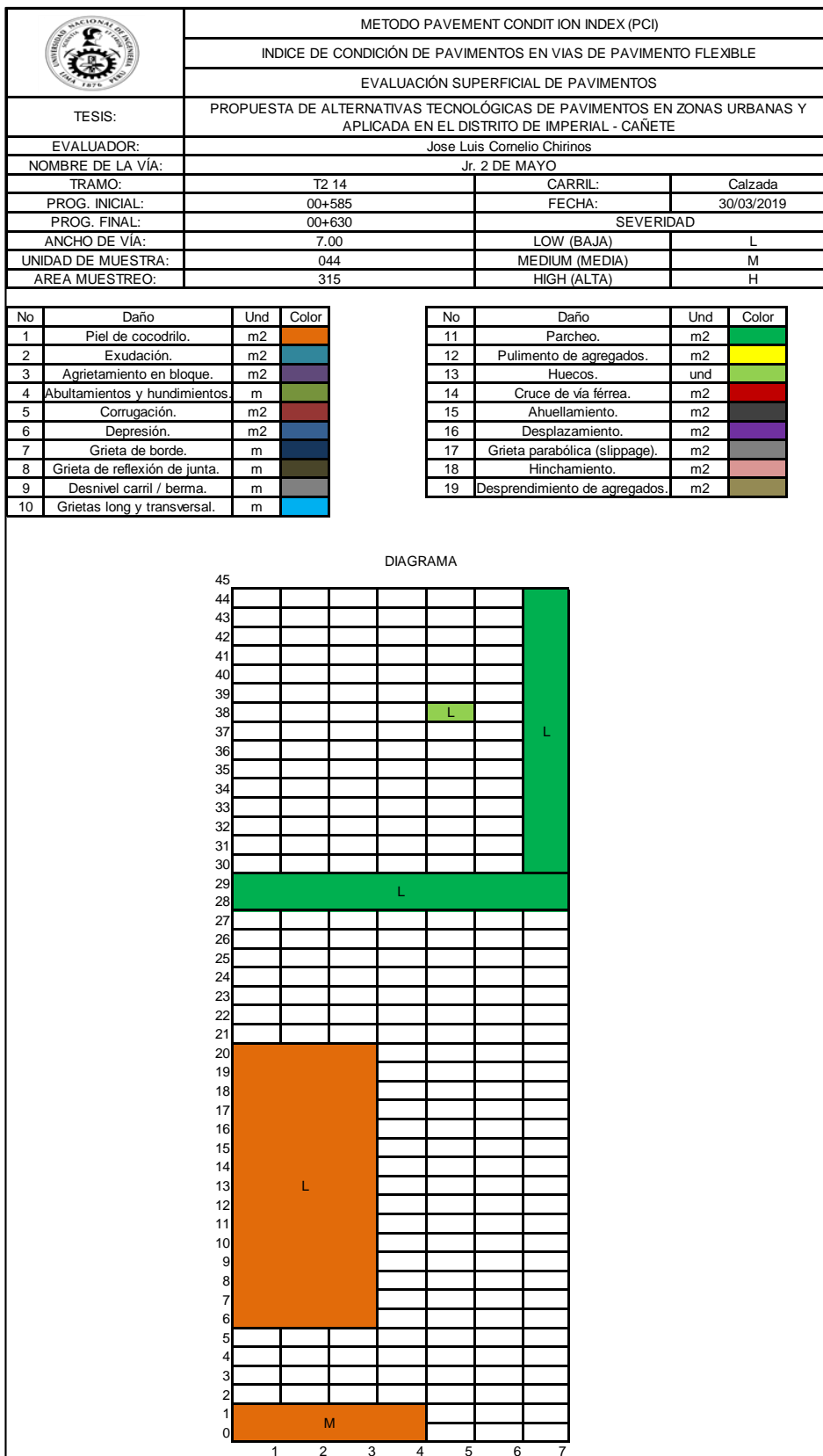


Figura N°111 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 044.
Fuente: Elaboración Propia.

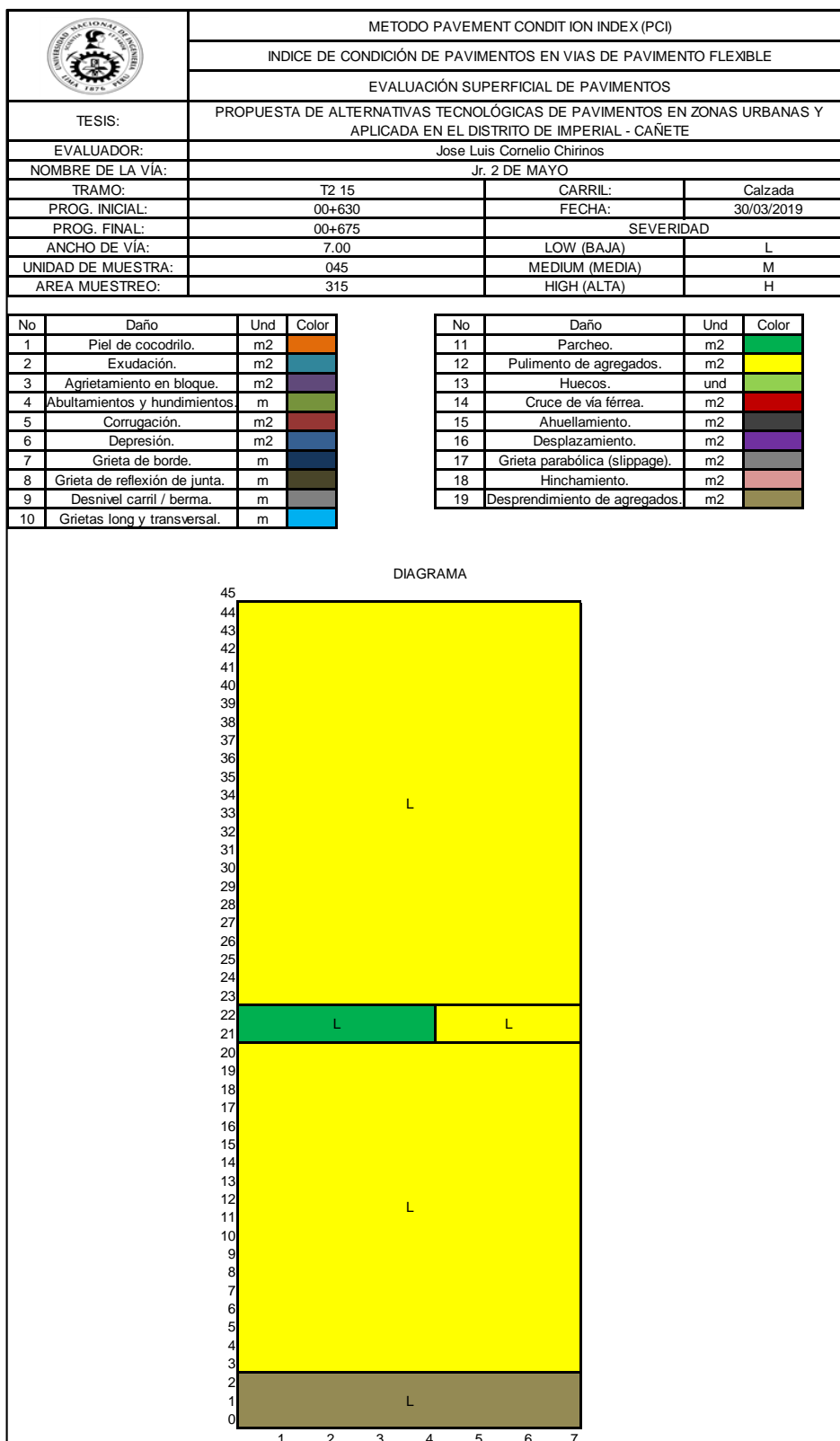


Figura N°112 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 045.
Fuente: Elaboración Propia.

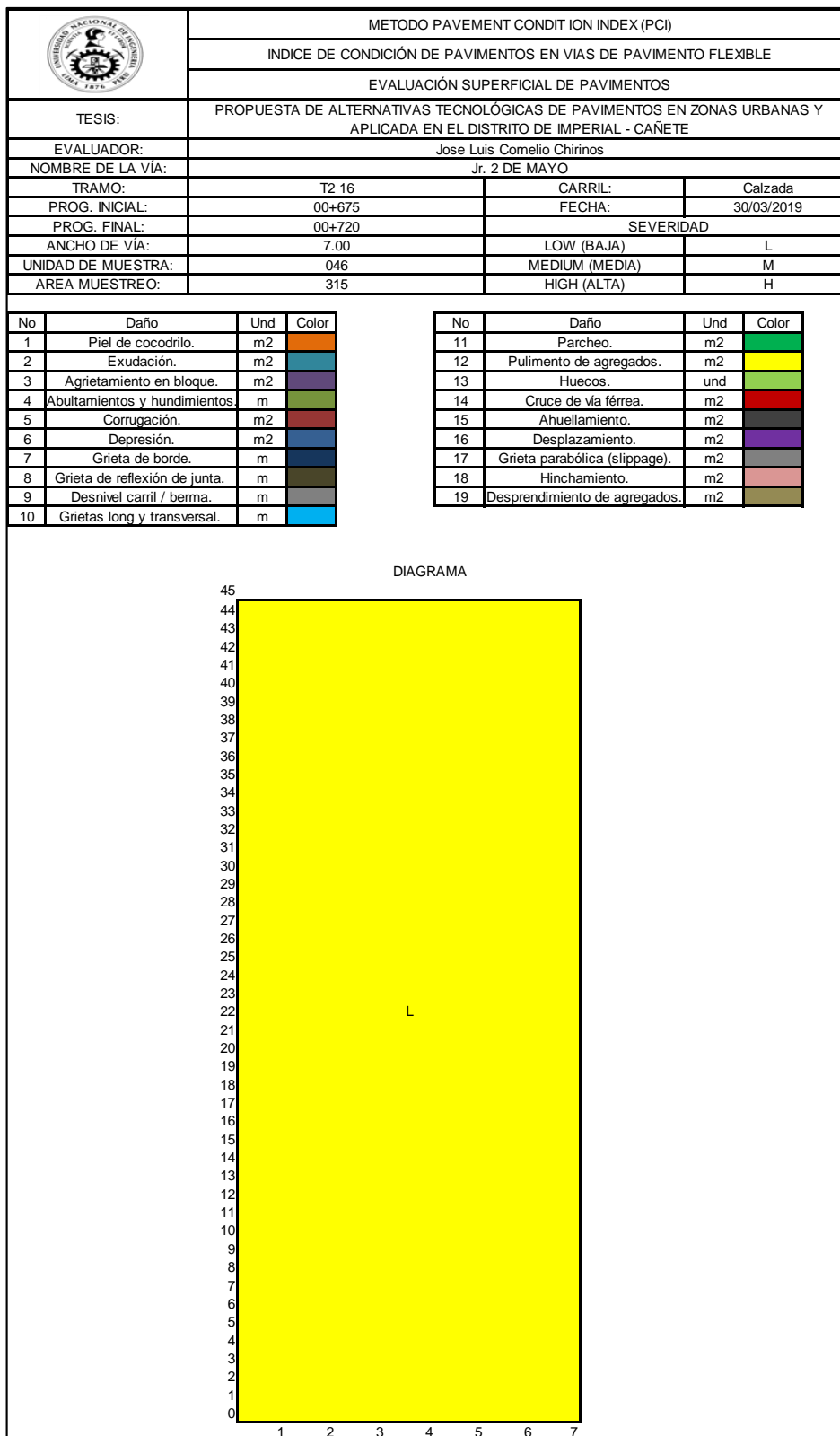


Figura N°113 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 046.
Fuente: Elaboración Propia.

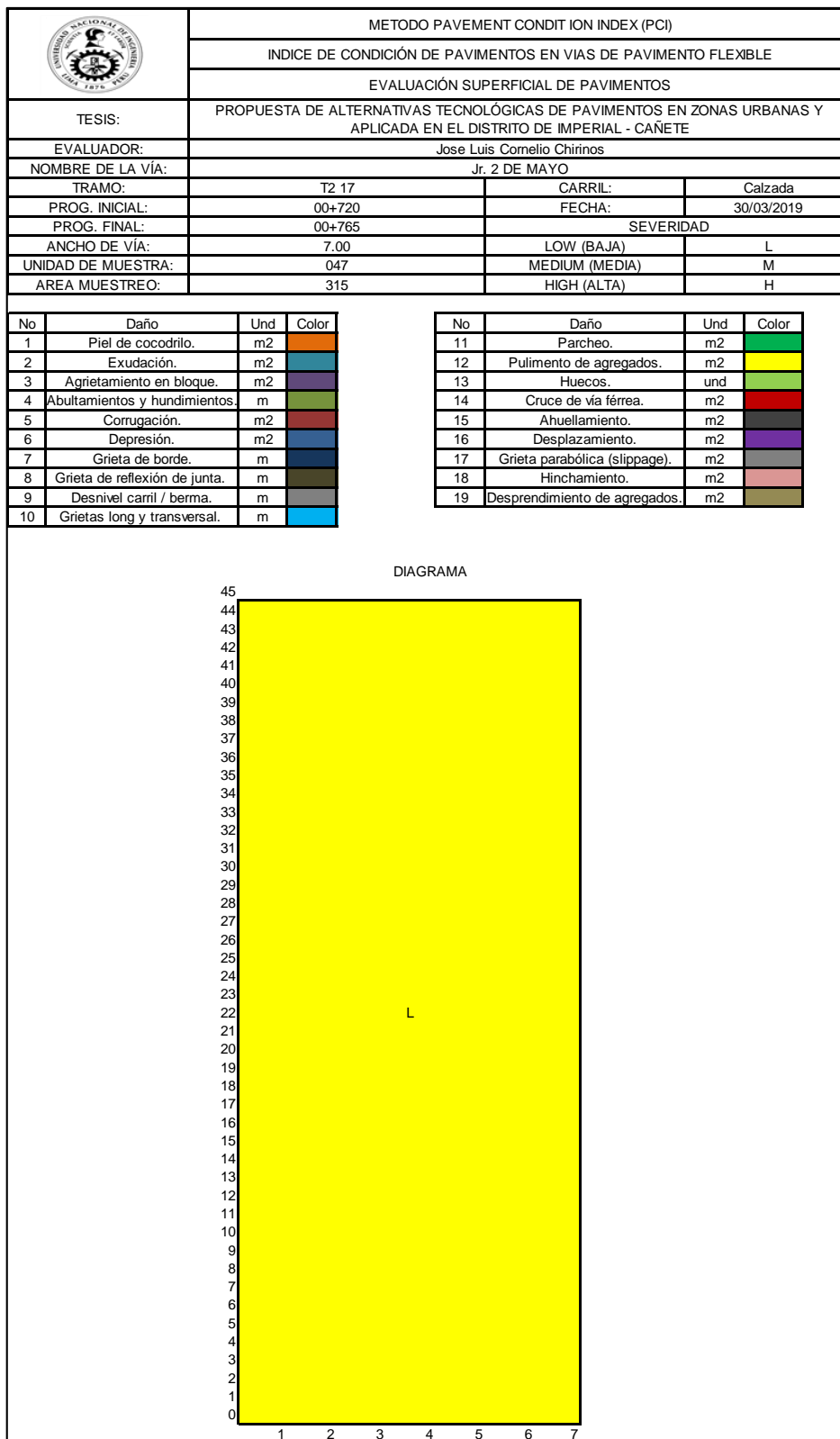



Figura N°114 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 047.
Fuente: Elaboración Propia.

	METODO PAVEMENT CONDI TION INDEX (PCI)		
	INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE		
	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS		
TESIS:	PROPUESTA DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE PAVIMENTOS EN ZONAS URBANAS Y APLICADA EN EL DISTRITO DE IMPERIAL - CAÑETE		
EVALUADOR:	Jose Luis Cornelio Chirinos		
NOMBRE DE LA VÍA:	Jr. 2 DE MAYO		
TRAMO:	T2 18	CARRIL:	Calzada
PROG. INICIAL:	00+765	FECHA:	30/03/2019
PROG. FINAL:	00+810	SEVERIDAD	
ANCHO DE VÍA:	7.00	LOW (BAJA)	L
UNIDAD DE MUESTRA:	048	MEDIUM (MEDIA)	M
AREA MUESTREO:	315	HIGH (ALTA)	H

No	Daño	Und	Color
1	Piel de cocodrilo.	m2	
2	Exudación.	m2	
3	Agrietamiento en bloque.	m2	
4	Abultamientos y hundimientos.	m	
5	Corrugación.	m2	
6	Depresión.	m2	
7	Grieta de borde.	m	
8	Grieta de reflexión de junta.	m	
9	Desnivel carril / berma.	m	
10	Grietas long y transversal.	m	

No	Daño	Und	Color
11	Parqueo.	m2	
12	Pulimento de agregados.	m2	
13	Huecos.	und	
14	Cruce de vía férrea.	m2	
15	Ahuellamiento.	m2	
16	Desplazamiento.	m2	
17	Grieta parabólica (slippage).	m2	
18	Hinchamiento.	m2	
19	Desprendimiento de agregados.	m2	

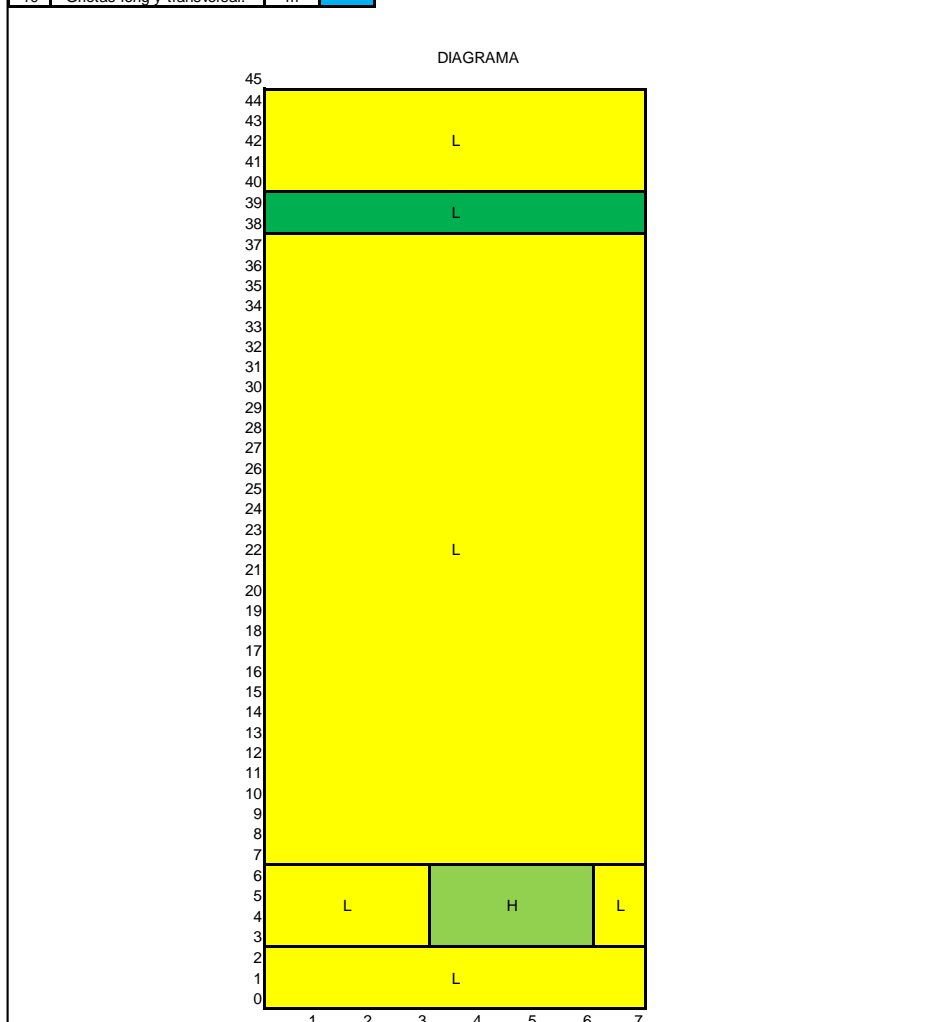



Figura N°115 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 048.
Fuente: Elaboración Propia.

	METODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)		
	INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE		
	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS		
TESIS:	PROPUESTA DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE PAVIMENTOS EN ZONAS URBANAS Y APLICADA EN EL DISTRITO DE IMPERIAL - CAÑETE		
EVALUADOR:	Jose Luis Cornelio Chirinos		
NOMBRE DE LA VÍA:	Jr. 2 DE MAYO		
TRAMO:	T2 19	CARRIL:	Calzada
PROG. INICIAL:	00+810	FECHA:	30/03/2019
PROG. FINAL:	00+850	SEVERIDAD	
ANCHO DE VÍA:	7.00	LOW (BAJA)	L
UNIDAD DE MUESTRA:	049	MEDIUM (MEDIA)	M
AREA MUESTREO:	280	HIGH (ALTA)	H

No	Daño	Und	Color
1	Piel de cocodrilo.	m2	Orange
2	Exudación.	m2	Blue
3	Agrietamiento en bloque.	m2	Purple
4	Abultamientos y hundimientos.	m	Green
5	Corrugación.	m2	Red
6	Depresión.	m2	Dark Blue
7	Grieta de borde.	m	Dark Blue
8	Grieta de reflexión de junta.	m	Dark Blue
9	Desnivel carril / berma.	m	Dark Blue
10	Grietas long y transversal.	m	Blue

No	Daño	Und	Color
11	Parqueo.	m2	Green
12	Pulimento de agregados.	m2	Yellow
13	Huecos.	und	Red
14	Cruce de vía férrea.	m2	Red
15	Ahuellamiento.	m2	Grey
16	Desplazamiento.	m2	Purple
17	Grieta parabólica (slippage).	m2	Grey
18	Hinchamiento.	m2	Pink
19	Desprendimiento de agregados.	m2	Brown

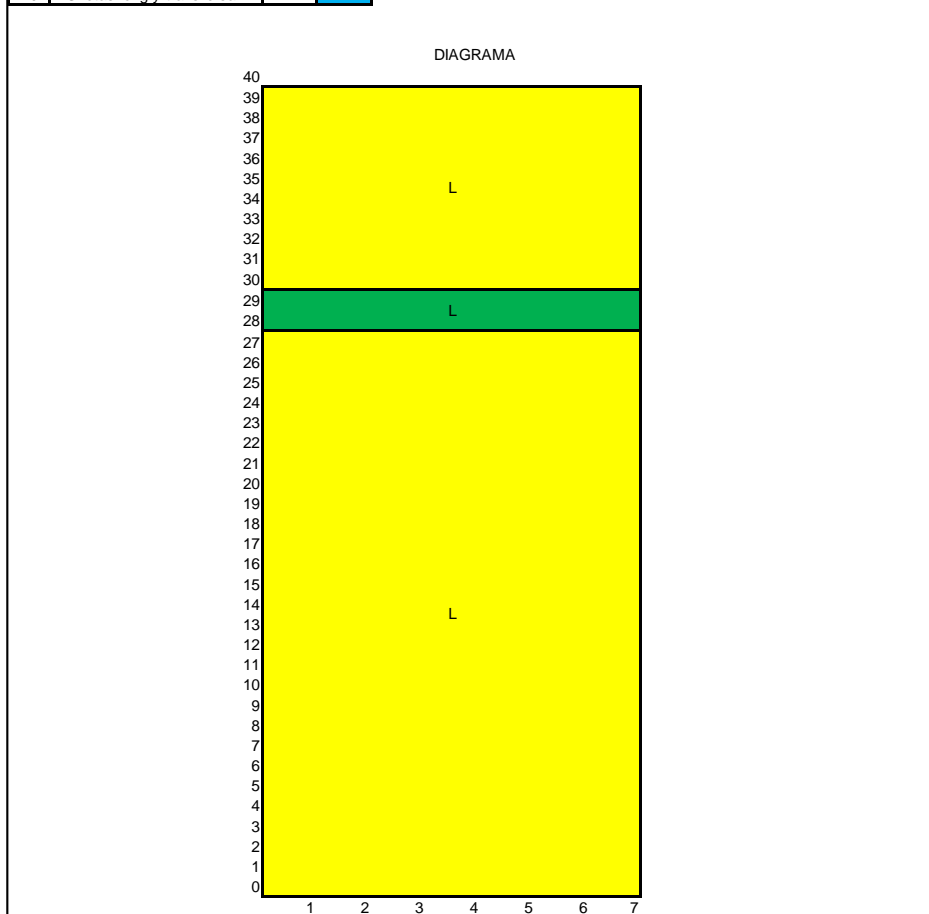



Figura N°116 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 049.
Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO E: FICHA DE DATOS POR CADA UNIDAD DE MUESTREO DEL CAMINO VECINAL CERRO CANDELA.

	UNSURFACED ROAD CONDITION INDEX (URCI)		
	INDICE DE LA CONDICIÓN DE LA VÍA NO PAVIMENTADA		
	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE VÍAS NO PAVIMENTADAS		
TESIS:	PROPUESTA DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE PAVIMENTOS EN ZONAS URBANAS Y APLICADA EN EL DISTRITO DE IMPERIAL - CAÑETE		
EVALUADOR:	Jose Luis Cornelio Chirinos		
NOMBRE DE LA VÍA:	Camino Vecinal Cerro Candela		
TRAMO:	TCV 01	CARRIL:	Calzada
PROG. INICIAL:	00+000	FECHA:	31/03/2019
PROG. FINAL:	00+035	SEVERIDAD	
ANCHO DE VÍA:	8.00	LOW (BAJA)	L
UNIDAD DE MUESTRA:	050	MEDIUM (MEDIA)	M
AREA MUESTREO:	280	HIGH (ALTA)	H

No	Daño	Und	Color
81	Sección transversal impropia	m2	
82	Drenaje	m2	
83	Corrugación	m2	
84	Polvo	m	

No	Daño	Und	Color
85	Baches	m2	
86	Ahuellamiento	m2	
87	Desprendimiento de agregados	und	

DIAGRAMA

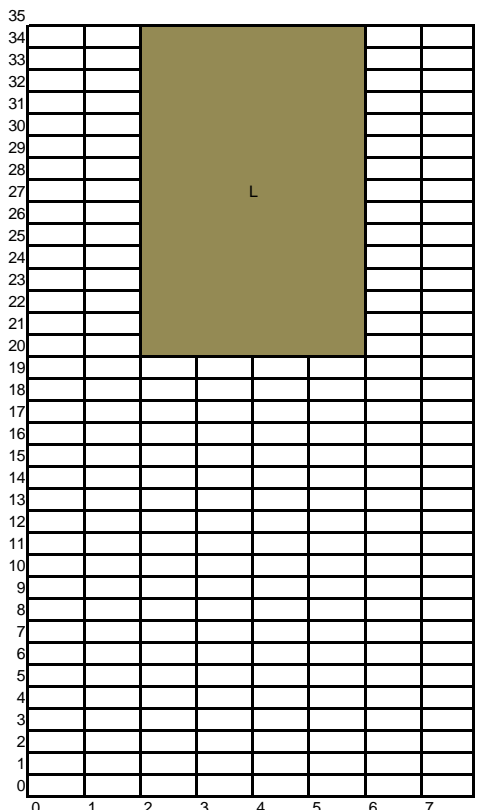


Figura N°117 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 050.
Fuente: Elaboración Propia.

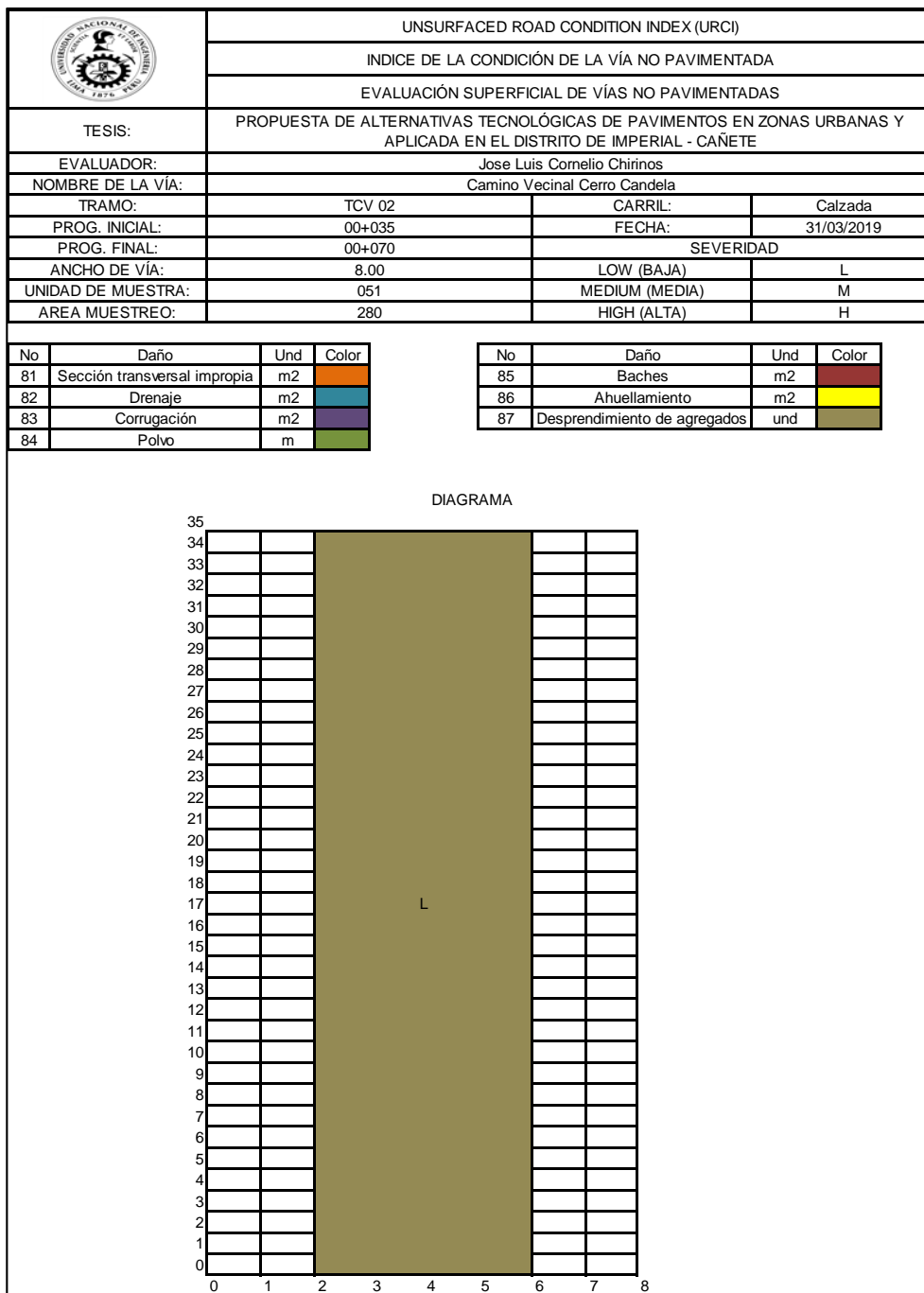


Figura N°118 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 051.
Fuente: Elaboración Propia.

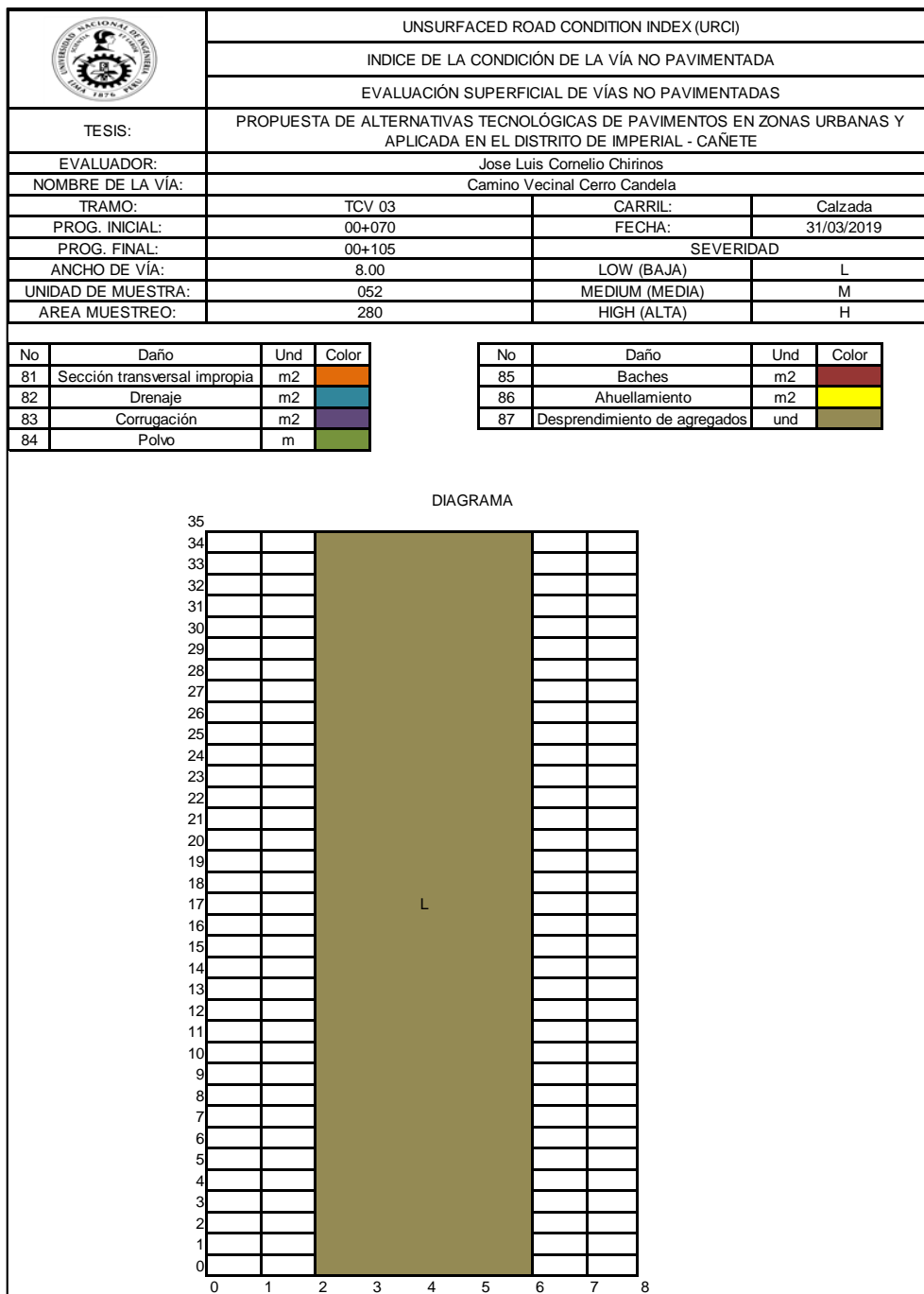


Figura N°119 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 052.
Fuente: Elaboración Propia.

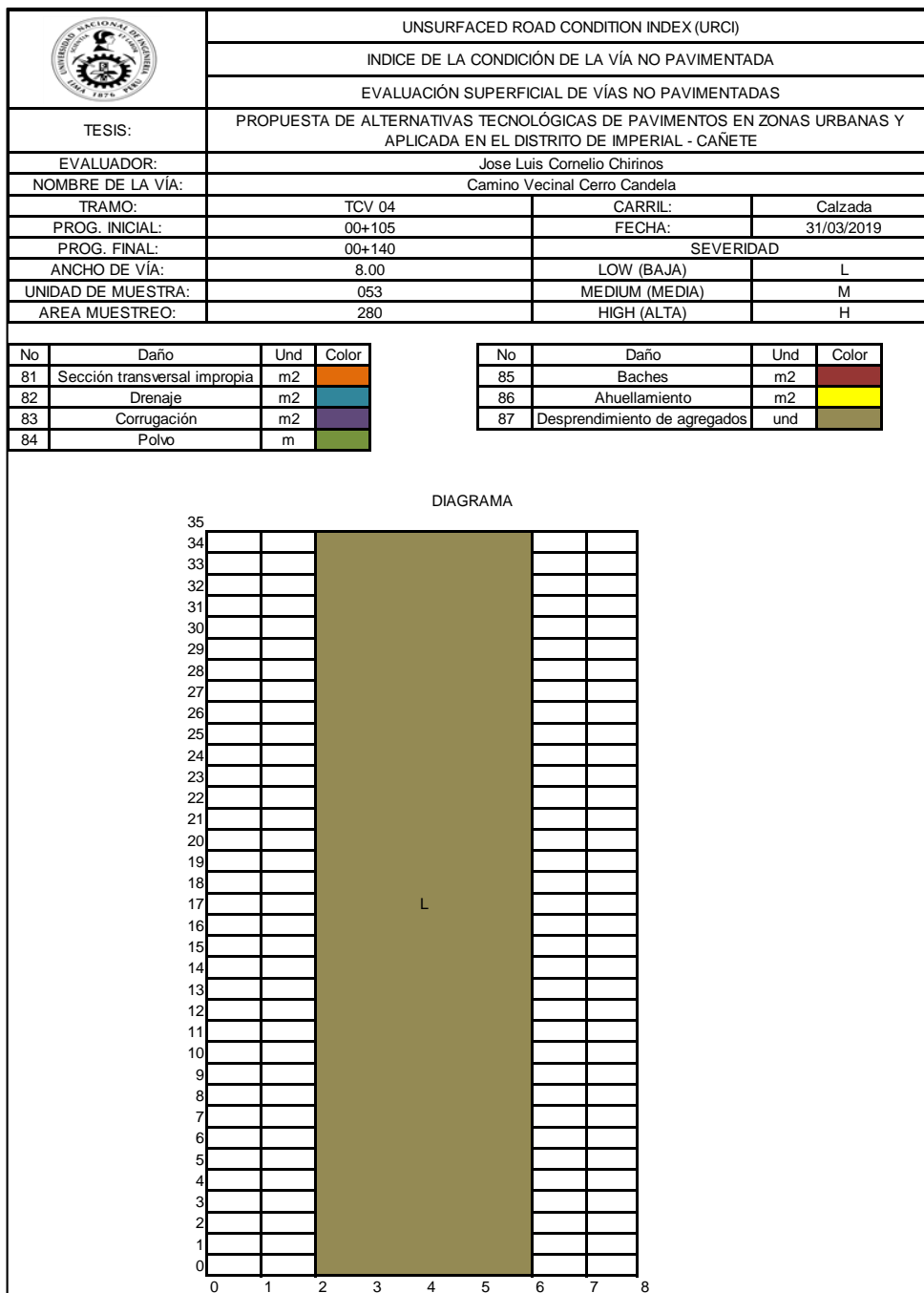



Figura N°120 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 053.
Fuente: Elaboración Propia.

	UNSURFACED ROAD CONDITION INDEX (URCI)		
	INDICE DE LA CONDICIÓN DE LA VÍA NO PAVIMENTADA		
	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE VÍAS NO PAVIMENTADAS		
TESIS:	PROPUESTA DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE PAVIMENTOS EN ZONAS URBANAS Y APLICADA EN EL DISTRITO DE IMPERIAL - CAÑETE		
EVALUADOR:	Jose Luis Cornelio Chirinos		
NOMBRE DE LA VÍA:	Camino Vecinal Cerro Candela		
TRAMO:	TCV 05	CARRIL:	Calzada
PROG. INICIAL:	00+140	FECHA:	31/03/2019
PROG. FINAL:	00+175	SEVERIDAD	
ANCHO DE VÍA:	8.00	LOW (BAJA)	L
UNIDAD DE MUESTRA:	054	MEDIUM (MEDIA)	M
AREA MUESTREO:	280	HIGH (ALTA)	H

No	Daño	Und	Color
81	Sección transversal impropia	m2	
82	Drenaje	m2	
83	Corrugación	m2	
84	Polvo	m	

No	Daño	Und	Color
85	Baches	m2	
86	Ahuellamiento	m2	
87	Desprendimiento de agregados	und	

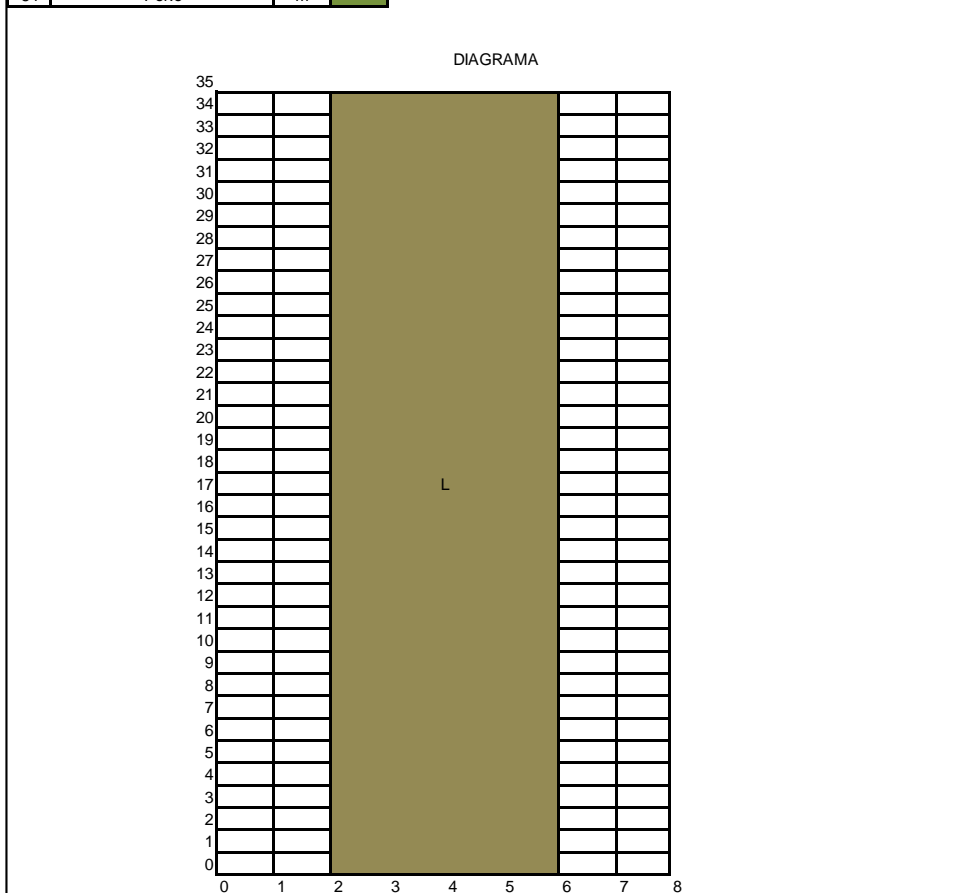


Figura N°121 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 054.
Fuente: Elaboración Propia.

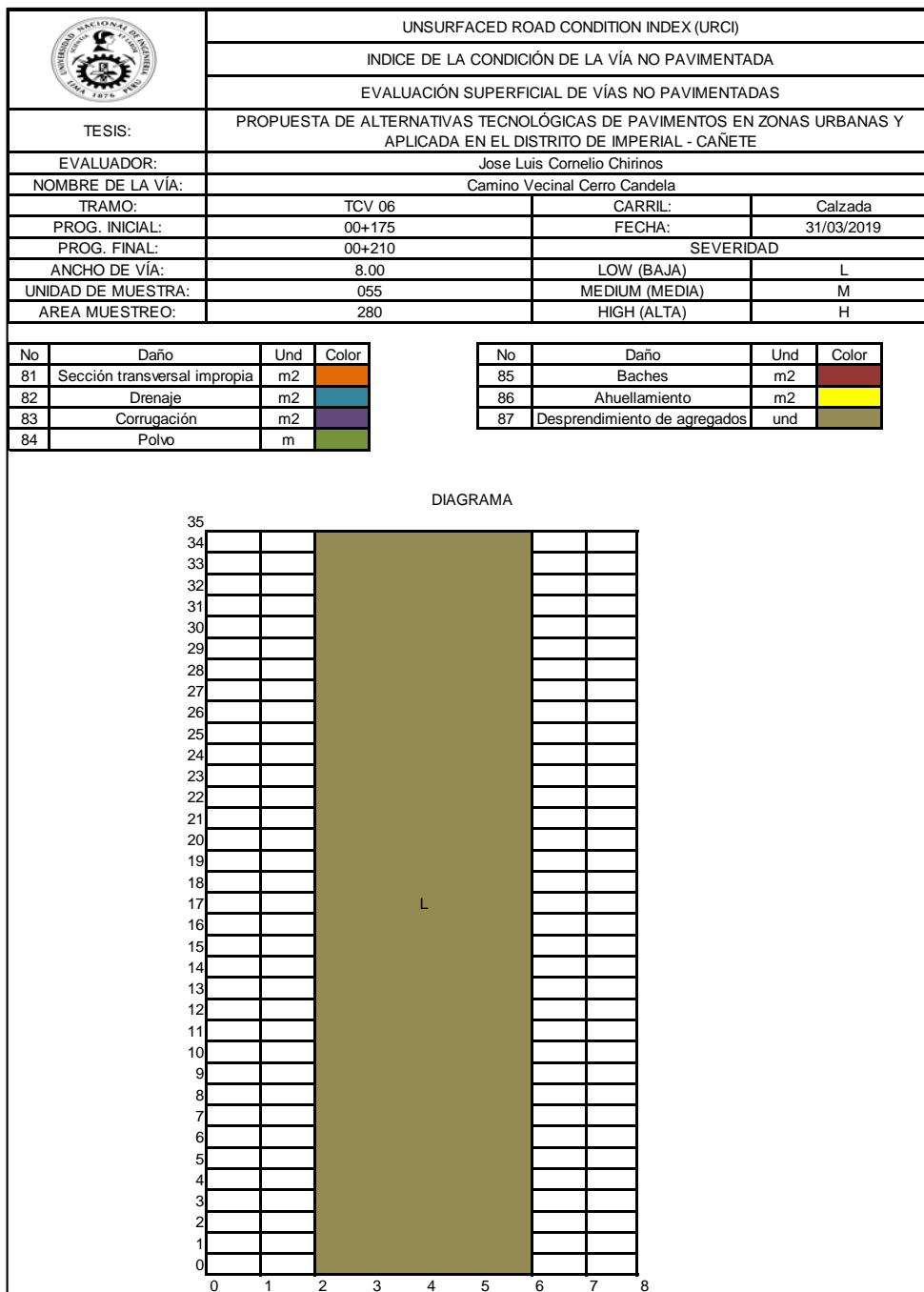


Figura N°122 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 055.
Fuente: Elaboración Propia.

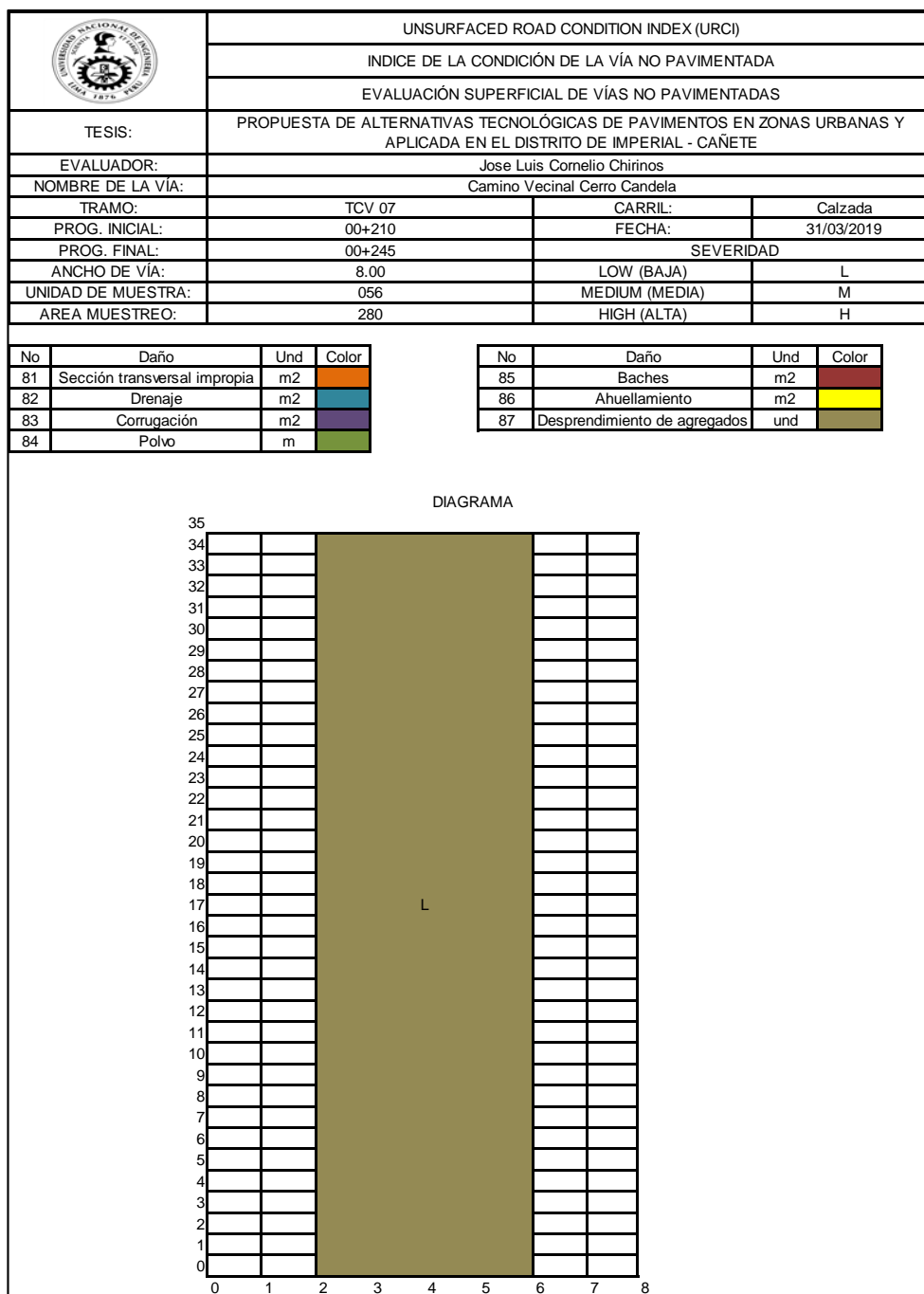


Figura N°123 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 056.
Fuente: Elaboración Propia.

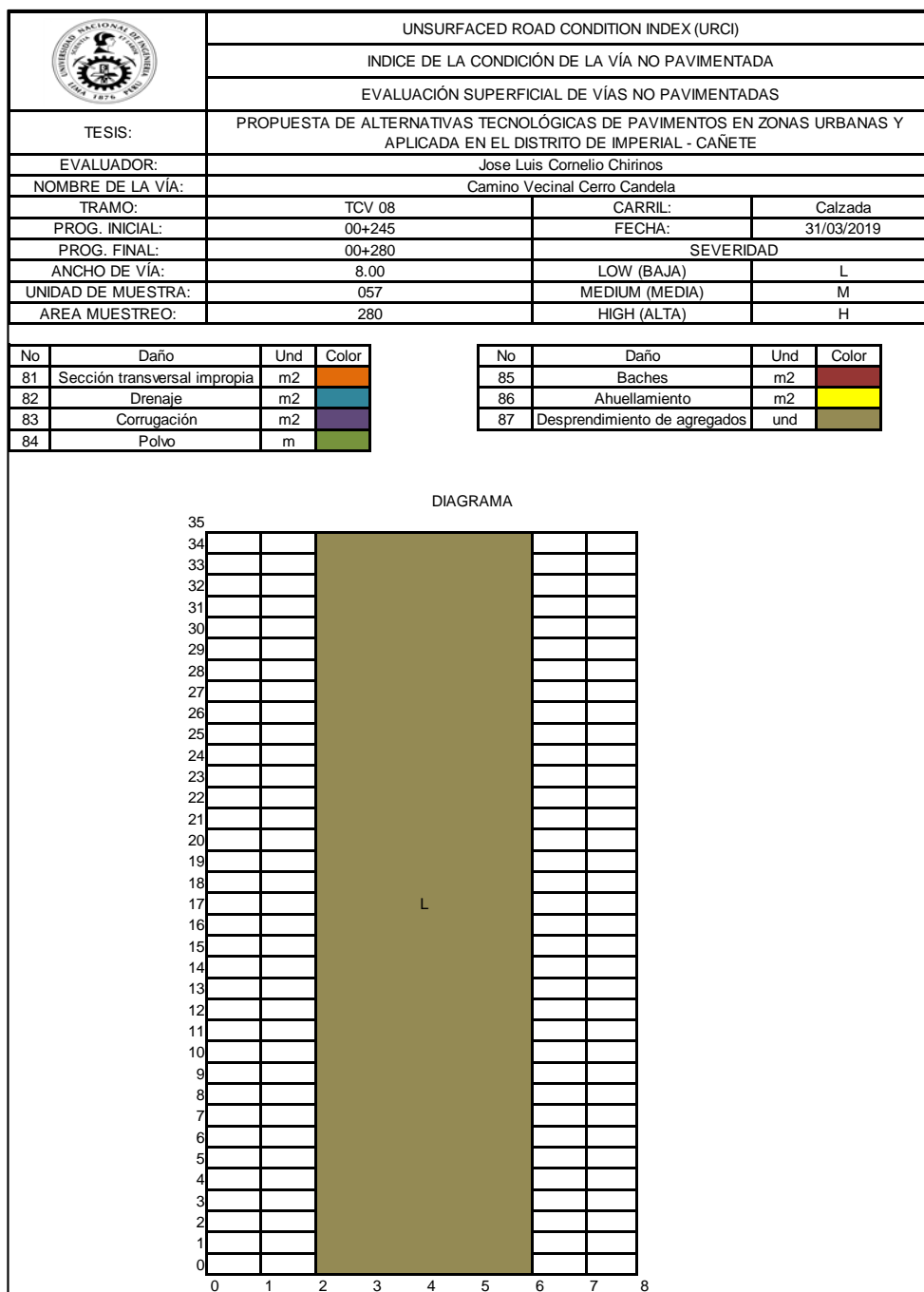


Figura N°124 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 057.
Fuente: Elaboración Propia.

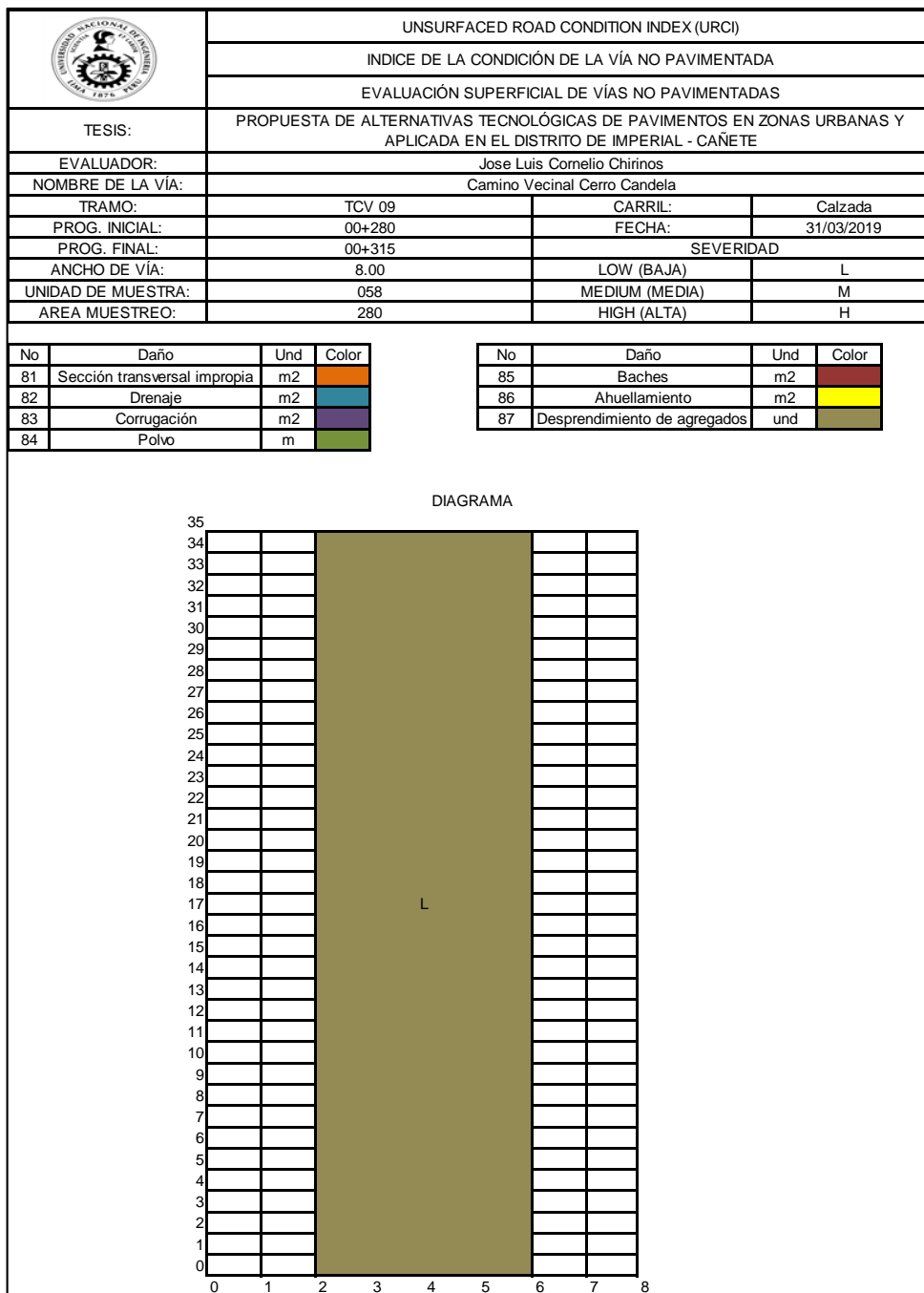


Figura N°125 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 058.
Fuente: Elaboración Propia.

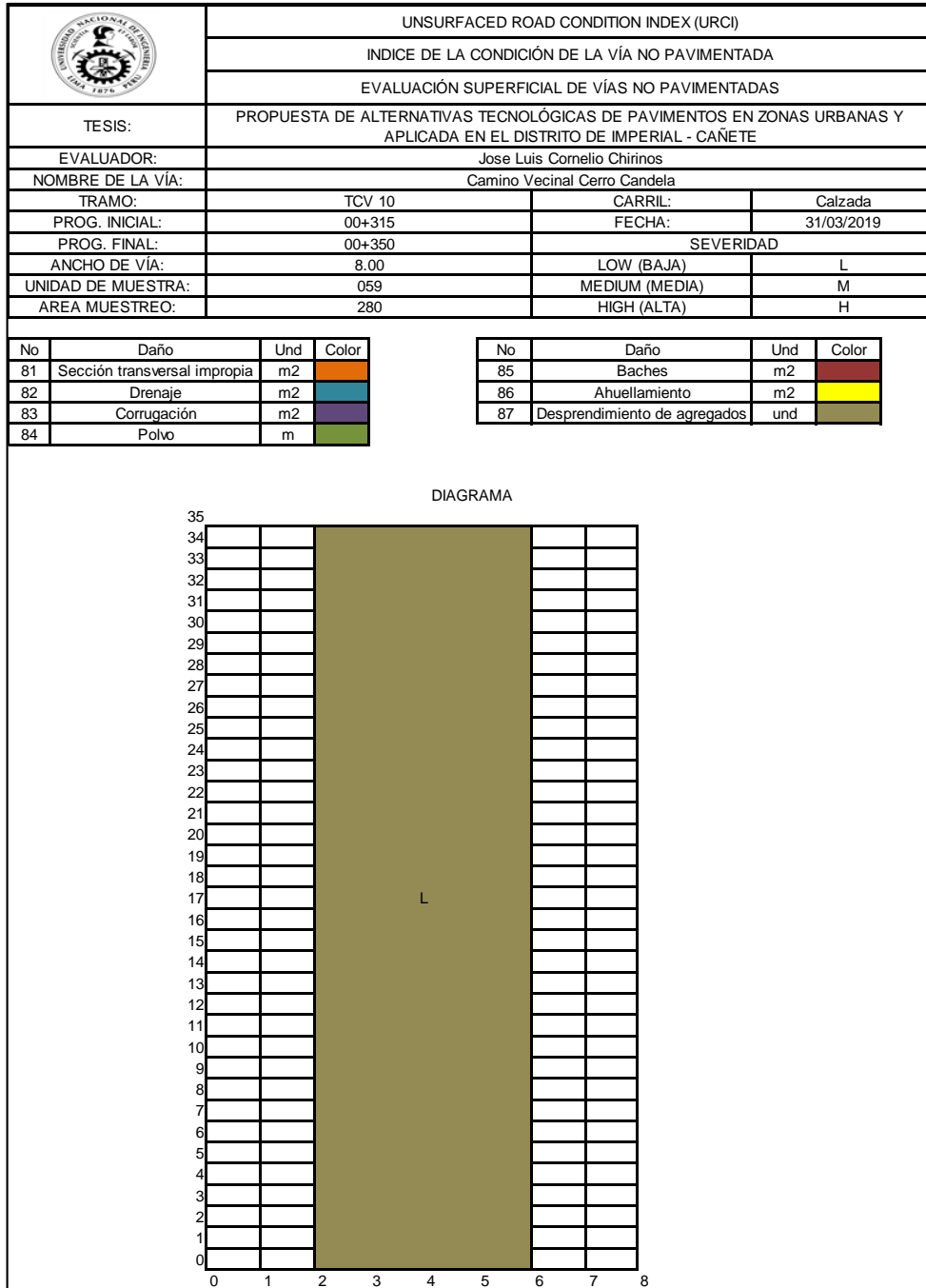



Figura N°126 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 059.
Fuente: Elaboración Propia.

	UNSURFACED ROAD CONDITION INDEX (URCI)		
	INDICE DE LA CONDICIÓN DE LA VÍA NO PAVIMENTADA		
	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE VÍAS NO PAVIMENTADAS		
TESIS:	PROPUESTA DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE PAVIMENTOS EN ZONAS URBANAS Y APLICADA EN EL DISTRITO DE IMPERIAL - CAÑETE		
EVALUADOR:	Jose Luis Cornelio Chirinos		
NOMBRE DE LA VÍA:	Camino Vecinal Cerro Candela		
TRAMO:	TCV 11	CARRIL:	Calzada
PROG. INICIAL:	00+350	FECHA:	31/03/2019
PROG. FINAL:	00+385	SEVERIDAD	
ANCHO DE VÍA:	8.00	LOW (BAJA)	L
UNIDAD DE MUESTRA:	060	MEDIUM (MEDIA)	M
AREA MUESTREO:	280	HIGH (ALTA)	H

No	Daño	Und	Color
81	Sección transversal impropia	m2	
82	Drenaje	m2	
83	Corrugación	m2	
84	Polvo	m	

No	Daño	Und	Color
85	Baches	m2	
86	Ahuellamiento	m2	
87	Desprendimiento de agregados	und	

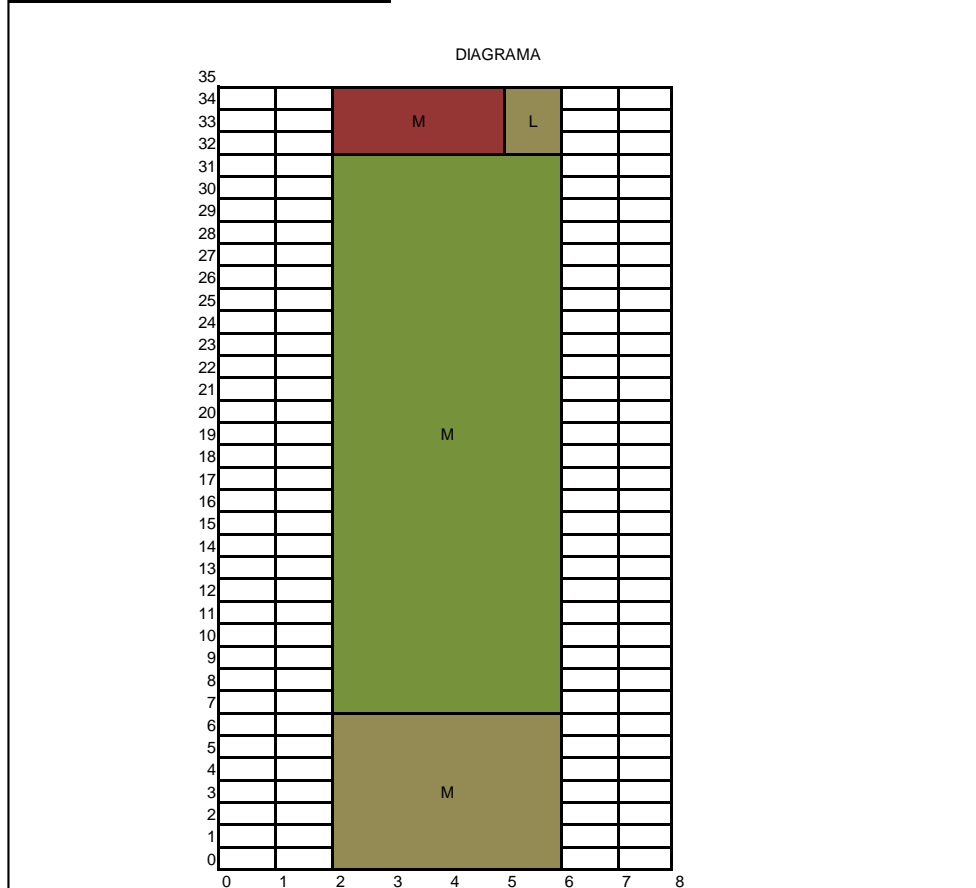


Figura N°127 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 060.
Fuente: Elaboración Propia.

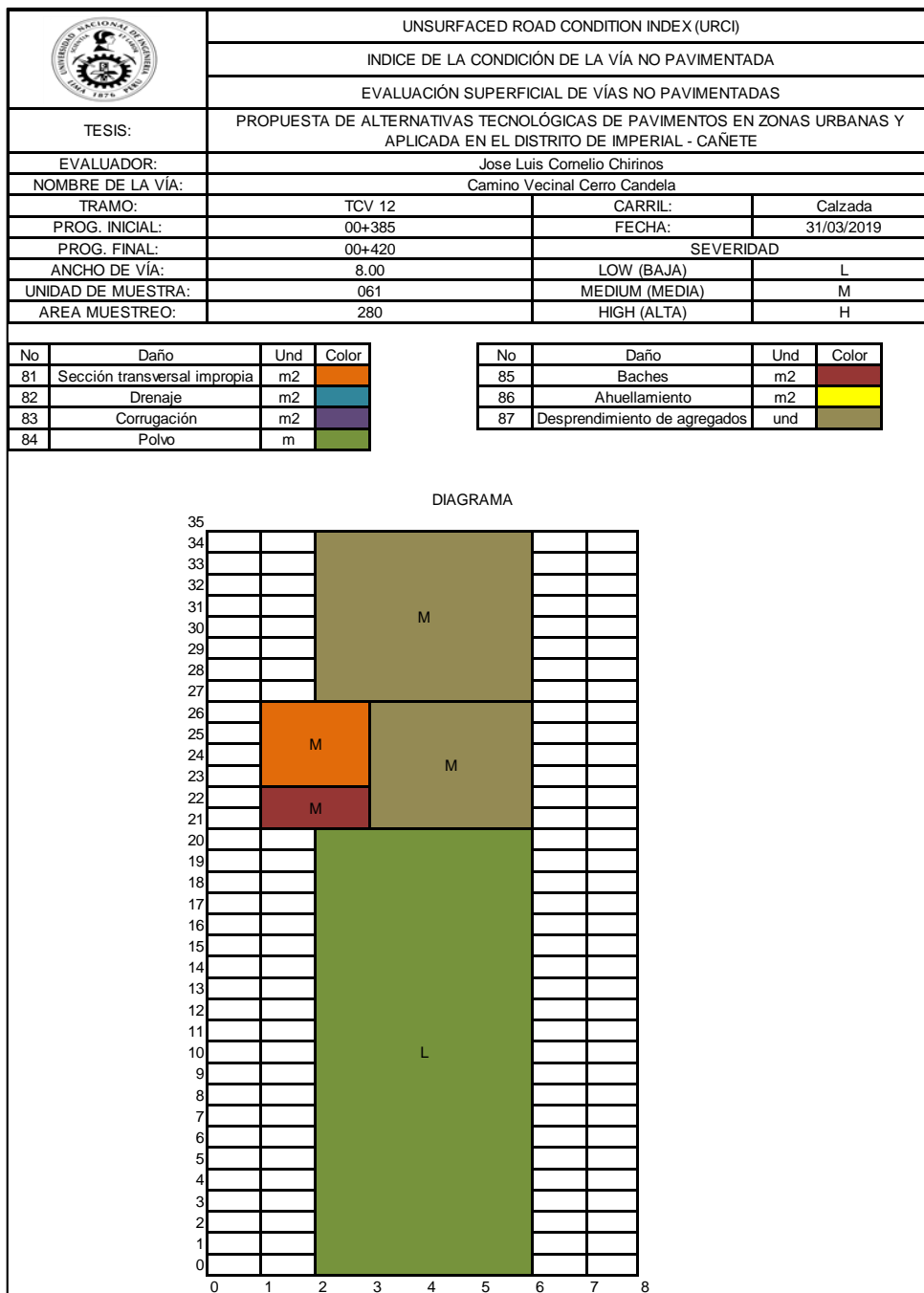


Figura N°128 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 061.
Fuente: Elaboración Propia.

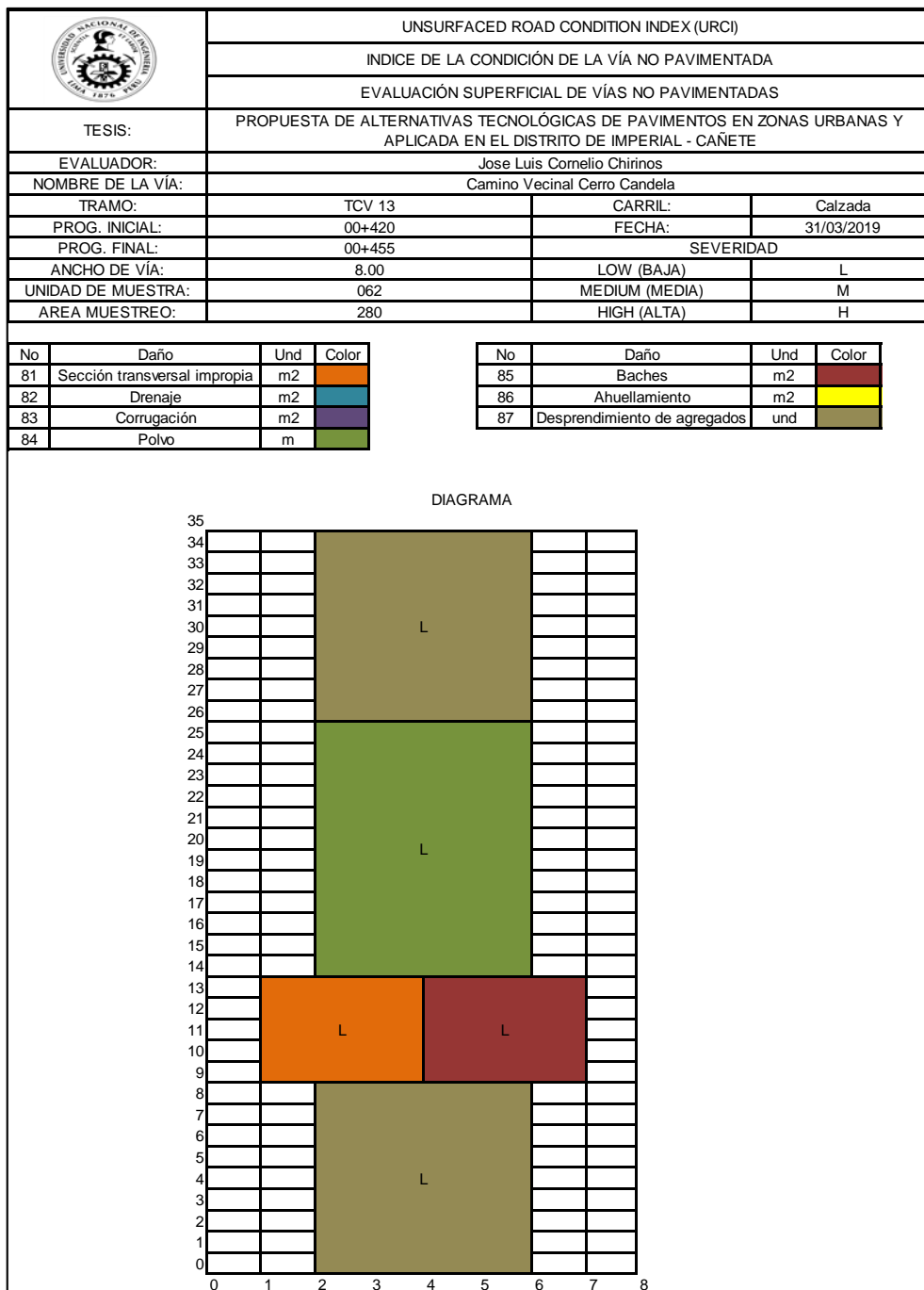


Figura N°129 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 062.
Fuente: Elaboración Propia.

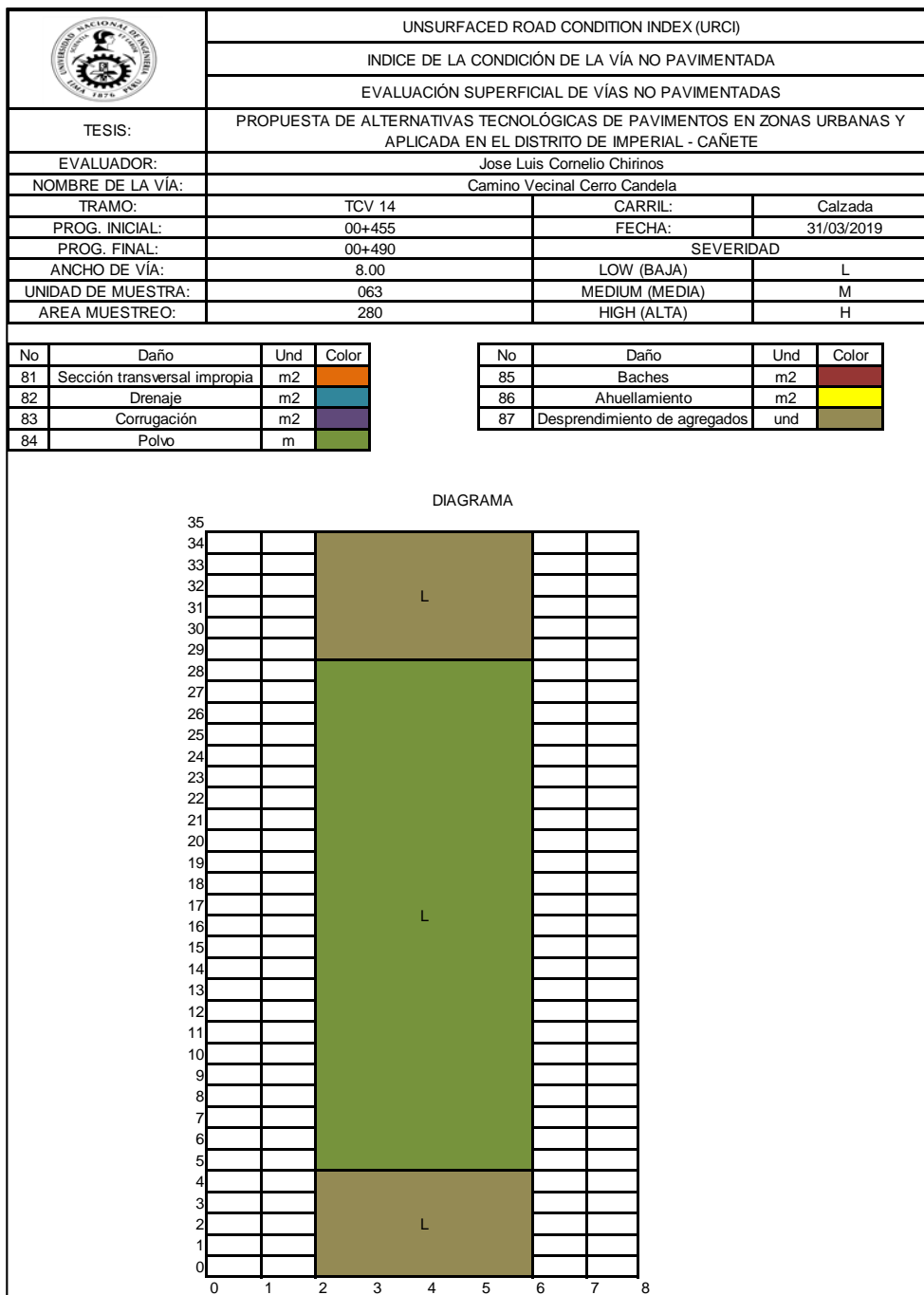


Figura N°130 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 063.
Fuente: Elaboración Propia.

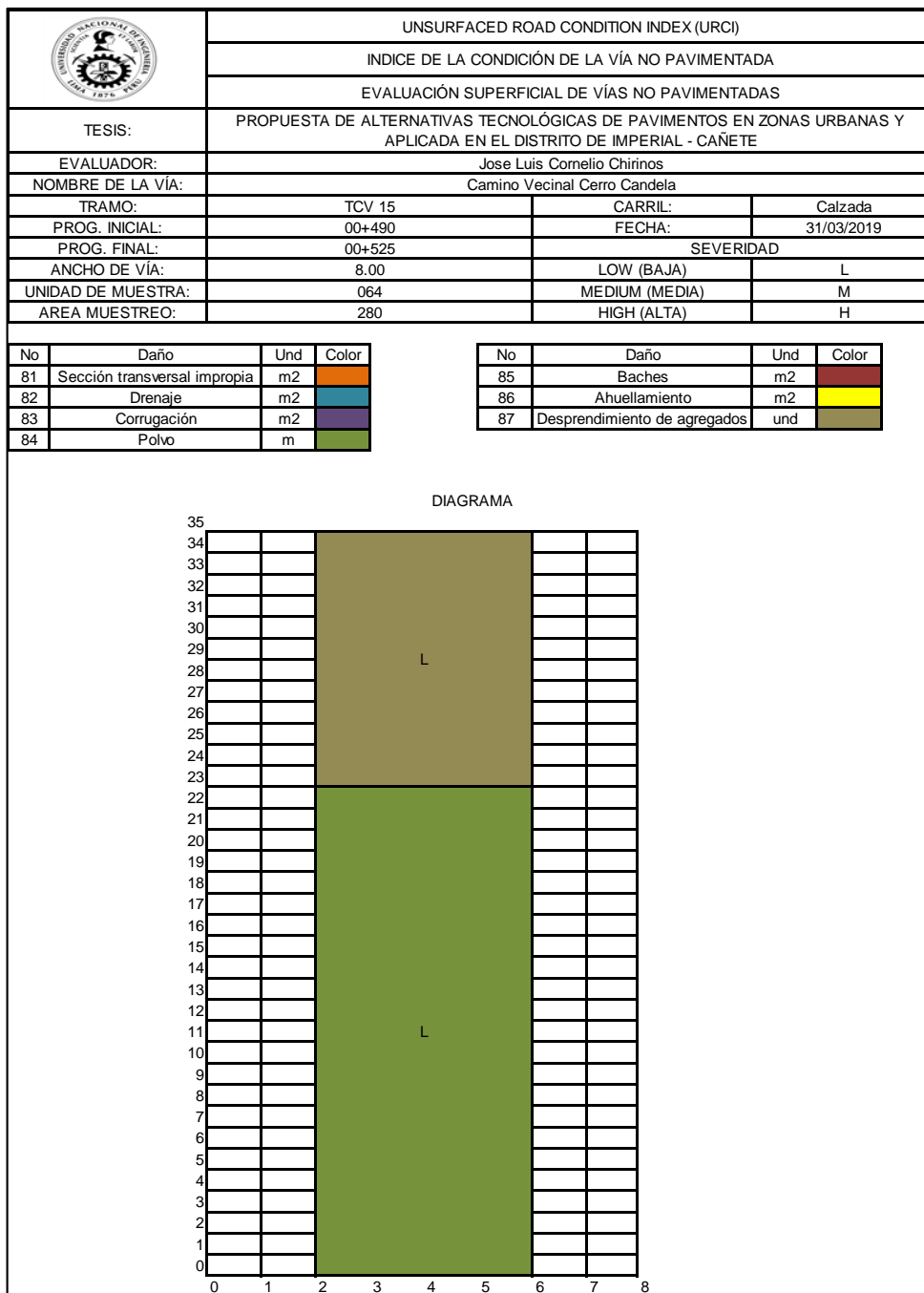


Figura N°131 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 064.
Fuente: Elaboración Propia.

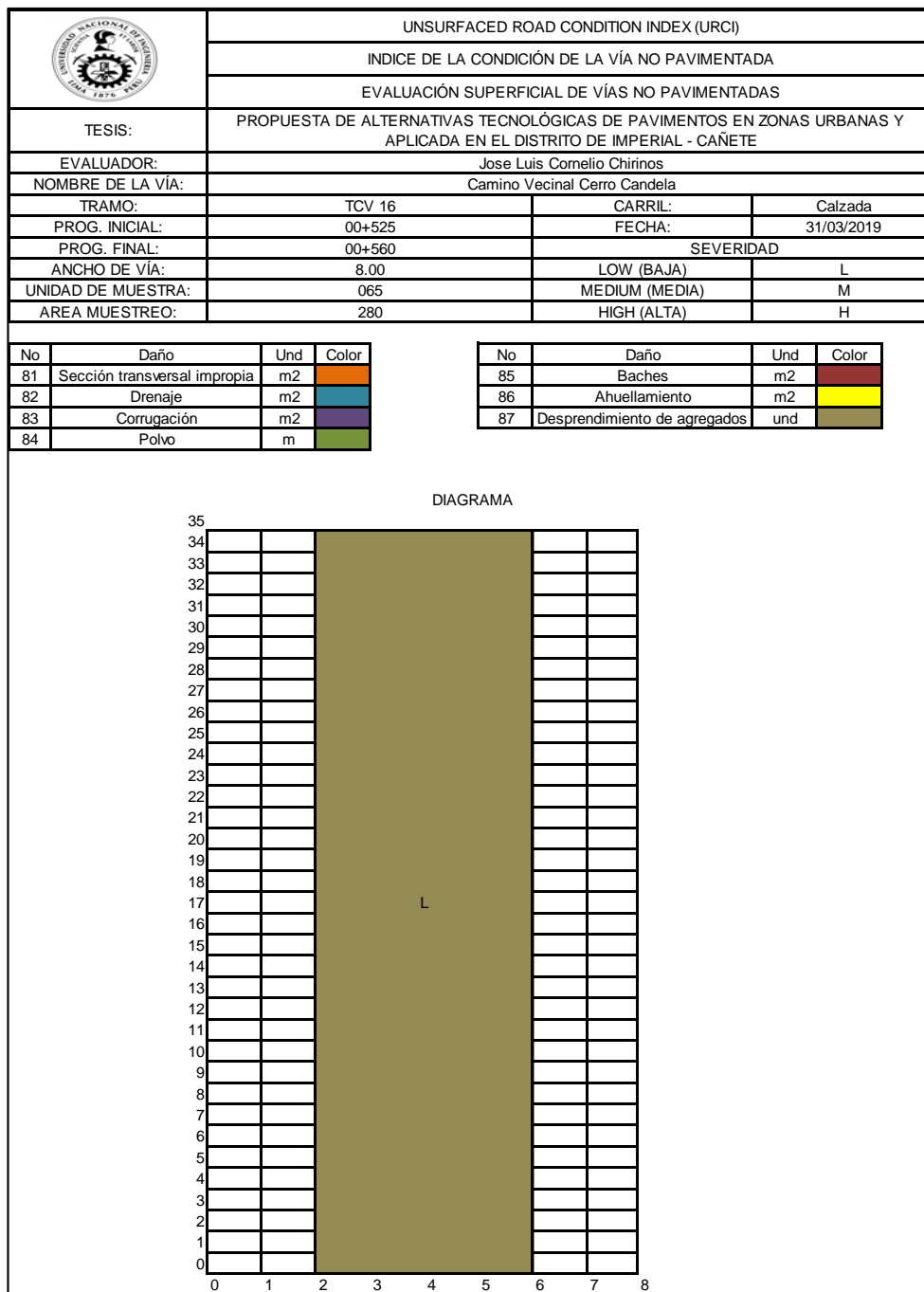


Figura N°132 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 065.
Fuente: Elaboración Propia.

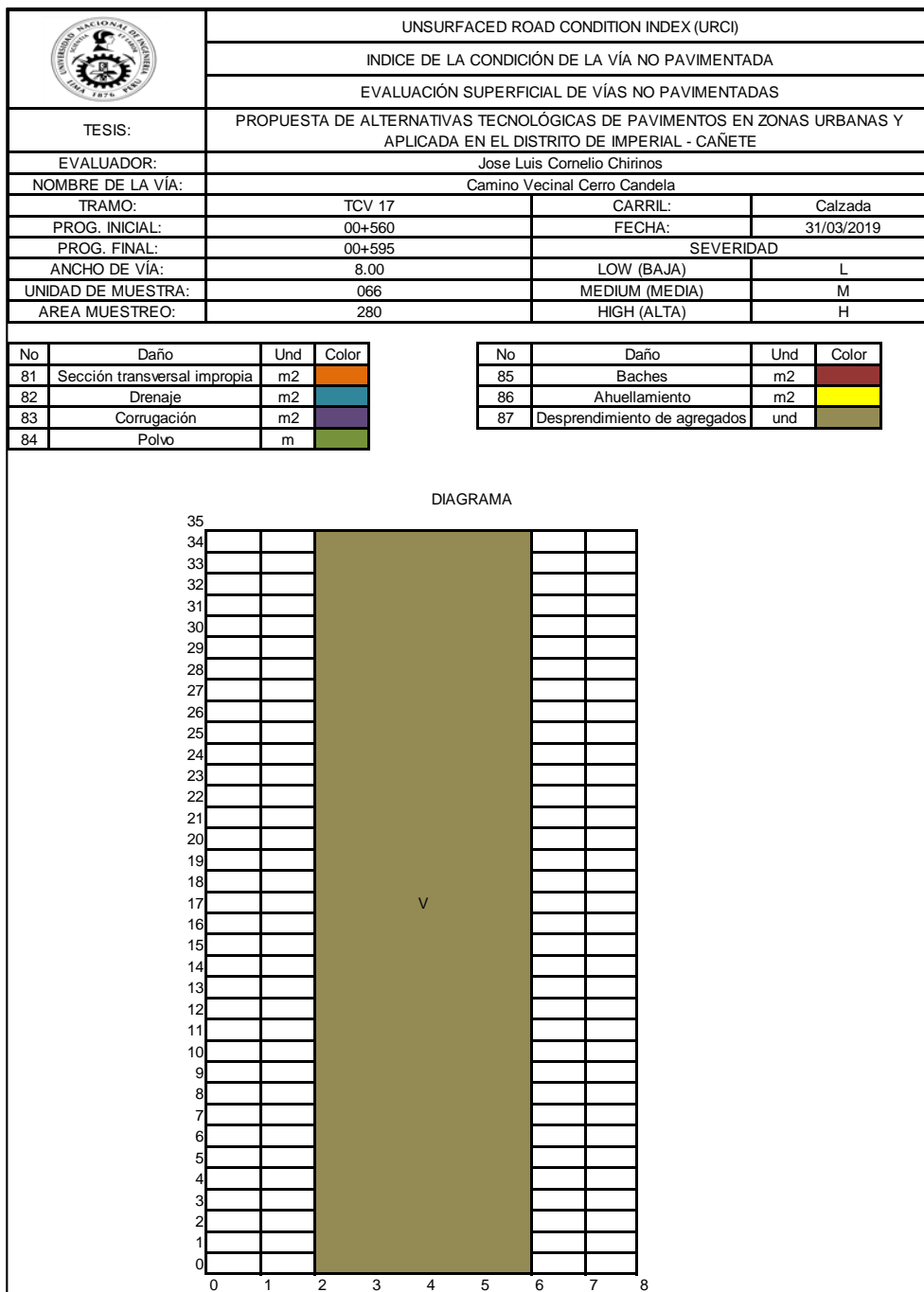


Figura N°133 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 066.
Fuente: Elaboración Propia.

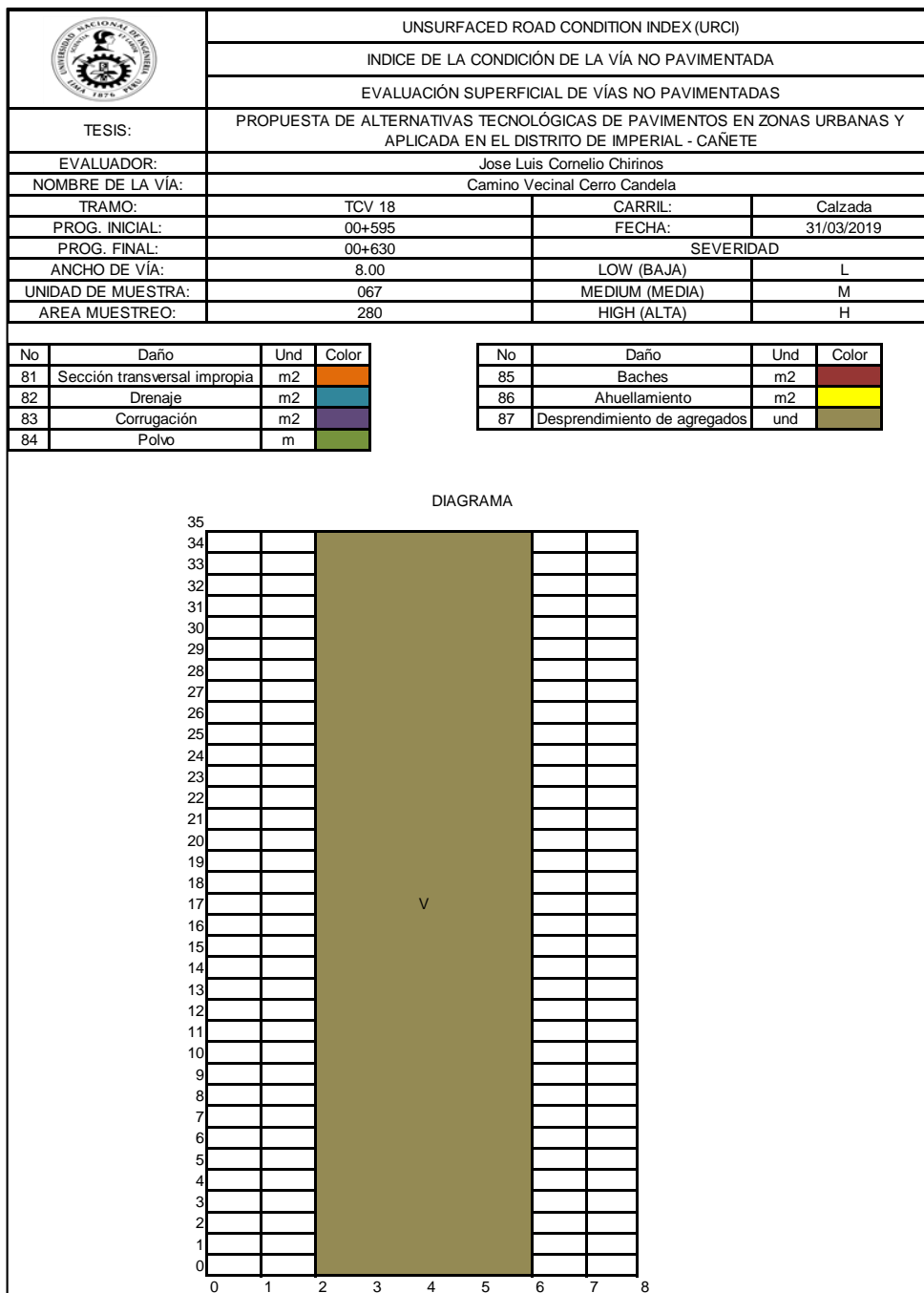


Figura N°134 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 067.
Fuente: Elaboración Propia.

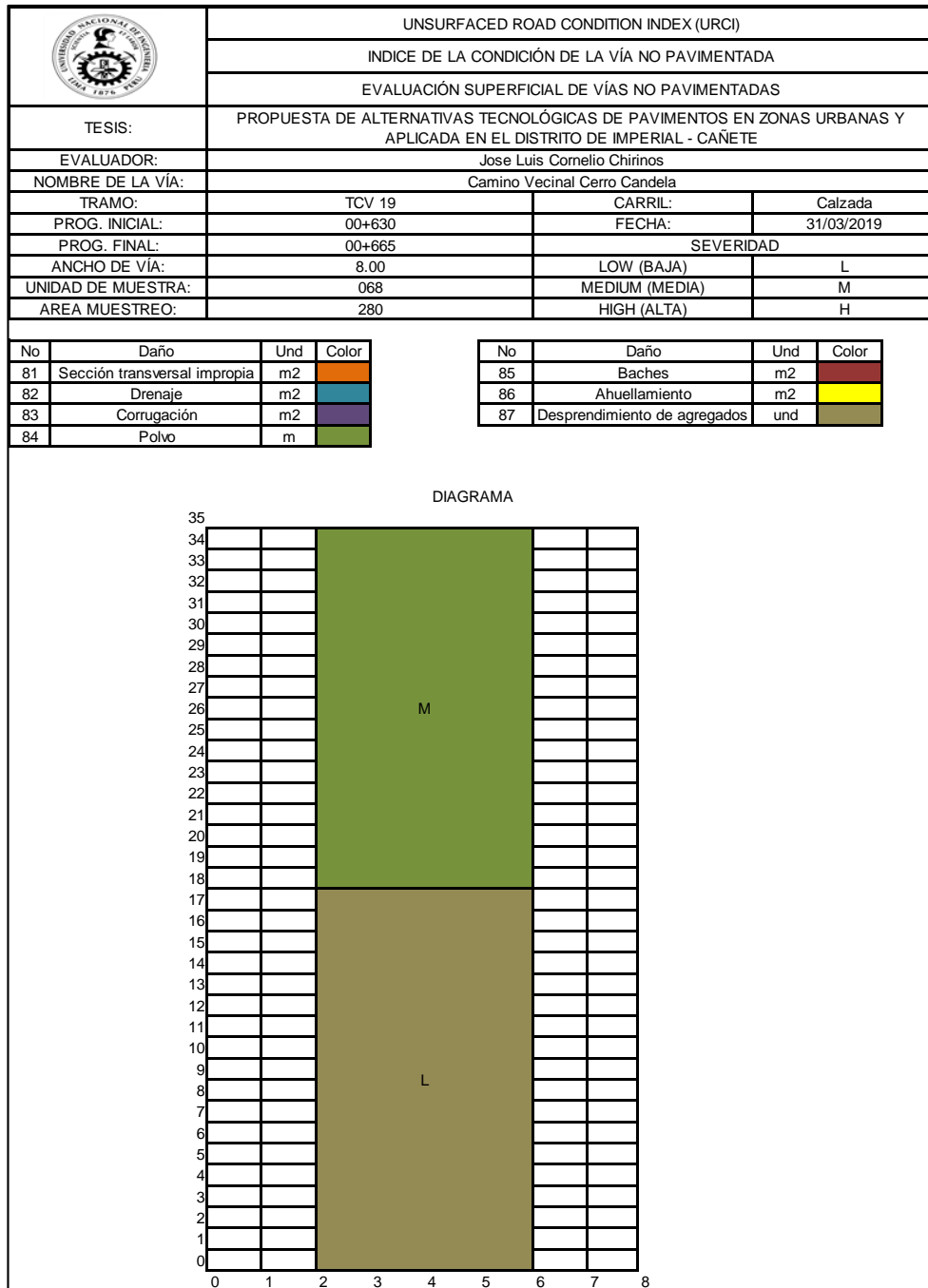


Figura N°135 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 068.
Fuente: Elaboración Propia.

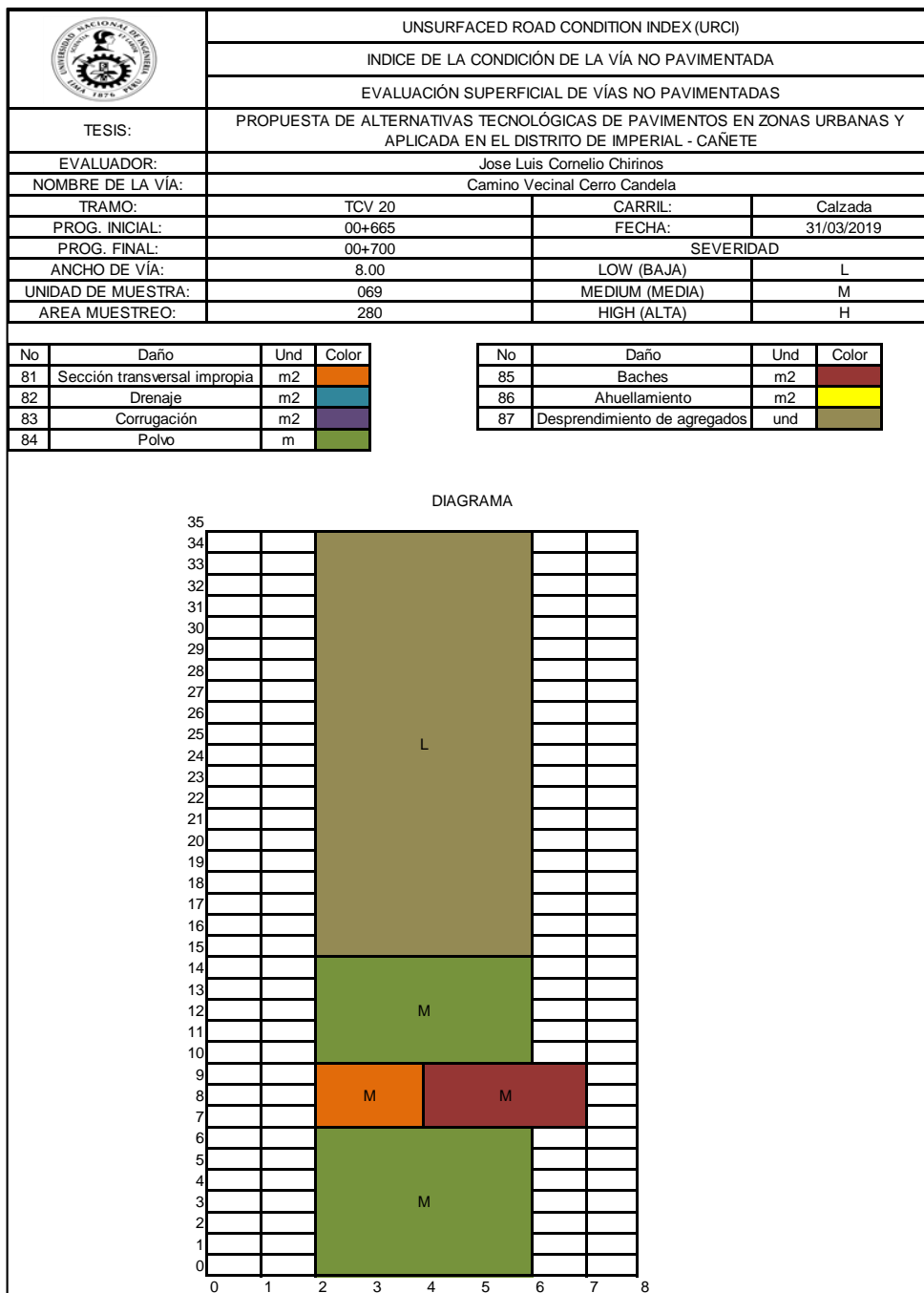



Figura N°136 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 069.
Fuente: Elaboración Propia.

	UNSURFACED ROAD CONDITION INDEX (URCI)		
	INDICE DE LA CONDICIÓN DE LA VÍA NO PAVIMENTADA		
	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE VÍAS NO PAVIMENTADAS		
TESIS:	PROPUESTA DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE PAVIMENTOS EN ZONAS URBANAS Y APLICADA EN EL DISTRITO DE IMPERIAL - CAÑETE		
EVALUADOR:	Jose Luis Cornelio Chirinos		
NOMBRE DE LA VÍA:	Camino Vecinal Cerro Candela		
TRAMO:	TCV 21	CARRIL:	Calzada
PROG. INICIAL:	00+700	FECHA:	31/03/2019
PROG. FINAL:	00+735	SEVERIDAD	
ANCHO DE VÍA:	8.00	LOW (BAJA)	L
UNIDAD DE MUESTRA:	070	MEDIUM (MEDIA)	M
AREA MUESTREO:	280	HIGH (ALTA)	H

No	Daño	Und	Color
81	Sección transversal impropia	m2	
82	Drenaje	m2	
83	Corrugación	m2	
84	Polvo	m	

No	Daño	Und	Color
85	Baches	m2	
86	Ahuellamiento	m2	
87	Desprendimiento de agregados	und	

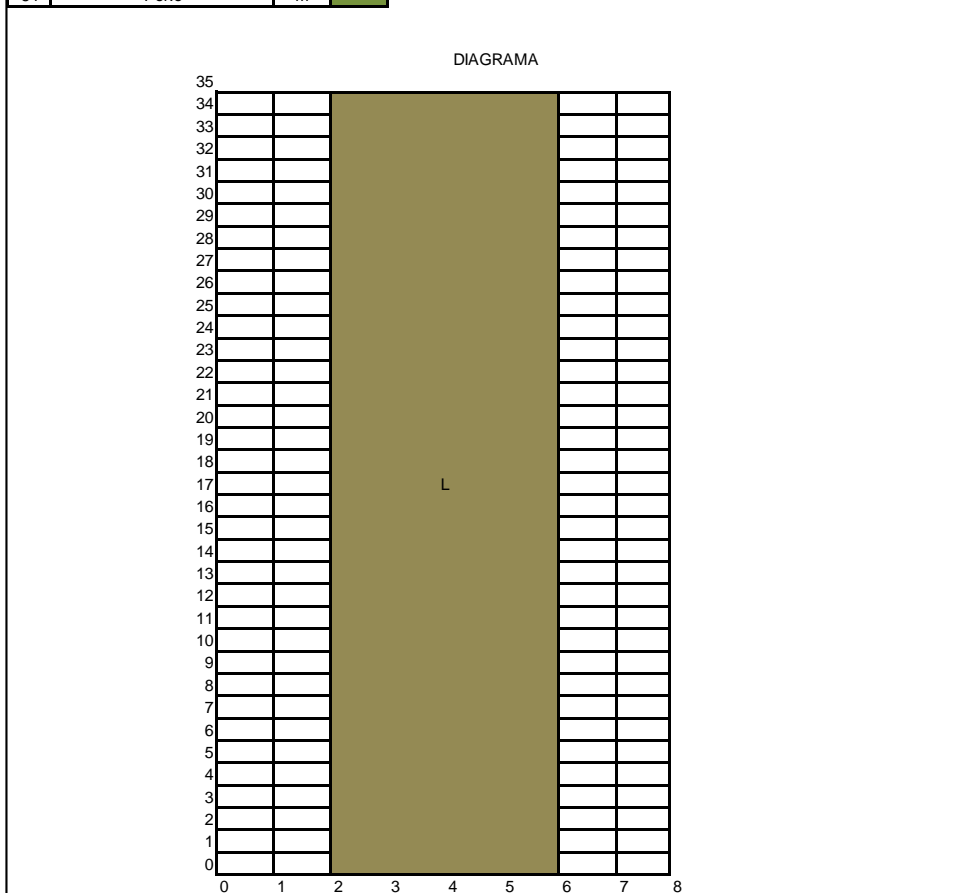


Figura N°137 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 070.
Fuente: Elaboración Propia.

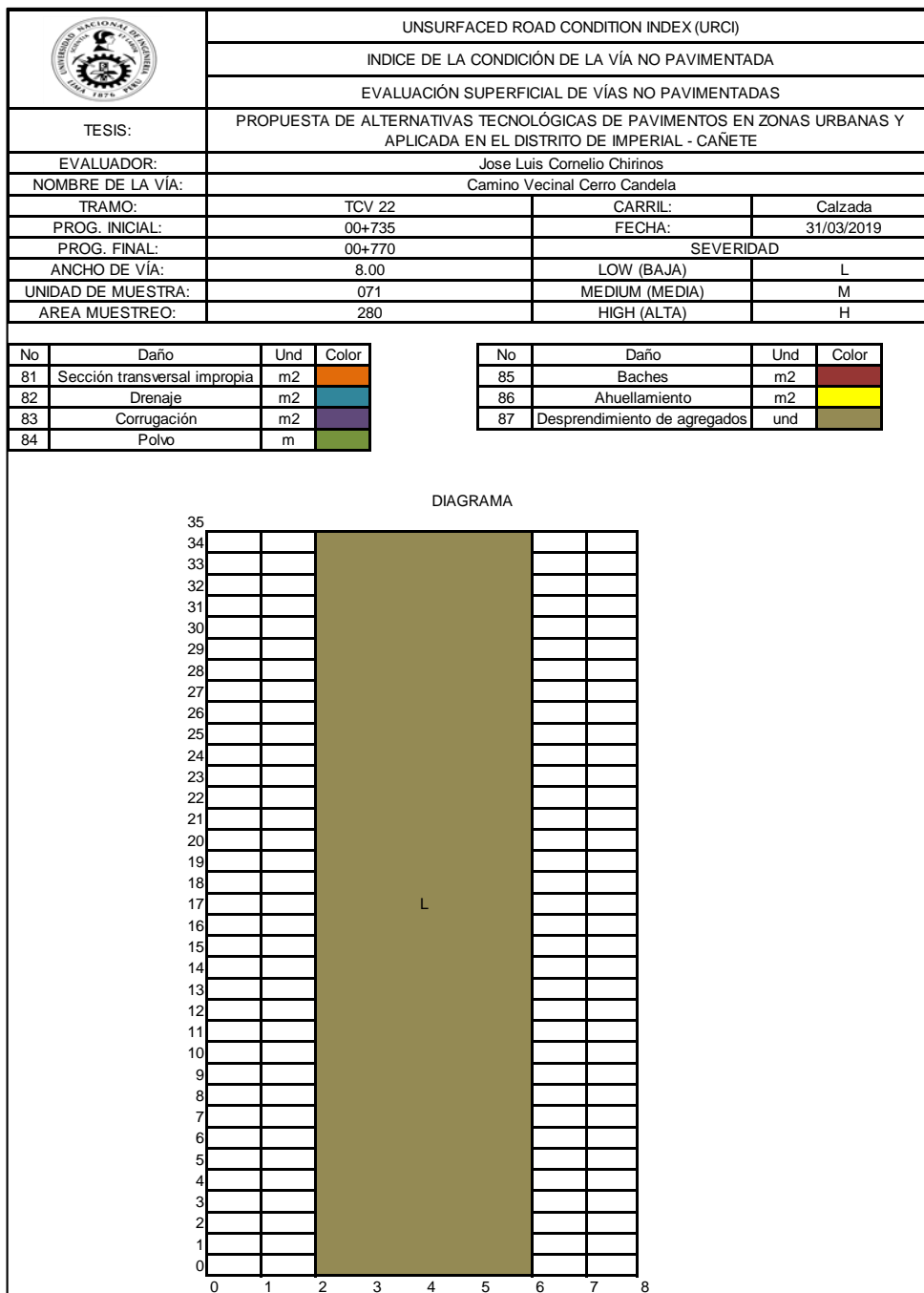


Figura N°138 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 071.
Fuente: Elaboración Propia.

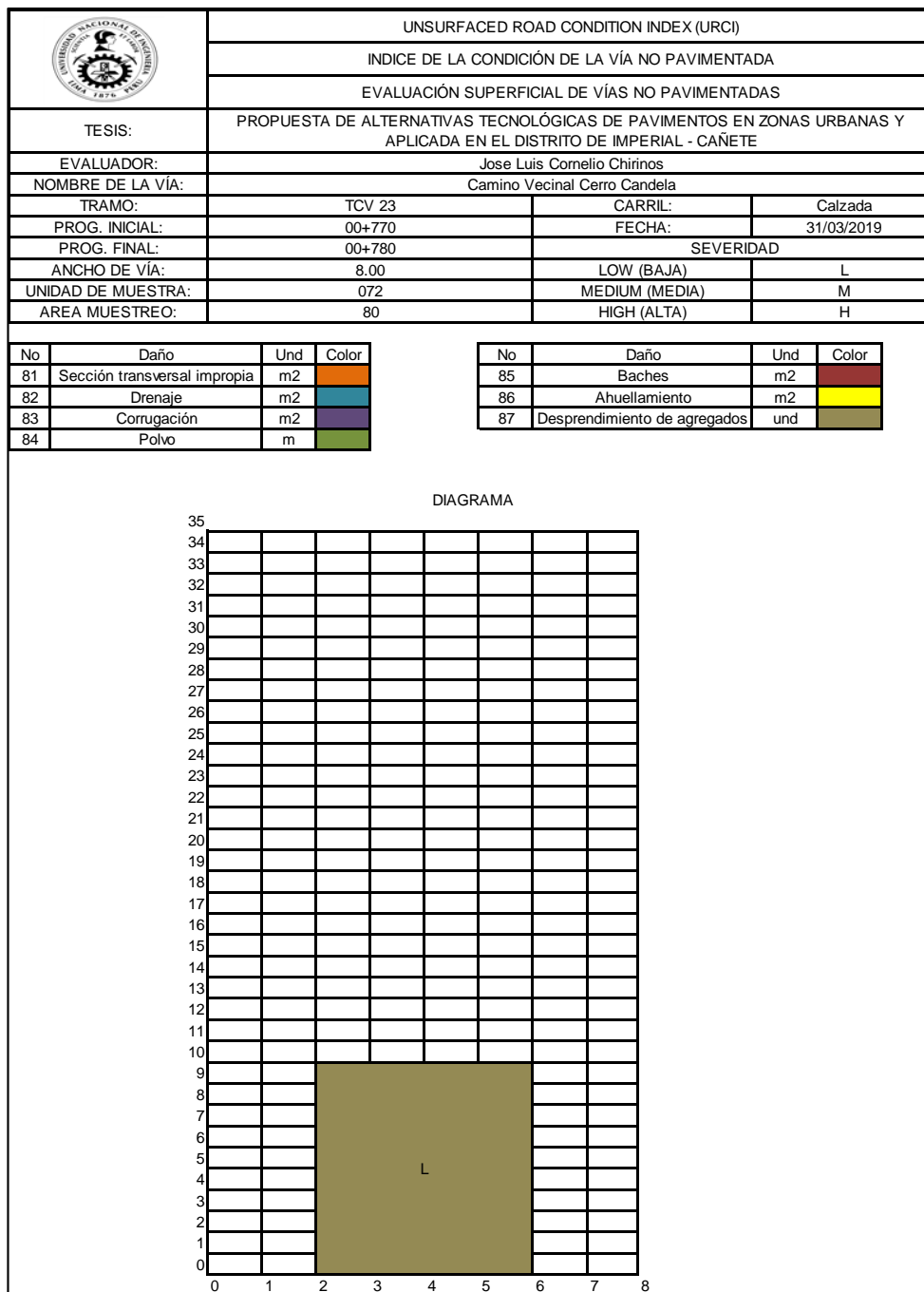


Figura N°139 Ficha de datos de cada unidad de muestreo 072.
Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO F: PROPUESTAS QUE PRESENTAN LOS MANUALES PARA CARRETERAS DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES.

- a.) Tipos de capas de rodadura según los rangos de demanda de tránsito (expresados en número de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 ton), como se observa en la Figura N°140:

Número de repeticiones de EE de 8.2 t	Superficie de rodadura deseable
50,000 < Rep. EE ≤ 150,000	Tratamiento Superficial Bicapa (TSB)
150,000 < Rep. EE ≤ 300,000	Carpeta Asfáltica en frío, con asfalto emulsionado. Espesor min. 5 cm. (o 2 capas de 2.5 cm)
300,000 < Rep. EE ≤ 600,000	Carpeta asfáltica en caliente Espesor min. 6 cm.
600,000 < Rep. EE ≤ 1'000,000	Carpeta asfáltica en caliente Espesor min. 7.5 cm.

Figura N°140 Tipos de superficies de rodadura y espesores mínimos deseables
Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de bajo volumen de tránsito, MTC (2008).

b.) Propuestas de capa de rodadura y base granular (con sus espesores respectivamente), de acuerdo a los ejes equivalentes, como se observa en la Figura N°141:

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		CAPA SUPERFICIAL	BASE GRANULAR
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	TSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12 mm, o Micropavimento: 25 mm Carpeta Asfáltica en Frío: 50 mm. Carpeta Asfáltica en Caliente: 50 mm.	150 mm
	TP2	300,001	500,000	TSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12 mm, o Micropavimento: 25 mm Carpeta Asfáltica en Frío: 60 mm. Carpeta Asfáltica en Caliente: 60 mm.	150 mm
	TP3	500,001	750,000	Micropavimento: 25 mm Carpeta Asfáltica en Frío: 60 mm. Carpeta Asfáltica en Caliente: 70 mm.	150 mm
	TP4	750,001	1,000,000	Micropavimento: 25 mm Carpeta Asfáltica en Frío: 70 mm. Carpeta Asfáltica en Caliente: 80 mm.	200 mm

Figura N°141 Espesores mín. de capa superficial y base granular para caminos de BVT.
Fuente: Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", Sección Suelos y Pavimentos, MTC (2014).

a.) Limitaciones de acuerdo al máximo tráfico en EE, como se observa en la Figura N°142:

CAPA SUPERFICIAL	LIMITACIONES DE TRÁNSITO Y GEOMETRÍA VIAL PARA LA APLICACIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE CAPA SUPERFICIAL		
	TRÁFICO EN EE	PENDIENTE MÁXIMA	CURVATURA HORIZONTAL
Carpeta Asfáltica en Caliente	Sin Restricción	Sin Restricción	Sin Restricción
Carpeta Asfáltica en Frio, mezcla asfáltica con emulsión.	$\leq 1'000,000$ EE	Sin Restricción	Sin Restricción
Micropavimento 25mm	$\leq 1'000,000$ EE	Sin Restricción	Sin Restricción
Tratamiento Superficial Bicapa.	$\leq 500,000$ EE	No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%	No Aplica en tramos con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12mm.	$\leq 500,000$ EE	No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%	No Aplica en tramos que obliguen al frenado de vehículos

Figura N°142 Restricción de tránsito y geometría vial para los distintos tipos de capa superficial
Fuente: Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, Sección Suelos y Pavimentos, MTC, 2014.

ANEXO G: CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS POR DEMANDA.

Se pueden clasificar las carreteras de acuerdo a la demanda de vehículos que transitan por día, tal como se observa en la Tabla N°45:

Tabla N°45. Clasificación de Carretera por demanda

DEMANDA	Autopista de Primera Clase	Autopista de Segunda Clase	Carretera de Primera Clase	Carretera de Segunda Clase	Carretera de Tercera Clase	Trochas Carrozables
Veh/día	> 6,000	$\leq 6,000$ > 4,000	$\leq 4,000$ > 2,000	$\leq 2,000$ > 400	≤ 400 ≥ 200	< 200

Fuente: Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013, MTC (2013).

ANEXO H: TIPOS DE CAMINOS POR EJES EQUIVALENTES.

Para entender lo indicado en los anexos anteriores, los tipos de tráfico pesados están expresado en rangos de Números de Repeticiones de Ejes Equivalentes, tal como se indica en la Figura N°143 y Figura N°144.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS	
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	75,000	150,000
	T _{P1}	150,001	300,000
	T _{P2}	300,001	500,000
	T _{P3}	500,001	750,000
	T _{P4}	750,001	1,000,000
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000
	T _{P15}	>30'000,000	

Figura N°143 Tipos de tráficos pesados para vías pavimentadas de acuerdo a los EEs
Fuente: MTC, Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, Sección Suelos y Pavimentos, MTC (2014).

Tipos de Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
TNP1	≤ 25,000 EE
TNP2	> 25,000 EE ≤ 75,000 EE
TNP3	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
TNP4	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE

Figura N°144 Tipos de tráficos pesados para vías no pavimentadas de acuerdo a los EEs
Fuente: Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, Sección Suelos y Pavimentos, MTC (2014).


ANEXO I: TABLA SALARIAL DEL PERSONAL DE PISO.

Tabla N°46. Monto salarial del Personal de Piso

PERSONAL DE PISO		
Código	Categoría	Costo HH S/.
0147010100	Capataz	25.13
0147010101	Operario	16.37
0147010102	Oficial	12.99
0147010103	Peón	11.76
0147010104	Técnico de laboratorio	25.00
0147010105	Operador de Planta	26.41
0147010106	Técnico de Man. - Planta	25.13
0147010107	Calderero	27.80
0147010108	Operador de Equipo Liviano	20.42
0147010109	Operador de Equipo Mediano	20.50
0147010110	Operador de Equipo Pesado	20.56

Fuente: Base de datos de costo salarial de trabajadores (tarifas aplicadas a obras de asfaltos).
TDM (2020).

ANEXO J: TABLA SALARIAL DE REGIMEN DE CONSTRUCCIÓN.



**FEDERACIÓN DE TRABAJADORES EN
CONSTRUCCIÓN CIVIL DEL PERÚ**

Reconocido Oficialmente el 23-08-1962 por Resolución Sub-Directorial N°56
Afilado a la CGTP - FLEMACON - UIS

Sede Institucional: Prologación Cangallo N°670- La Victoria
Telefax: 312-2034/201-2370/325-5495 Cel: 987515423
Email: secretaria@ftccperu.com
Web: www.ftccperu.com

TABLA DE SALARIOS CON BENEFICIOS SOCIALES REGIMEN DE CONSTRUCCION CIVIL Expediente N° 173-2019-MTPE/2/14-NC (Del 01.06.2019 al 31.05.2020)					
OPERARIO					
Jornal Básico	70.30	*	6	Días	421.80
Dominical	11.72	*	6	Días	70.30
BUC 32%	22.50	*	6	Días	134.98
Movilidad	8.00	*	6	Días	48.00
Indem. 12% + Util. 3%	10.55	*	6	Días	63.27
Vacaciones 10%	7.03	*	6	Días	42.18
Gratificación Fiestas Patrias	13.39	*	7	Días	93.73
B. Extraordinaria Ley 29351	1.21	*	7	Días	8.44
Total bruto salarios					882.70
Descuento S.N.P. 13%					87.00
Descuento CONAFOVICER 2%					9.84
Pago neto semanal					785.85
OFICIAL					
Jornal Básico	55.40	*	6	Días	332.40
Dominical	9.23	*	6	Días	55.40
BUC 30%	16.62	*	6	Días	99.72
Movilidad	8.00	*	6	Días	48.00
Indem. 12% + Util. 3%	8.31	*	6	Días	49.86
Vacaciones 10%	5.54	*	6	Días	33.24
Gratificación Fiestas Patrias	10.55	*	7	Días	73.87
B. Extraordinaria Ley 29351	0.95	*	7	Días	6.65
Total bruto salarios					699.13
Descuento S.N.P. 13%					67.70
Descuento CONAFOVICER 2%					7.76
Pago neto semanal					623.68
PEON					
Jornal Básico	49.70	*	6	Días	298.20
Dominical	8.28	*	6	Días	49.70
BUC 30%	14.91	*	6	Días	89.46
Movilidad	8.00	*	6	Días	48.00
Indem. 12% + Util. 3%	7.455	*	6	Días	44.73
Vacaciones 10%	4.97	*	6	Días	29.82
Gratificación Fiestas Patrias	9.47	*	7	Días	66.27
B. Extraordinaria Ley 29351	0.85	*	7	Días	5.96
Total bruto salarios					632.14
Descuento S.N.P. 13%					60.73
Descuento CONAFOVICER 2%					6.96
Pago neto semanal					564.45

Figura N°145 Tabla salarial de régimen de construcción
Fuente: Federaciones de trabajadores en construcción civil del Perú (2020).

ANEXO K: COSTO DE LOS MATERIALES.**Tabla N°47.** Costos de cada material por unidad

MATERIALES			
Código	Categoría	Costo por und respectiva S/.	Unidades
0220010000	Emulsión CSS 1/CSS 1H	6.31	gln
0220010001	Emulsión CRS 1/CRS 2	6.00	gln
0220010002	Emulsión CRS2 P/CRS2 HP	6.62	gln
0220010003	Emulsión CQS 1H	7.07	gln
0220010004	Emulsión CRS 1P/CRS 1HP	6.15	gln
0220010005	Emulsión CQS 1HP	8.23	gln
0220010006	Betutec IB-PG 70-28	9.13	gln
0220010007	Petróleo Diésel # 2	11.51	gln
0220010008	Gasolina	12.98	gln
0220010009	Consumibles Picas	18.48	pza
0220010010	Consumibles PortaPicas	173.00	pza
0220010011	Sellador elastomérico SELLATEC	75.00	kg
0220010012	Cemento Portland Tipo IP por 42.50kg	21.52	bls
0220010013	Tiza AD por bolsa de 40kg	0.25	Kg
0220010014	Aditivo Mejorador de Adherencia	16.00	kg
0220010015	Adhesol 3000	14.56	Kg
0220010016	Aceite térmico	32.71	gln
0220010017	Arena chancada	76.20	m3
0220010018	Arena zarandeada	32.22	m3
0220010019	Piedra chancada huso # 7 - TSB	72.46	m3
0220010020	Piedra chancada huso # 5 - TSB	75.30	m3
0220010021	Piedra chancada	38.53	m3
0220010022	Agua para la Obra	35.83	m3
0220010023	Aditivo de Rotura para Emulsión (sulfato de aluminio)	2.00	kg
0220010024	Material granular de corrección	86.83	m3

Fuente: Base de datos de costo de venta de materiales (tarifas aplicadas a obras de asfaltos). TDM (2020).

ANEXO L: COSTO DE ALQUILER DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS.**Tabla N°48.** Costos de alquiler de equipos y maquinarias por hora

EQUIPOS Y MAQUINARIAS		
Código	Categoría	Costo HM S/.
0337010000	Compresora neumática 87 hp 250-330 PCM	62.90
0337010001	Minicargador + Barredora - Imprimación	129.87
0337010002	Cargador frontal Cat 962H - Planta MAC	196.14
0337010003	Motoniveladora CAT 140 H	191.49
0337010004	Excavadora Sobre Orugas 115-165 HP	290.00
0337010005	Tractor Sobre Orugas 115-165 HP	300.00
0337010006	Camión Baranda	108.40
0337010007	Camioneta rural tipo combi	50.27
0337010008	Camión volquete 18m3	160.09
0337010009	Camión Imprimador 6X2, 178-210 HP, 2000 GLN	112.64
0337010011	Tanque de Emulsión Estacionaria	156.00
0337010012	Motobomba 7-10 HP 3"-4"	8.32
0337010013	Camión Cisterna A/E 4000 gln NL/10 6x4	121.12
0337010014	Camión Cisterna A/E 8000 gln NL/10 6x4	141.12
0337010015	Camión Cisterna 4 X 2 (agua) 145 - 165 HP	150.09
0337010016	Rodillo Bermero	77.31
0337010017	Rodillo Vibratorio CAT CS 533	112.58
0337010018	Rodillo neumático 10 tn	273.80
0337010019	Rodillo tándem 10 tn	283.47
0337010020	Pavimentadora de asfalto	329.56
0337010021	Micropavimentadora	1012.71
0337010022	Camión Chip Sealer	267.53
0337010024	Máquina recicladora	972.55
0337010025	Grupo electrógeno 20/30 kw	36.50
0337010026	Grupo electrógeno 350 kw	65.00
0337010027	Caldero	100.00
0337010028	Planta de asfalto en caliente 80 ton/h	1085.49
0337010029	Mezcladora de Concreto 18 HP, 11-12 P3	30.65
0337010030	Chancadora Prim. Secund. 5 Fajas 75 HP 46-70 TON	1220.00
0337010031	Faja Transportadora de 18" X 40"	6.57
0337010032	Faja Transportadora de 18" X 40" Motor Eléctrico 3KW 150 TON	6.57
0337010033	Zaranda Vibratoria 4"X6"X14"	71.21
0337010034	Zaranda Estática	30.00
0337010035	Herramientas manuales	5%

Fuente: Base de datos de costo de alquiler de maquinarias (tarifas aplicadas a obras de asfaltos). TDM (2020).

ANEXO M: ACU DE LAS SUB PARTIDAS.

Tabla N°49. ACU de Agua para la Obra

Partida	AGUA PARA LA OBRA			Jornada de trabajo:	horas	8
Rendimiento:	m3/DIA	MO. : 38.0000	EQ. : 38.0000	Costo unitario:	m3	35.83
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010004	Peón	hh	1.0000	0.2105	11.76	2.48
						2.48
Equipos						
337010659	Motobomba 7-10 HP 3"-4"	hm	1.0000	0.2105	8.32	1.75
300011236	Camión Cisterna 4 X 2 (agua) 145 - 165 HP	hm	1.0000	0.2105	150.09	31.60
						33.35

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°50. ACU de Arena Chancada

Partida :	ARENA CHANCADA			Jornada de trabajo:	horas	8
Rendimiento:	m3/DIA	MO. : 1.0000	EQ. : 1.0000	Costo unitario:	m3	76.20
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
	EXTRACCIÓN Y APILAMIENTO	m3		1.3402	5.88	7.88
	TRANSPORTE INTERNO D=0.30 KM. (PLANTA)	m3		1.3402	4.86	6.51
	ZARANDEO Y CHANCADO (ARENA)	m3		1.3402	46.12	61.81
						76.20

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°51. ACU de Arena Zarandeada

Partida :	ARENA ZARANDEADA			Jornada de trabajo:	horas	8
Rendimiento:	m3/DIA	MO. : 1.0000	EQ. : 1.0000	Costo unitario:	m3	32.22
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
	EXTRACCIÓN Y APILAMIENTO	m3		1.3402	5.88	7.88
	TRANSPORTE INTERNO D=0.30 KM. (PLANTA)	m3		1.3402	4.86	6.51
	ZARANDEO DE ARENA	m3		1.3402	13.30	17.82
						32.22

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°52. ACU de Piedra Chancada

Partida :	PIEDRA CHANCADA			Jornada de trabajo:	horas	8
Rendimiento:	m3/DIA	MO. : 1.0000	EQ. : 1.0000	Costo unitario:	m3	38.53
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
	EXTRACCIÓN Y APILAMIENTO	m3		1.3402	5.88	7.88
	TRANSPORTE INTERNO D=0.30 KM. (PLANTA)	m3		1.3402	4.86	6.51
	ZARANDEO Y CHANCADO (PIEDRA)	m3		1.3402	18.01	24.14
						38.53

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°53. ACU de Material Granular de Corrección

Partida :	MATERIAL GRANULAR DE CORRECCIÓN			Jornada de trabajo:	horas	8
Rendimiento:	m3/DIA	MO. : 1.0000	EQ. : 1.0000	Costo unitario:	m3	86.83
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
	EXTRACCIÓN Y APILAMIENTO	m3		1.3402	5.88	7.88
	TRANSPORTE INTERNO D=0.30 KM. (PLANTA)	m3		1.3402	4.86	6.51
	ZARANDEO Y CHANCADO (P/MATERIAL)	m3		1.3402	54.05	72.44
						86.83

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N: ACU DE LAS ACTIVIDADES DE LAS SUB PARTIDAS.

Tabla N°54. ACU de Extracción y Apilamiento

Partida	EXTRACCIÓN Y APILAMIENTO			Jornada de trabajo:	horas	8
Rendimiento:	m3/DIA	MO. : 650.0000	EQ. : 650.0000	Costo unitario:	m3	5.88
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010101	Capataz	hh	0.5000	0.0062	25.13	0.15
0147010004	Peón	hh	2.0000	0.0246	11.76	0.29
						0.44
Equipos						
0337010001	Herramientas manuales	%mo		5.0000	0.44	0.02
300186	Excavadora Sobre Orugas 115-165 HP	hm	1.0000	0.0123	290.00	3.57
300187	Tractor Sobre Orugas 115-165 HP	hm	0.5000	0.0062	300.00	1.85
						5.44

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°55. ACU de Transporte Interno D=0.30 KM. (planta)

Partida	TRANSPORTE INTERNO D=0.30 KM. (PLANTA)			Jornada de trabajo:	horas	8
Rendimiento:	m3/DIA	MO. : 425.0000	EQ. : 425.0000	Costo unitario:	m3	4.86
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Equipos						
300008	Cargador frontal Cat 962H - Planta MAC	hm	0.5000	0.0094	196.14	1.85
300011	Camión volquete 18m3	hm	1.0000	0.0188	160.09	3.01
						4.86

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°56. ACU Zarandeo y Chancado (Arena)

Partida	ZARANDEO Y CHANCADO (ARENA)			Jornada de trabajo:	horas	8
Rendimiento:	m3/DIA	MO. : 240.0000	EQ. : 240.0000	Costo unitario:	m3	46.12
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010101	Capataz	hh	0.1000	0.0033	25.13	0.08
147010102	Oficial	hh	1.0000	0.0333	12.99	0.43
0147010004	Peón	hh	4.0000	0.1333	11.76	1.57
						2.08
Equipos						
0337010001	Herramientas manuales	%mo		5.0000	2.08	0.10
300008	Cargador frontal Cat 962H - Planta MAC	hm	0.5000	0.0167	196.14	3.27
300022	Chancadora Prim. Secund. 5 Fajas 75 HP 46-70 TON	hm	1.0000	0.0333	1,220.00	40.67
						44.04

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°57. ACU de Zarandeo de Arena

Partida	ZARANDEO DE ARENA			Jornada de trabajo:	horas	8
Rendimiento:	m3/DIA	MO. : 183.0000	EQ. : 183.0000	Costo unitario:	m3	13.300
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010101	Capataz	hh	1.0000	0.0437	25.13	1.10
0147010004	Peón	hh	3.0000	0.1311	11.76	1.54
						2.64
Equipos						
0337010001	Herramientas manuales	%mo		5.0000	2.64	0.13
300002	Faja Transportadora de 18" X 40"	hm	1.0000	0.0437	6.57	0.29
300008	Cargador frontal Cat 962H - Planta MAC	hm	0.5000	0.0219	196.14	4.29
300001	Zaranda Vibratoria 4"X6"X14"	hm	1.0000	0.0437	71.21	3.11
300015	Grupo electrógeno 350 kw	hm	1.0000	0.0437	65.00	2.84
						10.66

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°58. ACU de Zarandeo y Chancado (Piedra)

Partida	ZARANDEO Y CHANCADO (PIEDRA)			Jornada de trabajo:	horas	8
Rendimiento:	m3/DIA	MO. : 600.0000	EQ. : 600.0000	Costo unitario:	m3	18.01
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010101	Capataz	hh	0.1000	0.0013	25.13	0.03
147010102	Oficial	hh	1.0000	0.0133	12.99	0.17
0147010004	Peón	hh	4.0000	0.0533	11.76	0.63
						0.83
Equipos						
0337010001	Herramientas manuales	%mo		5.0000	0.83	0.04
300008	Cargador frontal Cat 962H - Planta MAC	hm	0.3333	0.0044	196.14	0.87
300022	Chancadora Prim. Secund. 5 Fajas 75 HP 46-70 TON	hm	1.0000	0.0133	1,220.00	16.27
						17.18

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°59. ACU de Zarandeo y Chancado (P/Material)

Partida	ZARANDEO Y CHANCADO (P/MATERIAL)			Jornada de trabajo:	horas	8
Rendimiento	m3/DIA	MO.: 235.0000	EQ.: 235.0000	Costo unitario:	m3	54.05
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010101	Capataz	hh	0.1000	0.0034	25.13	0.09
147010102	Oficial	hh	1.0000	0.0340	12.99	0.44
0147010004	Peón	hh	6.0000	0.2043	11.76	2.40
						2.93
Equipos						
0337010001	Herramientas manuales	%mo		5.0000	2.93	0.15
300002	Faja Transportadora de 18" X 40"	hm	1.0000	0.0340	6.57	0.22
300008	Cargador frontal Cat 962H - Planta MAC	hm	0.5000	0.0170	196.14	3.34
300001	Zaranda Vibratoria 4"X6"X14"	hm	1.0000	0.0340	71.21	2.42
300014	Grupo electrógeno 20/30 kw	hm	1.0000	0.0340	36.50	1.24
300015	Grupo electrógeno 350 kw	hm	1.0000	0.0340	65.00	2.21
300022	Chancadora Prim. Secund. 5 Fajas 75 HP 46-70 TON	hm	1.0000	0.0340	1,220.00	41.53
						51.12

Fuente: Elaboración propia.