

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“FACTORES ACTUANTES EN EL COMPORTAMIENTO  
DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE LUIS  
GALVANI-ATE VITARTE-2019”**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. DOMINGO MORALES, WILFREDO EFRAIN**

**Bach. ELESCANO QUINTO, JUNIOR EDGAR**

**Línea de Investigación Institucional: Transportes Y Urbanismo**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**Huancayo – Perú**

**2021**

---

**DR. RUBEN DARIO TAPIA SALGUERA**

**DECANO**

---

**NATALY LUCIA CORDOVA ZORRILLA**

**JURADO**

---

**ALCIDES LUIS FABIAN BRAÑES**

**JURADO**

---

**CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES**

**JURADO**

---

**MG. MIGUEL ANGEL CARLOS CANALES**

**SECRETARIO DOCENTE**

ASESOR

**Ing. CARLOS ENRIQUE PALOMINO DAVIRAN**

## **DEDICATORIA**

A mis padres ELISEO YANAC y VICTORIA MORALES, por su apoyo permanente que me brindaron a pesar de muchos problemas que se dieron no me dejaron de apoyar y siempre me inspiraron mi superación y me dieron fuerzas para seguir adelante hasta llegar a la meta trazada ellos hacen mi superación personal y profesional.

A mis amistades por su apoyo incondicional que me brindaron para lograr mi meta.

**Wilfredo Efrain, Domingo Morales**



## **DEDICATORIA**

A toda mi familia y en principal a mi madre ANGELICA y a KARLITA, que en mis peores momentos estuvieron ahí conmigo, alentándome, confiando en mí y lo principal haciendo que yo confíe en mí.

A mi abuelita OSWALDA quien desde el cielo guía mis pasos y me dio las fuerzas para levantarme una vez más en mi vida, y por ultimo a todos los jóvenes con sueños y metas en la vida, que nunca se limitan o se conforman con algo, a esos jóvenes que ponen el esfuerzo por ser mejor día a día y querer construir un país mejor.

**Junior Edgar Elescano Quinto**

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS por darnos la fortaleza de salir adelante ante las adversidades de la vida.

A nuestro Señor Decano de la Facultad de Ingeniería Civil de nuestra Universidad Peruana los Andes, por su gran valioso aporte al desarrollo de las ciencias de Ingeniería y su constante ansias para motivarnos en el desarrollo de nuestra investigación.

A mi asesor al Ing. JULIO BUYU NAKANDAKARE SANTANA quien con su experiencia y amplios conocimientos nos guio por el camino correcto en nuestra investigación.

# INDICE

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	21
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	21
1.2. FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	22
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	22
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS .....	22
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	22
1.3.1. PRACTICA O SOCIAL.....	22
1.3.2. CIENTÍFICA O TEÓRICA .....	22
1.3.3. METODOLÓGICA.....	22
1.4. DELIMITACIONES .....	23
1.4.1. ESPACIAL.....	23
1.4.2. TEMPORAL .....	23
1.4.3. ECONÓMICA.....	23
1.5. LIMITACIONES .....	23
1.6. OBJETIVOS.....	24
1.6.1. OBJETIVO GENERAL.....	24
1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....	25
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
2.1.1. ANTECEDENTES NACIONALES .....	25
2.1.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	27
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	28
2.2.1. PAVIMENTO .....	28
2.2.2. CARACTERISTICAS DE UN PAVIMENTO.....	28
2.2.3. TIPOS DE PAVIMENTOS.....	29
2.2.4. CICLO DE VIDA DEL PAVIMENTO .....	30
2.2.5. PAVIMENTO RÍGIDO .....	31
2.2.6. COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO DE CONCRETO .....	41
2.2.7. FACTORES QUE AFECTAN EL COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO DE CONCRETO .....	42

2.2.8.	EVALUACION DEL PAVIMENTO .....	45
2.2.9.	ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI – Pavement Condition Index) .....	52
2.2.10.	ÍNDICE DE REGULARIDAD SUPERFICIAL (IRI).....	58
2.2.11.	ESFUERZOS Y DEFLEXIONES EN PAVIMNETOS RIGIDOS....	66
2.2.12.	MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS PARA EL ANALISIS DE PAVIMENTO RIGIDOS.....	73
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	76
2.4.	HIPÓTESIS.....	78
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL.....	78
2.4.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICA(S).....	78
2.5.	VARIABLES.....	78
2.4.1.	DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE .....	78
2.4.2.	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LA VARIABLE .....	79
2.4.3.	OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE .....	80
CAPITULO III: METODOLOGIA .....		81
3.1.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	81
3.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	81
3.3.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	81
3.4.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	81
3.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	81
3.6.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	82
3.6.1.	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	82
3.6.2.	INSTRUMENTOS .....	82
3.7.	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	82
3.8.	TÉCNICAS Y ANÁLISIS DE DATOS .....	83
CAPITULO IV: RESULTADOS .....		84
4.1.	OBJETO DE ESTUDIO .....	84
4.2.	UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO.....	84
4.3.	ANÁLISIS DE LOS FACTORES ACTUANTES.....	85
4.3.1.	SUELO .....	85
4.3.2.	TRAFICO .....	87
4.3.3.	CLIMA .....	89

4.3.4. MATERIAL .....	92
4.4. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FUNCIONAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO.....	95
4.4.1. EVALUACION DEL PAVIMENTO RIGIDO – METODO PCI .....	95
4.4.2. PROCEDIMIENTO.....	95
4.4.3. EVALUACION PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RUGOSIDAD (IRI) – RUGOSIMETRO DE BERLIN.....	103
4.5. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO.....	110
4.5.1. EVALUACION DEL MODELO PATRON PARA LOSAS DE 8.00 x 7.20m	112
4.5.2. EVALUACION EN EL PUNTO 1 – MUESTRA 1 .....	121
4.5.3. EVALUACION EN EL PUNTO 2 – MUESTRA 2.....	122
4.5.4. EVALUACIÓN DEL MODELO PATRON PARA LOSAS DE 7 X 7.20	125
4.5.5. EVALUACION EN EL PUNTO 3 – MUESTRA 3.....	126
4.5.6. EVALUACION EN EL PUNTO 4 – MUESTRA 4.....	129
4.5.7. EVALUACION EN EL PUNTO 5 – MUESTRA 5.....	130
4.5.8. EVALUACION EN EL PUNTO 6 – MUESTRA 6.....	132
4.6. DISEÑO DEL PAVIMENTO.....	141
4.6.1. DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO .....	141
4.6.2. DISEÑO DE BASE GRANULAR.....	142
4.6.3. ESPESOR DE LA SOBRECAPA DE ASFALTO –SEGÚN CATALOGO MTC .....	142
4.6.4. PRESUPUESTO DE LAS PROPUESTAS ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO.....	147
4.7. PRUEBA Y DISCUSIÓN DE HIPÓTESIS.....	152
CAPITULO V: DISCUSION DE RESULTADOS .....	153
CONCLUSIONES .....	156
RECOMENDACIONES.....	157
REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS.....	158
A. BIBLIOGRAFIA .....	158
B. PAGINAS WEB.....	159
ANEXOS .....	160

□ ANEXO 01: Matriz de consistencia.....	160
□ ANEXO 02: Plano de ubicación del área.....	160
□ ANEXO 03: Estudio de suelo.....	160
□ ANEXO 04: Estudio de tráfico.....	160
□ ANEXO 05: Estudio de clima.....	160
□ ANEXO 06: Ensayo de material (sub base y losa de concreto).....	160
□ ANEXO 07: Índice de Condición del Pavimento Rígido (PCI).....	160
□ ANEXO 08: Índice de Rugosidad Internacional del Pavimento Rígido (IRI).....	160
□ ANEXO 09: Análisis estructural – elementos finitos (EverFE 2.24) .....	160
□ ANEXO 10: Diseño de pavimento. ....	160
□ ANEXO 11: Presupuesto. ....	160
□ ANEXO 12: Panel fotográfico .....	160
□ ANEXO 13: Planos .....	160
ANEXOS .....	161

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> El ciclo de vida del pavimento .....	31
<b>Figura 2.</b> Diagrama de flujos de vía de un pavimento .....	31
<b>Figura 3.</b> Componentes de un pavimento rígido con juntas .....	32
<b>Figura 4.</b> Efecto del clima y el tráfico en el comportamiento del pavimento ....	43
<b>Figura 5.</b> Curvas de Isoesfuerzos (Mpa) de tracción en la cara superior de una losa de alabeo cóncavo .....	43
<b>Figura 6.</b> Patrón de agrietamiento .....	44
<b>Figura 7.</b> Variación del índice de serviciabilidad de un pavimento por efecto de las cargas en relación al tiempo .....	51
<b>Figura 8.</b> Grados de la condición del pavimento (PCI) .....	58
<b>Figura 9.</b> Comparativa textura y rugosidad en pavimentos .....	58
<b>Figura 10.</b> Escala Estándar empleada por el Banco Mundial para cuantificar el IRI.....	59
<b>Figura 11.</b> Velocidad Máxima según la Rugosidad de vía .....	59
<b>Figura 12.</b> Esquema Rugosímetro Merlín .....	62
<b>Figura 13.</b> Tablero de equipo Merlín.....	65
<b>Figura 14.</b> Alabeo de las losas debido al gradiente termina.....	67
<b>Figura 15.</b> Deformaciones por gradiente de temperatura en una losa de concreto .....	67
<b>Figura 16.</b> Losa de dimensiones finitas .....	68
<b>Figura 17.</b> Factor de corrección de esfuerzos según gradiente termico en losas finitas.....	69
<b>Figura 18.</b> Posición de carga analizada por Westergaard.....	70
<b>Figura 19.</b> Esfuerzo máximo - cargas de esquina .....	71
<b>Figura 20.</b> <i>Esfuerzo interior de la losa</i> .....	72
<b>Figura 21.</b> Esfuerzo debido a la carga en el borde.....	72
<b>Figura 22.</b> Diseño de investigación no experimental, transaccional o transversal.....	81
<b>Figura 23.</b> <i>Población de la investigación</i> .....	82
<b>Figura 24.</b> Mapa del Perú.....	
<b>Figura 25.</b> . Mapa del Departamento de Lima .....	

<b>Figura 26.</b> Mapa del Distrito de Ate Vitarte .....	
<b>Figura 27.</b> Gráfico de ubicación de la Calle Luis Galvani (cuadra 1, cuadra 2 y cuadra 3) .....	85
<b>Figura 28.</b> Estación hidrometeorológica VON HUMBOLDT .....	90
<b>Figura 29.</b> Carbonatación del concreto.....	95
<b>Figura 30.</b> Ubicación de la Muestra 1 .....	96
<b>Figura 31.</b> Ubicación de la Muestra 2 .....	97
<b>Figura 32.</b> Ubicación de la Muestra 3. ....	99
<b>Figura 33.</b> Clasificación del PCI.....	102
<b>Figura 34.</b> Rangos y Valores característicos de IRI. ....	104
<b>Figura 35.</b> Panel de geometría - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m .....	113
<b>Figura 36.</b> Panel de materiales - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m .....	114
<b>Figura 37.</b> Panel de carga y temperatura - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m .....	115
<b>Figura 38.</b> Panel de junta - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m.....	115
<b>Figura 39.</b> Panel de malla - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m .....	116
<b>Figura 40.</b> Tensiones máximas principales en la parte superior - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m.....	117
<b>Figura 41.</b> Tensiones máximas principales en la parte inferior - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m.....	117
<b>Figura 42.</b> Deformación - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m.....	118
<b>Figura 43.</b> Resultados para el panel - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m .....	119
<b>Figura 44.</b> Detalle propuesta estructural del pavimento según diseño .....	146
<b>Figura 45.</b> Detalle pavimento existente con sobrecapa de asfalto según diseño. ....	146

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Grafico 1.</b> Índice Medio Semanal.....	88
<b>Grafico 2.</b> Variación de Temperatura.....	91
<b>Grafico 3.</b> Variación de Precipitación.....	91
<b>Grafico 4.</b> Variación de Humedad.....	92
<b>Grafico 5.</b> Resistencia del Concreto en Mal Estado.....	94



<b>Grafico 6.</b> Resistencia del Concreto en Buen Estado .....	94
<b>Grafico 7.</b> Estado General del Pavimento .....	101
<b>Grafico 8.</b> Tipo de fallas vs densidad de daño .....	102
<b>Grafico 9.</b> Tipos de fallas vs densidad de daño según su función .....	103
<b>Grafico 10.</b> Resultados de IRI.....	109
<b>Grafico 11.</b> Deflexiones máximas en el concreto - patrón 8.00x7.20m.....	120
<b>Grafico 12.</b> Deflexiones máximas en la subbase - patrón 8.00x7.20m.....	120
<b>Grafico 13.</b> Deflexiones máximas en el concreto - muestra 1 .....	122
<b>Grafico 14.</b> Deflexiones máximas en la subbase - muestra 1 .....	122
<b>Grafico 15.</b> Deflexiones máximas en el concreto - muestra 2.....	124
<b>Grafico 16.</b> Deflexiones máximas en la subbase - muestra 2.....	124
<b>Grafico 17.</b> Deflexiones máximas en el concreto - patrón 7.00x7.20m.....	126
<b>Grafico 18.</b> Deflexiones máximas en la subbase - patrón 7.00x7.20m.....	126
<b>Grafico 19.</b> Deflexiones máximas en el concreto - muestra 3.....	128
<b>Grafico 20.</b> Deflexiones máximas en la subbase - muestra 3.....	128
<b>Grafico 21.</b> Deflexiones máximas en el concreto - muestra 4.....	130
<b>Grafico 22.</b> Deflexiones máximas en la subbase - muestra 4.....	130
<b>Grafico 23.</b> Deflexiones máximas en el concreto - muestra 5.....	132
<b>Grafico 24.</b> Deflexiones máximas en la subbase - muestra 5.....	132
<b>Grafico 25.</b> Deflexiones máximas en el concreto - muestra 6.....	134
<b>Grafico 26.</b> Deflexiones máximas en la subbase - muestra 6.....	134
<b>Grafico 27.</b> Resumen de las deflexiones máximas para el gradiente térmico positivo en el concreto de las losas de 8.00x7.20m.....	135
<b>Grafico 28.</b> Resumen de las deflexiones máximas para el gradiente térmico positivo en la subbase de las losas de 8.00x7.20m.....	135
<b>Grafico 29.</b> Resumen de las deflexiones máximas para el gradiente térmico negativo en el concreto de las losas de 8.00x7.20m.....	136
<b>Grafico 30.</b> Resumen de las deflexiones máximas para el gradiente térmico negativo en la subbase de las losas de 8.00x7.20m.....	137
<b>Grafico 31.</b> Resumen de las deflexiones máximas para el gradiente térmico positivo en el concreto de las losas de 7.00x7.20m.....	138
<b>Grafico 32.</b> Resumen de las deflexiones máximas para el gradiente térmico positivo en la subbase de las losas de 7.00x7.20m.....	138

<b>Grafico 33.</b> Resumen de deflexiones máximas para el gradiente térmico negativo en el concreto de las losas de 7.00x7.20m.....	139
<b>Grafico 34.</b> Resumen de deflexiones máximas para el gradiente térmico negativo en subbase de las losas de 7.00x7.20m.....	140
<b>Grafico 35.</b> Evaluación económica de las propuestas .....	151

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> MR recomendado por tipo de vía .....	33
<b>Tabla 2.</b> Listado de fallas en un pavimento de concreto.....	33
<b>Tabla 3.</b> Rangos de Clasificación del PCI .....	52
<b>Tabla 4.</b> Valores de IRI (m/km) utilizados internacionalmente.....	60
<b>Tabla 5.</b> Programas de elementos finitos disponible para realizar el análisis de un pavimento rígido. ....	74
<b>Tabla 6.</b> Ensayos Destructivos con Calicatas .....	86
<b>Tabla 7.</b> Tipificación vehicular .....	89
<b>Tabla 8.</b> Datos hidrometeorológicos de la temperatura °C – ANEXO 5 .....	90
<b>Tabla 9.</b> Ensayos de la sub base .....	92
<b>Tabla 10.</b> Resultados del ensayo a la sub base M-1 .....	93
<b>Tabla 11.</b> Resultados del ensayo a la sub base M-2 .....	93
<b>Tabla 12.</b> PCI por cuadra .....	100
<b>Tabla 13.</b> PCI promedio.....	101
<b>Tabla 14.</b> Lectura de datos de campo.....	105
<b>Tabla 15.</b> Calculo del Factor de Corrección del Rugosímetro Merlín-Lectura en escala MERLIN .....	106
<b>Tabla 16.</b> <i>Lecturas del Vemier</i> .....	106
<b>Tabla 17.</b> Índice de regularidad - 1er tramo - lado derecho .....	107
<b>Tabla 18.</b> Índice de regularidad – 2do tramo - lado derecho .....	108
<b>Tabla 19.</b> Índice de regularidad - 1er tramo - lado izquierdo .....	108
<b>Tabla 20.</b> Índice de regularidad - 2do tramo - lado izquierdo .....	109
<b>Tabla 21.</b> Temperatura máxima y mínima de la losa - anexo 5.....	112
<b>Tabla 22.</b> Características consideradas en el diseño del pavimento – modelo patrón de losas de 8.00x7.20m .....	112

<b>Tabla 23.</b> Características consideradas en el diseño del pavimento – muestra 1 .....	121
<b>Tabla 24.</b> Características consideradas en el diseño del pavimento – muestra 2 .....	123
<b>Tabla 25.</b> Características consideradas en el diseño del pavimento – modelo patrón de losas de 8.0x7.2m.....	125
<b>Tabla 26.</b> Características consideradas en el diseño del pavimento – muestra 3 .....	127
<b>Tabla 27.</b> Características consideradas en el diseño del pavimento – muestra 4 .....	129
<b>Tabla 28.</b> Características consideradas en el diseño del pavimento – muestra 5 .....	131
<b>Tabla 29.</b> Características consideradas en el diseño del pavimento – muestra 6 .....	133
<b>Tabla 30.</b> Resumen De Variables De Diseño Con El Método De La AASHTO Para Pavimento Rígido .....	141
<b>Tabla 31.</b> Número de las Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 t, en el Carril de Diseño. ....	144
<b>Tabla 32.</b> MTC cuadro 12.16 Numero Estructural Requerido para Pavimentos Flexibles (NS) – Diseño 20 Años.....	145
<b>Tabla 33.</b> Costo de una rehabilitación del pavimento rígido por M2.....	147
<b>Tabla 34.</b> Costo de un Mejoramiento del Pavimento M2 .....	148
<b>Tabla 35.</b> Costo del pavimento compuesto (concreto y asfalto) por M2.....	149
<b>Tabla 36.</b> Resumen del costo por metro cuadrado (m2) .....	150
<b>Tabla 37.</b> Resumen del presupuesto evaluados.....	150

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Fallas del Pavimento Rígido .....	39
<b>Cuadro 2.</b> Fallas del Pavimento Rígido .....	40
<b>Cuadro 3.</b> Índice del Condición del Pavimento - Asfáltica.....	53
<b>Cuadro 4.</b> Índice del Condición del Pavimento - Concreto Hidráulico.....	53
<b>Cuadro 5.</b> Formato para la para las Iteraciones del cálculo del CDV .....	57
<b>Cuadro 6.</b> Operacionalización de Variables .....	80

<b>Cuadro 7.</b> Ubicación Geográfica según coordenadas .....	84
<b>Cuadro 8.</b> Resultados Obtenidos del Estudio - Mecánica de Suelos - Calicata N°01 .....	86
<b>Cuadro 9.</b> Resultados Obtenidos del Estudio - Mecánica de Suelos - Calicata N°02 .....	87
<b>Cuadro 10.</b> Conteo Vehicular en la calle Luis Galvani .....	88
<b>Cuadro 11.</b> Ensayo de compresión de las diamantinas (Anexo 06).....	94
<b>Cuadro 12.</b> Valor Reducido Corregido – Cuadra 1 .....	97
<b>Cuadro 13.</b> Valor Reducido Corregido - cuadra 2 .....	98
<b>Cuadro 14.</b> Valor Reducido Corregido - cuadra 3 .....	100
<b>Cuadro 15.</b> Resultados del IRI .....	109
<b>Cuadro 16.</b> Resultados de PSI según IRI .....	110
<b>Cuadro 17.</b> Características según el tipo de ejes de os vehículos pesados..	111
<b>Cuadro 18.</b> Desplazamiento de la carga – losas de 8.00 x 7.20m. ....	113
<b>Cuadro 19.</b> Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente térmico positivo - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m.....	119
<b>Cuadro 20.</b> Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente térmico negativo – - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m .....	119
<b>Cuadro 21.</b> Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico positivo – muestra 1 .....	121
<b>Cuadro 22.</b> Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico negativo – muestra 1 .....	121
<b>Cuadro 23.</b> Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico positivo – muestra 2 .....	123
<b>Cuadro 24.</b> Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente térmico negativo – muestra 2 .....	123
<b>Cuadro 26.</b> C. Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico positivo - modelo patrón de losas de 7.00x7.20m .....	125
<b>Cuadro 27.</b> Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente térmico negativo - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m.....	125
<b>Cuadro 28.</b> Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico positivo – muestra 3 .....	127

<b>Cuadro 29.</b> Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico negativo – muestra 3 .....	127
<b>Cuadro 30.</b> Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico positivo – muestra 4.....	129
<b>Cuadro 31.</b> Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico negativo – muestra 4 .....	129
<b>Cuadro 32.</b> Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico positivo – muestra 5 .....	131
<b>Cuadro 33.</b> Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico negativo – muestra 5 .....	131
<b>Cuadro 34.</b> Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico positivo – muestra 6 .....	133
<b>Cuadro 35.</b> Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico negativo – muestra 6 .....	133

## RESUMEN

En la presente investigación “FACTORES ACTUANTES EN EL COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE LUIS GALVANI – ATE VITARTE – 2019”, el problema general fue ¿Cuáles son los factores actuantes en el comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani - Ate Vitarte - 2019?, el objetivo general fue “Determinar los factores actuantes en el comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani - Ate Vitarte - 2019.”; y la hipótesis general fue “Los factores que actúan en el comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani - Ate Vitarte – 2019, son el suelo, el tráfico, el clima y los materiales de la estructura del pavimento.”.

El método de investigación fue científico como método general, y como métodos específicos el analítico, el tipo de investigación fue aplicada, con un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), el nivel de investigación fue Explicativo, el diseño de investigación fue no experimental. Para esta investigación la población fue el sistema vial de la Calle Luis Galvani cuadra 1, cuadra 2 y cuadra 3 y la muestra fue la estructura del pavimento rígido, de tipo No Probabilístico.

La conclusión principal fue Habiéndose evaluado y analizado los factores actuantes en el comportamiento del pavimento rígido se determinó que el tráfico, el clima y los materiales de la estructura del pavimento, son aquellos factores que influyen en el comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani - Ate Vitarte.

Palabras claves: Pavimento, Factores, Comportamiento y Deflexión

## **ABSTRACT**

In the present investigation “FACTORS ACTING ON THE BEHAVIOR OF THE RIGID PAVEMENT IN LUIS GALVANI STREET – ATE VITARTE – 2019”, the general problem was What are the factors acting on the behavior of the rigid pavement in Luis Galvani Street - Ate Vitarte - 2019? The general objective was “to determine the factors acting on the behavior of the rigid pavement in Luis Galvani Street - Ate Vitarte Street - 2019.”; And the general hypothesis was “the factors that act on the behavior of the rigid pavement in Luis Galvani Street - Ate Vitarte – 2019, are the soil, traffic, climate and materials of the structure of the pavement.”

The research method was scientific as a general method, and as specific methods the analytical one, the type of research was applied, with a mixed approach (quantitative and qualitative), the level of research was explanatory, the research design was not experimental. For this investigation the population was the road system of Calle Luis Galvani Cuadra 1, Cuadra 2 and Cuadra 3 and the sample was the structure of the rigid pavement, of a non-probabilistic type.

The main conclusion was having evaluated and analyzed the factors acting on the behavior of the rigid pavement it was determined that the traffic, climate and materials of the structure of the pavement, These are the factors that influence the behavior of the rigid pavement in Luis Galvani Street - Ate Vitarte.

**Keywords:** Pavement, Factors, Behavior and Deflection

## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de investigación titulado “FACTORES ACTUANTES EN EL COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE LUIS GALVANI – ATE VITARTE – 2019” se basa en el estudio de los factores actuantes en el comportamiento funcional y estructural del pavimento rígido.

Para esta investigación se realizan los estudios de PCI y IRI, a fin de determinar las fallas estructurales y funcionales existente en la vía, así como también se trabaja con el programa EverFE 2.24 con lo cual se analiza los esfuerzos y deflexiones producidos por los factores actantes en el pavimento rígido.

El estudio de investigación se justifica eminentemente por razones técnicas en la necesidad de conocer el comportamiento funcional y estructural del pavimento rígido en la calle Luis Galvani, ya que el pavimento en evaluación presenta algunas deficiencias respecto a la durabilidad, serviciabilidad, mantenimiento, etc.

La presente tesis se organiza en seis capítulos, siendo:

CAPÍTULO I. Trata del planteamiento del problema, formulación y sistematización del problema, justificación, delimitaciones, limitaciones y los objetivos de la investigación.

CAPÍTULO II. Se presentan los antecedentes del estudio, marco conceptual, definición de términos, hipótesis y variables de la investigación.

CAPÍTULO III. Se exponen la metodología de la investigación, el tipo de investigación, el nivel y diseño de la investigación, así como la población y muestra, técnicas e instrumentos de recopilación de datos, procesamiento de la información y técnicas y análisis de datos.

CAPÍTULO IV. Se presentan los resultados obtenidos.

CAPÍTULO V. Se expone la discusión de resultados.

Se expone las conclusiones y recomendaciones



# **CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la actualidad a nivel nacional e internacional la vida útil de las vías pavimentadas han sido una preocupación permanente para todos los ciudadanos, ya que todos los pavimentos sin excepción se deterioran, esto debido a los factores actuantes, por esta razón el mantenimiento continuo y la utilización de nuevos materiales es de gran importancia, así como también un mejor diseño que refuerce y mejoren las características de los pavimentos.

En el Perú, en las últimas décadas la ciudad de lima ha venido teniendo un incremento del parque automotor, esta causa ha generado como uno de sus principales consecuencias el deterioro acelerado de las vías pavimentadas, ya que en el país es preferible dejar que el pavimento se deteriore totalmente antes que realizar un mantenimiento continuo y una conservación del mismo.

La calle Luis Galvani se encuentra dentro de la Urbanización Industrial Santa Rosa en el distrito de Ate Vitarte, esto significa que el pavimento rígido existente soporta cargas pesadas. Frente a esta situación se necesitó evaluar las vías del pavimento rígido, ya que las vías existentes presentan un estado de deterioro considerable.

El pavimento rígido existente en toda la vía presenta fallas estructurales y superficiales, con altas y bajas severidad de daño, las cuales ponen en riesgo la vida de los pobladores en general. Es común que estas fallas se presenten en el pavimento rígido debido a que no existen una operación y un mantenimiento constante de la vía, ya que estos pavimentos son afectados por los factores actuantes, así como también por el mal usos de ella.

Es por ello que este trabajo de investigación está elaborado con el fin de determinar cuáles son los factores actuantes en el comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani del distrito de Ate Vitare– Lima-2019.

## **1.2. FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cuáles son los factores actuantes en el comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani - Ate Vitarte - 2019?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- a) ¿Qué factores actúan en el comportamiento funcional del pavimento rígido en la calle Luis Galvani - Ate Vitarte – 2019?
- b) ¿Cuáles de los factores actúan en el comportamiento estructural del pavimento rígido en la calle Luis Galvani - Ate Vitarte – 2019?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

### **1.3.1. PRACTICA O SOCIAL**

Uno de los problemas más importantes de los pavimentos existentes es su comportamiento ante los factores actuantes según van pasando los años, es por este motivo que se evalúan el comportamiento funcional y estructural del pavimento rígido existente en la calle Luis Galvani, ya que el pavimento presenta incomodidades hacia los usuarios, para luego determinar qué factores actuantes influyen en la vía y así dar una alternativa de solución para prolongar la vida útil del pavimento, a fin de cautelar la inversión del Estado.

### **1.3.2. CIENTÍFICA O TEÓRICA**

La presente investigación contribuirá con el software EverFE 2.24, a ampliar los conocimientos en la modelación de losas de pavimentos de concreto hidráulico, con la modelación de este software podemos obtener los esfuerzos y deflexiones en cada punto de la sección de la losa.

### **1.3.3. METODOLÓGICA**

La presente investigación se justifica en la necesidad de Determinar los factores actuantes en el comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani - Ate Vitarte - 2019.

La metodología utilizada para la evaluación del pavimento rígido existente consta de los siguientes puntos:

- Estudio de suelo
- Estudio de tráfico
- Clima
- Material
- Evaluación funcional (PCI, IRI)
- Evaluación estructural (deformación y esfuerzo)

De manera que se pueda identificar el problema y encontrar posibles soluciones a la misma. A continuación, se propone como alternativa de solución la aplicación del pavimento compuesto que consta de (carpeta asfáltica, losa de concreto y sub base granular) haciendo el uso del Método AASHTO 93 y MTC, para lo cual esta estructura prolonga la vida útil del pavimento existente.

## **1.4. DELIMITACIONES**

### **1.4.1. ESPACIAL**

Este trabajo de investigación se realizó en la calle Luis Galvani del distrito de Ate Vitarte - Lima.

### **1.4.2. TEMPORAL**

La presente investigación se realiza en el periodo del 2019.

### **1.4.3. ECONÓMICA**

El presente trabajo de investigación se realizó con recursos propios

## **1.5. LIMITACIONES**

- En la elaboración de la presente investigación de tesis hubo diversas limitaciones, entre ellas las fuentes de información, ya que la municipalidad de San Luis no nos pudo brindar la información requerida,

es por este motivo que se decide realizar el cambio del lugar de la investigación.

- Otra limitación fue en la parte económica, ya que nuestros recursos para realizar los ensayos eran bajos, así como también para poder obtener y capacitarnos en el manejo del programa EverFE 2.24

## **1.6. OBJETIVOS**

### **1.6.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar los factores actuantes en el comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani - Ate Vitarte - 2019.

### **1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Establecer los factores que actúan en el comportamiento funcional del pavimento rígido en la calle Luis Galvani - Ate Vitarte – 2019.
- b) Analizar los factores que actúan en el comportamiento estructural del pavimento rígido en la calle Luis Galvani - Ate Vitarte – 2019.

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1.1. ANTECEDENTES NACIONALES**

“EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO DE LA AV. RAMÓN CASTILLA, CHULUCANAS, MEDIANTE EL MÉTODO PCI”, (Sánchez, 2017).

El autor tiene como objetivo “determinar el estado del pavimento de concreto de la Av. Ramón Castilla, mediante el cálculo de su índice de condición, para así elaborar unas propuestas de mejora para el mismo. Se utilizó el procedimiento establecido por la norma ASTM D6433 - 03, llamado Pavement Condition Index (PCI), para hallar un índice cuantificador del estado del pavimento según el tipo, severidad y cantidad de daños presentes”.

Se calculó el índice de condición por unidad de muestra y por sección, obteniéndose para las secciones 1, 2, 3, 4 y 5 valores de PCI de 34.4 (malo), 78.3 (muy bueno), 32.4 (malo), 24.8 (muy malo) y 81.7 (muy bueno) respectivamente. Se concluye que las secciones 2 y 5 son apropiadas para el tránsito vehicular, mientras que la 1, 3 y 4 deben ser reparadas para alcanzar una condición de servicio adecuada.

“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FUNCIONAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO DEL JR. JOSE SABOGAL CDRA. 01-08 UTILIZANDO EL RUGOSÍMETRO MERLIN Y LAS PROPUESTAS DE TÉCNICAS DE REHABILITACIÓN”, (Tapia, 2018).

En la presente investigación el autor tuvo como “objetivo determinar la evaluación superficial del pavimento rígido del JR. JOSÉ SABOGAL CUADRA 01-08 UTILIZANDO EL RUGOSÍMETRO MERLIN (IMD=4039 veh/día), de acuerdo con el procedimiento del Laboratorio Británico de Investigación de Transportes y Caminos (TRRL)”. Se obtuvo que el IRI promedio en el carril izquierdo es igual a 6.83 m/Km en toda el área de estudio, mientras que en el carril derecho es 6.50 m/Km, se puede clasificar de acuerdo a la clasificación del ministerio de transportes y comunicaciones del Perú que el estado vial

según la Rugosidad resultante ( $IRI > 5$ ) es MUY MALO por ende se requiere la rehabilitación. Se propone una técnica con sobrecapas de refuerzo utilizando el aplicativo Winpas 12 basado en la guía de diseño de pavimentos según la metodología AASHTO 1993, donde se realizó un comparativo entre una sobrecapa de refuerzo flexible y rígido obteniendo en el primer caso un espesor de 87.50 mm de sobrecapa de refuerzo flexible y para el segundo caso una sobrecapa de refuerzo rígido de 50 mm de.

“PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO DE CONCRETO UTILIZANDO SOBRECAPAS DE REFUERZO EN LA AVENIDA TODOS LOS SANTOS DE LA CIUDAD DE CHOTA”, (Núñez, 2018).

En la presente investigación el autor “desarrolla una propuesta de rehabilitación de pavimento de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo en la Avenida Todos los Santos de la ciudad de Chota”.

Se determinó los siguientes resultados: El PCI promedio igual a 35.83, encontrándose entre el rango de (25- 40) el cual nos indica que se encuentra en mal estado y el promedio calculado por el método VIZIR está en un rango de 5, indicando que se encuentra en mal estado.

Luego de haber determinado la situación en que se encuentra la avenida Todos los Santos mediante los métodos VIZIR y PCI. Se llegó a la conclusión de que hay tramos donde la Avenida se encuentra muy deteriorada (progresivas 0+160 –10+720) por lo tanto necesita una reconstrucción de la misma y en los tramos donde se encuentra en regulares condiciones (progresivas 0+000 - 0+160 y 0+720 –0+960), colocaremos sobrecapas asfálticas para rehabilitar la avenida.

Finalmente se plantea la propuesta de reconstrucción con una losa de concreto hidráulico de espesor 8 pulgadas para la avenida Todos los Santos, debido a que más del 60% de la misma se encuentra mal estado (se verifica en anexos el presupuesto para reconstrucción y rehabilitación).

## **2.1.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

“ANÁLISIS DE RESPUESTAS MECÁNICAS DE LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS COLOCADOS EN LAS VÍAS URBANAS DEL CANTÓN CUENCA”, (Ing. Lituma, 2018).

En la tesis del mencionado autor tiene como objetivo “determinar los esfuerzos y deformaciones que se producen en las losas de los pavimentos rígidos, con la finalidad de analizar su comportamiento estructural y proveer información sobre parámetros críticos a ser considerados en los diseños y construcción”. Para esto se modelaron diferentes escenarios en el programa de elementos finitos KenSlabs. Del análisis de resultados, para las posibles ubicaciones de las cargas vehiculares sobre la losa, se determinó que los mayores esfuerzos y deformaciones son producidos por un eje simple dual de 11.0 toneladas sobre las juntas del pavimento. Con los esfuerzos y deformaciones obtenidos en la modelación y aplicando los criterios desarrollados por la PCA para el deterioro por fatiga y erosión se determinó un espesor de losa de 19.5 para vías locales, 20.5 cm para vías colectoras, y 22.0 cm para vías arteriales. Comparando con los diseños recolectados, se identifica que en vías locales debería incrementarse el espesor, sin embargo, las vías construidas no presentan mayores deterioros.

“EVALUACIÓN FUNCIONAL DE PAVIMENTO RÍGIDO TRAMO AVENIDA LOJA (CUENCA)”, (Puga, 2018).

El presente trabajo de titulación contiene una breve descripción de los tipos de pavimentos centrándose en todo lo referido al pavimento rígido. Dentro del presente trabajo se determinó el estado superficial en que se encuentra el pavimento rígido de la avenida Loja tramo avenida de las Américas – avenida 10 de agosto. Como resultado del trabajo se identificó que el tramo 1 avenida de las Américas – avenida Don Bosco: (Carril Derecho) es de 84 “Muy Bueno” – (Carril Izquierdo) es de 86 “Excelente”, Tramo 2 avenida Don Bosco – avenida 1ero de Mayo: 46 “Regular” y Tramo 3 avenida 1ero de Mayo – avenida 10 de Agosto: 62 “Bueno”, anexo a esto se incorporó un registro fotográfico de los deterioros encontrados para una mayor comprensión de los lectores.

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESPESORES DE LOSAS DE CONCRETO PARA TRONCALES DE TRANSMILENIO CON CONFIGURACIONES ALTERNATIVAS DE EJES DE BUSES ARTICULADOS”, (Salas & Durán, 2018)

En este trabajo los presentes autores realizan un análisis comparativo de los esfuerzos producidos por los buses articulados de Transmilenio con la configuración de ejes existente y buses articulados de Transmilenio con una nueva configuración de ejes propuestos en este proyecto de grado,

El proyecto permite realizar unos análisis de los esfuerzos y deflexiones producidos por los buses articulados de Transmilenio con una configuración actual de ejes simples con una nueva configuración de ejes simples y tándem propuesto, las cuales son las que actúan sobre las losas de pavimento rígido de las troncales.

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1. PAVIMENTO**

Según el autor Julio Cesar Palacios C. y Iván Montes de Oca S. definen en su tesis “LA IMPORTANCIA DE CUMPLIR LOS NIVELES DE SERVICIO DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CARRETERA EN MEXICO”, que “el pavimento es la estructura que está conformado por varias capas (capa de rodadura, base granular, sub base y la subrasante), en las cuales recaen sobre ellas en forma directa las cargas del tránsito, es decir, los vehículos livianos y pesados transmiten las cargas a las capas inferiores. Estas capas tienen como objetivo permitir el tránsito de vehículos de forma segura, cómoda y eficiente durante un periodo de varios años”.

### **2.2.2. CARACTERÍSTICAS DE UN PAVIMENTO**

El autor Alfonso Montejó Fonseca en su libro INGENIERIA DE PAVIMENTOS – tercera edición - tomo 1- pág. 1, nos indica que un pavimento para cumplir apropiadamente sus funciones debe reunir las siguientes características:



- Ante la acción de las cargas de los vehículos (livianos y pesados) deben de ser resistente a ella.
- Ante los agentes de intemperismo deben de ser resistentes.
- Mostrar una textura superficial adecuada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos en la vía.
- Ante los efectos producidos por el contacto de las llantas debe ser resistente al desgaste.
- Debe mostrar una regularidad superficialmente, tanto longitudinal como transversal, que permitan a los usuarios una adecuada comodidad y seguridad en función a las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación.
- Debe tener una durabilidad.
- Presentar condiciones idóneas en relación al drenaje.
- Debe ser rentable y económico.
- Debe presentar el color idóneo para provocar deslumbramientos y reflejos, y ofrecer una adecuada seguridad al tránsito.

### **2.2.3. TIPOS DE PAVIMENTOS**

Según el autor Ana María Forero Rondón, definen en su tesis “REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS FISURADOS POR REFLEXIÓN IMPLEMENTADO SISTEMAS DE MEMBRANA ANTIFISURA S.A.M.I.”, nos mencionan lo siguiente:

#### **a) PAVIMENTO FLEXIBLE**

“Este pavimento está compuesto por una capa asfáltica apoyada sobre unas capas de afirmados que son la base y sub base granular. Debido a su alta flexibilidad de la carpeta asfáltica, el peso del vehículo móvil que circula sobre la superficie de rodadura es prácticamente una carga concentrada, al ser mayor los espesores de las capas inferiores estas cargas disminuyen hasta llegar distribuido y atenuado a la subrasante” (Forero, 2012).

## **b) PAVIMENTO RÍGIDO**

“El pavimento rígido está conformado por una losa de concreto hidráulico, a veces se encuentra apoyado sobre una capa de material seleccionado (sub base granular) o sobre la subrasante. En este tipo de pavimento, el alto coeficiente de elasticidad y la elevada rigidez del concreto, hacen que los esfuerzos producidos se distribuyan en una zona muy amplia; además, la losa de concreto tiene la capacidad de soportar en cierto grado los esfuerzos a tensión” (Forero, 2012).

## **c) PAVIMENTO MIXTO**

“En los últimos años se ha venido utilizando un nuevo tipo de estructura conocida como “pavimento mixto” o “semi-rígido”, que es, básicamente un pavimento flexible en el cual, se realizan a alguna de sus capas un mejoramiento a su rigidez mediante un tratamientos específicos con materiales como cemento, asfalto, cal, u otros” (Forero, 2012).

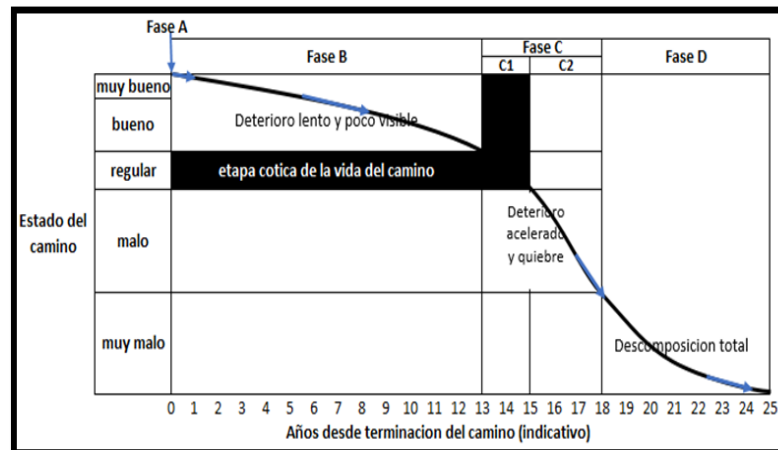
### **2.2.4. CICLO DE VIDA DEL PAVIMENTO**

Según el autor Raúl Robles Bustios, definen en su tesis “CALCULO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) BARRANCO – SURCO - LIMA”, nos mencionan que los pavimentos son de una inversión importante, ya que se invierte al iniciar la construcción del pavimento y también en su mantenimiento y reparación rutinario a lo largo de su vida útil con el fin de mantener y conservar los estándares de calidad.

En los últimos años ha aumentado la necesidad de mantener su adecuado funcionamiento, tal y como se muestra en la figura 1. El deterioro de un pavimento se da desde una etapa inicial, con un deterioro casi inevitable que va en aumento hasta el deterioro total.

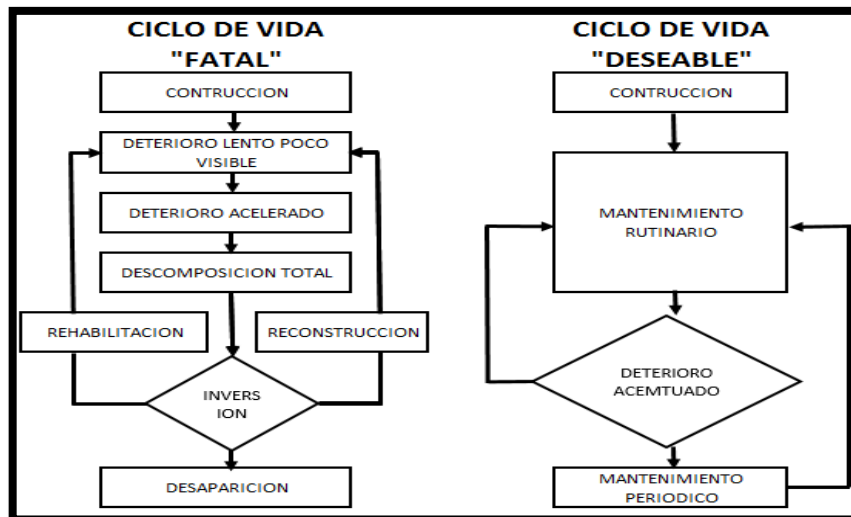
La clasificación del ciclo de vida de un pavimento puede dividirse en cuatro etapas, estas son:

**Figura 1.** El ciclo de vida del pavimento



Fuente: Exp Internacional de Infraestructura Vial Lima – Agosto 2015

**Figura 2.** Diagrama de flujos de vía de un pavimento



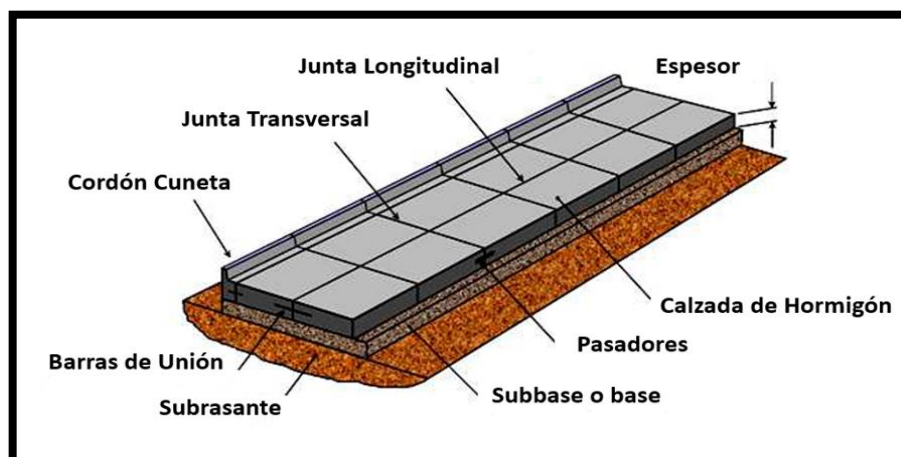
Fuente: Exp Internacional de Infraestructura Vial Lima – agosto 2015

## 2.2.5. PAVIMENTO RÍGIDO

### 2.1.8.1. COMPONENTES DE UN PAVIMENTOS RÍGIDOS

Según el informe monográfico – pavimentos - Caminos II – pág. 10, nos indican que los componentes o elementos que constituyen un pavimento rígido son: la losa de concreto, sub base granular y la subrasante. En la figura 3 se muestran los componentes que conforman el pavimento rígido.

**Figura 3.** Componentes de un pavimento rígido con juntas



*Fuente: Exp. Internacional de Infraestructura Vial Lima – agosto 2015*

- **Subrasante**

“Es el terreno (soporte) natural, que se encuentra preparado y compactado, en la cual se puede construir un pavimento. La función importante de la subrasante es dar un apoyo uniforme al pavimento, sin cambios toscos en el valor de soporte, es decir, no es tan importante que la subrasante tenga una alta capacidad de soporte, sino que debe de brindar un apoyo estable (firme). Es por esto que se debe tener más cuidado con la expansión de suelos”. (AASHTO, 1993)

- **Subbase**

“Es la capa granular de la estructura del pavimento, que se encuentra entre la losa de concreto hidráulico y la subrasante. Su función principal de la subbase es evitar el bombeo de los suelos de granos finos. La subbase no necesariamente se coloca en este tipo de pavimentos, pero si es de suma obligación colocar cuando la combinación de agua, suelos y tráfico pueden producir el bombeo”. (AASHTO, 1993)

- **Losa - Carpetas de rodadura**

Esta capa está conformada por una mezcla de concreto hidráulico. Los métodos de diseño especifican diseños de mezcla en relación al Módulo de

Rotura a la Flexión (MR) superiores a 42 Kg/cm<sup>2</sup>, o su equivalente a  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ .

**Tabla 1.** MR recomendado por tipo de vía

Tipo de vía	MR recomendado
Autopista	48
Urbanas principales	45
Urbanas secundarias	42

Fuente: Exp. Internacional de Infraestructura Vial Lima – Agosto 2015

- **Juntas**

Las juntas son cortes transversales y longitudinales que tienen la función de provocar fisuras por contracción del concreto, separar el movimiento de los paños de componentes ajenos al pavimento, y ser incluso parte del proceso de construcción del pavimento.

#### 2.1.8.2. FALLAS EN PAVIMENTOS RÍGIDO

El ing. Luis Ricardo Vásquez Varela en su manual PAVIMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras – febrero de 2002 - pág. 46, nos menciona lo tipos de fallas (daños) presentes en un pavimento rígido:

En este manual se definen los 19 tipos de fallas que se originan en los pavimentos rígidos. Para lo cual se dará una breve descripción de cada uno:

**Tabla 2.** Listado de fallas en un pavimento de concreto.

LISTAS DE FALLAS	
21. Pandeo	31. Pulimento de agergados
22. Grieta de esquina	32. Popouts
23. Losa dividida	33. Bombeo
24. Grieta de durabilidad "D"	34. Punzonamiento
25. Escala	35. Cruce de via ferrea
26. Deterioro de sello de junta	36. Mapa de grietas
27. Desnivel carril/berma	37. Retraccion
28. Grieta lineal	38. Descascaramiento de esquina
29. Parcheo (grande)	39. Descascaramiento de junta
30. Parcheo (pequeño)	

Fuente: propia

- **Levantamiento / Pandeo**

“Estas fallas se originan por la dilatación de temperatura en las losas, generalmente en juntas transversales o grietas. La insuficiencia del ancho de las juntas puede darse por la infiltración de material incompresible en las mismas. Debido al exceso de presión entre las losas, los bordes de las mismas se mueven hacia arriba o se fragmentan. Este tipo de fallas puede presentarse también en sumideros y en bordes de zanjas donde se instalan servicios públicos” (Luis, Vásquez. 2002).

- **Fisura de esquina**

“Una grieta de esquina es una grieta que intercepta las juntas de una losa a una distancia igual o menor que la mitad de la longitud de la misma en ambos lados, medida desde la esquina. Una grieta de esquina se diferencia de un descascaramiento de esquina en que aquella se desarrolla verticalmente a través de todo el espesor o grosor de la losa, mientras que el otro intercepta la junta en un ángulo. Generalmente, la repetición de cargas combinada con la pérdida de soporte y los esfuerzos de alabeo originan las grietas de esquina” (Luis, Vásquez. 2002).

- **Losa dividida**

“La losa es dividida por grietas en cuatro o más pedazos debido a la sobrecarga o a soporte no adecuada. Si todas las grietas o pedazos están contenidos en una grieta de esquina, el daño se clasificara como una grieta de esquina severa” (Luis, Vásquez. 2002).

- **Fisura de durabilidad “D”**

“Consiste en un patrón de grietas paralelas y cercanas a una junta o grieta lineal. Esta falla es originada por cambios en el volumen de los agregados grandes, que, ocasionado por los procesos de congelamiento y descongelamiento, llegan a fragmentar el concreto, pudiendo generar la destrucción total de la losa de concreto. Ya que el concreto se satura cerca de las grietas y juntas” (Luis, Vásquez. 2002).

- **Escalonamiento/ Desplazamientos verticales diferenciales**

Es el desnivel a través de la junta. Sus causas comunes que la ocasionan son:

1. Asentamiento debido una fundación blanda.
2. Alabeo de los bordes de la losa debido a la variación de humedad o temperatura.

- **Deterioro del sello de junta**

“Es cualquier condición que permite que suelo o roca se acumule en las juntas, o que permite la infiltración de agua en forma importante. La acumulación de material incompresible impide que la losa se expanda y puede resultar en fragmentación, levantamiento o descascaramiento de los bordes de la junta. Un material llenante adecuado impide que lo anterior ocurra” (Luis, Vásquez. 2002).

- **Desnivel Carril - Berma**

“Esta falla es la diferencia entre la erosión o el asentamiento de la berma y el borde del pavimento. Este desnivel puede concentrarse como una amenaza para la seguridad y la comodidad. También puede ser ocasionada por el aumento de la infiltración de agua” (Luis, Vásquez. 2002).

- **Grietas lineales: longitudinales, transversales y diagonales**

“Estas fallas, que dividen la losa en dos o tres pedazos, son provocadas comúnmente por una combinación de la curvatura (alabeo) por gradiente térmico o de humedad y la repetitividad de las cargas del tránsito” (Luis, Vásquez. 2002).

- **Parqueo grande**

“Esta falla se produce cuando en un área del pavimento original ha sido extraído y reemplazado por un material nuevo, en el pavimento existente se realizan estas excavaciones la instalación o mantenimiento de instalaciones subterráneas” (Luis, Vásquez. 2002).

- **Parqueo pequeño**

“Es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por un material de relleno” (Luis, Vásquez. 2002).

- **Pulimento de agregados**

“Esta falla se origina por la repetitividad de las cargas del tránsito. Cuando los agregados en la superficie del pavimento se vuelven suaves al contacto, disminuye la adherencia con las llantas. Este tipo de daño que se extiende sobre el concreto es suave al tacto y despreciable” (Luis, Vásquez. 2002).

- **Popouts**

“Esta falla es el desprendimiento de pequeños pedazos en la superficie del pavimento. Puede deberse a partículas fragmentos o blandas de manera rota y desgastada por el tránsito” (Luis, Vásquez. 2002).

- **Bombeo**

“El bombeo es la expulsión de material de la fundación de la losa a través de las juntas o grietas. Esto se origina por la deflexión de la losa debida a las cargas. Cuando una carga pasa sobre la junta entre las losas, el agua es primero forzada bajo losa delantera y luego hacia atrás bajo la losa trasera. Esta acción erosiona y eventualmente remueve las partículas de suelo lo cual generan una pérdida progresiva del soporte del pavimento. El bombeo puede identificarse por manchas en la superficie y la evidencia de material de base o subrasante en el pavimento cerca de las juntas o grietas” (Luis, Vásquez. 2002).

- **Punzonamiento**

“Estas fallas se presenta en una losa que se encuentra rota en pedazos Puede ser de diferentes figuras y formas, pero comúnmente, se define cuando esta una junta y una grieta o dos grietas muy cercanas, usualmente con 1.52 m entre sí. Esta falla se ocasiona por la repetitividad de las cargas



pesadas, el espesor no adecuado de la losa, la pérdida de soporte de la fundación o una deficiencia localizada de construcción del concreto” (Luis, Vásquez. 2002).

- **Cruce de vía férrea**

“El daño de cruce de vía férrea se caracteriza por depresiones o abultamientos alrededor de los rieles” (Luis, Vásquez. 2002).

- **Mapa de grietas / desconchamiento /descascaramiento/ craquelado**

“Esta falla también es conocida como craquelado (crazing) se refiere a una red de grietas superficiales, capilares o finas, que se encuentran en la parte superior de la superficie del concreto. Estas fallas se interceptan en unos ángulos de 120 grados. Las grietas se produce por exceso de manipulación en el terminado y puede producir el descamado, que es la rotura de la superficie de la losa a una profundidad aproximada de 6.0 mm a 13.0 mm” (Luis, Vásquez. 2002).

- **Fisuras de contracción**

“Son grietas capilares usualmente de unos pocos pies de longitud y no se extienden a lo largo de toda la losa. Se forman durante el fraguado y curado del concreto y generalmente no se extienden a través del espesor de la losa” (Luis, Vásquez. 2002).

- **Descascaramiento de esquina**

“Es la rotura de la losa a 0.6 m de la esquina aproximadamente. Un descascaramiento de esquina difiere de la grieta de esquina en que el descascaramiento usualmente buza hacia abajo para interceptar la junta, mientras que la grieta se extiende verticalmente a través de la esquina de losa. Un descascaramiento menor que 127 mm medidos en ambos lados desde la grieta hasta la esquina no deberá registrarse” (Luis, Vásquez. 2002).

- **Descascaramiento de junta**

“Es la rotura de los bordes de la losa en los 0.60 m de la junta. Generalmente no se extiende verticalmente a través de la losa si no que intercepta la junta en ángulo” (Luis, Vásquez. 2002). Se origina por:

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

**Cuadro 1. Fallas del Pavimento Rígido**

FALLAS EN PAVIMENTOS RIGIDO		
 <p>Levantamiento / Pandeo</p>	 <p>Grieta de esquina</p>	 <p>Losa dividida</p>
 <p>Escalonamiento/desplazamiento verticales</p>	 <p>Deterioro de sello de junta</p>	 <p>Desnivel carril / berma</p>
 <p>Grieta lineal: longitudinales, transversales y diagonales</p>	 <p>Parqueo grande</p>	 <p>Parqueo pequeño</p>

Fuente: propio

**Cuadro 2. Fallas del Pavimento Rígido**

FALLAS EN PAVIMENTOS RIGIDO		
 <p>Pulimento de agregados</p>	 <p>Desprendimientos / Popouts</p>	 <p>Bombeo</p>
 <p>Punzonamiento</p>	 <p>Cruce de vía férrea</p>	 <p>Mapa de grietas</p>
 <p>Retracción</p>	 <p>Descascaramiento de esquina</p>	 <p>Descascaramiento de junta</p>

Fuente: propio

## 2.2.6. COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO DE CONCRETO

El autor Javier Paúl Morales Olivares en su tesis “TÉCNICAS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO UTILIZANDO SOBRECAPAS DE REFUERZO”, nos menciona el siguiente:

### 2.2.6.1. COMPORTAMIENTO FUNCIONAL

El comportamiento funcional de un pavimento de concreto está ligado a la capacidad funcional que puede brindar una superficie cómoda y segura al usuario. En este contexto la rugosidad superficial o regularidad es la característica más predominante, entre otras características tenemos:

- Textura.
- Adecuada fricción superficial.
- Trazado de la carretera, incluyendo peralte y radio de curvatura.
- Fisuras.

“La textura de un pavimento es un parámetro crítico en la seguridad y comodidad para los usuarios y necesario para la conservación de carreteras, la textura influye de manera directa en la capacidad del pavimento para evacuar el agua de la interfase rueda-pavimento y de forma indirecta en el valor del coeficiente de rozamiento del pavimento, que es de gran importancia en la adherencia que exista entre la rueda y el pavimento” (Javier, Morales. 2005).

“La fricción superficial de un pavimento es la fuerza desarrollada en la interfase rueda-pavimento que resiste el deslizamiento cuando se aplican las fuerzas de frenado. La fricción o resistencia al deslizamiento también es un valor crítico en la seguridad, ya que cuando los pavimentos están mojados el agua actúa como lubricante y reduce el contacto entre la rueda y pavimento” (Javier Morales, 2005).

“El trazado de la carretera se relaciona con los cambios angulares horizontales y verticales del pavimento. Una curva de radio al ser demasiado pequeño para la velocidad del proyecto, puede solicitar una reducción en la

velocidad y además causar muchos accidentes, especialmente cuando se combina con peraltes elevados o incluso contraperaltes” (Javier, Morales. 2005).

“La presentación de fisuras en la carretera es el primer aviso de un problema en ella. Es señal de tensiones, ocasionadas debido a las cargas de tráfico ya las condiciones climáticas que han sobrepasado los límites de la resistencia del pavimento” (Javier, Morales. 2005).

#### 2.2.6.2. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL

“El comportamiento estructural del pavimento de concreto está ligado a la resistencia estructural que tiene para soportar las sollicitaciones de carga a las que estará sometido durante su período de servicio; ya que las cargas de los vehículos pesados producen una pérdida progresiva y lenta de la capacidad de soporte de la estructura del pavimento” (Javier Morales, 2005).

“Su principal característica estructural de estos pavimentos de concreto es la transmisión de cargas a través de grietas o juntas. Por lo tanto, la forma más frecuente de establecer la capacidad estructural de un pavimento de concreto es determinando la deflexión o desplazamiento vertical a lo largo de las juntas y borde del pavimento, bajo una carga normalizada de referencia, ya que deflexiones excesivas producen bombeo de la subbase y posteriormente pérdida de soporte de la estructura del pavimento, lo que origina la rotura de la losa de concreto” (Javier, Morales. 2005).

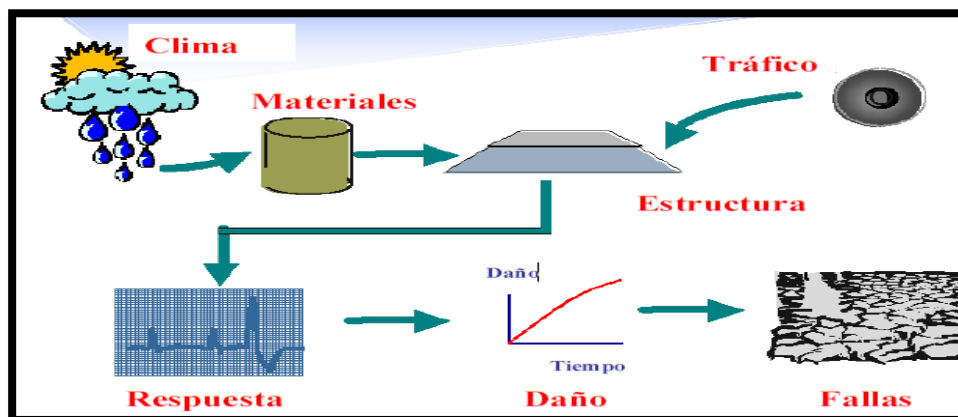
### 2.2.7. FACTORES QUE AFECTAN EL COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO DE CONCRETO

#### 2.2.7.1. TRÁFICO

“Cuando los ejes cargados transitan sobre el pavimento pasando de una losa a otra producen dos grandes efectos: esfuerzos de flexión en la losa de concreto y deflexiones en juntas, grietas, esquinas y borde del pavimento” (Javier, Morales. 2005).

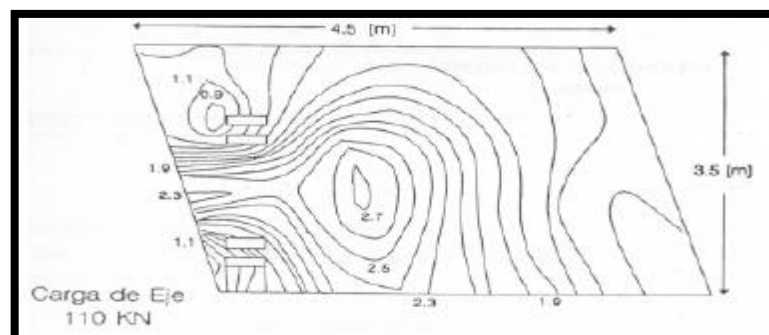
“En el primero se inducen esfuerzos internos y deformaciones que acumulan fatiga en cada pasada, dichos esfuerzos son críticos cuando la losa presenta una deformación de alabeo cóncavo, tal como lo muestra el isograma de tensiones de la figura 5, donde los esfuerzos son máximos en el centro de la cara superior de la losa y en la zona central de los bordes superiores. Al cabo de muchas repeticiones de carga, el material alcanza un fatigamiento que se manifiesta en la aparición de fisuras en dichos puntos, los que luego se propagan hacia abajo afectando todo el espesor de la losa, como se ilustra en la figura 6. Es claro que si en los sectores de altos esfuerzos de flexo-tracción preexisten fisuramientos iniciados por retracción plástica en el concreto fresco, la propagación de las fisuras se facilita grandemente y el fatigamiento se acelera” (Javier, Morales, 2005).

**Figura 4.** Efecto del clima y el tráfico en el comportamiento del pavimento



Fuente: *Transportación Research Board (TBR), washintong D.C del 13/01/2003*

**Figura 5.** Curvas de Isoesfuerzos (Mpa) de tracción en la cara superior de una losa de alabeo cóncavo



Fuente: *Transportación Research Board (TBR), washintong D.C del 13/01/2003*

**Figura 6. Patrón de agrietamiento**



*Fuente: Transportación Research Board (TBR), washintong D.C del 13/01/2003*

“El segundo efecto y el más perjudicial, es cuando las cargas del camión se ubican en el borde exterior del pavimento, lo cual origina las deflexiones más críticas que cualquier otra posición de carga” (Javier, Morales. 2005).

“Muchas repeticiones de carga por eje pesado en las esquinas y borde de la losa causan bombeo; erosión de los materiales de la subrasante, subbase, y berma de concreto; vacíos debajo y al lado de la losa; y la falla de las juntas del pavimento, especialmente en pavimentos con juntas sin pasadores” (Javier, Morales 2005).

#### 2.2.7.2. MEDIO AMBIENTE

“El medio ambiente puede afectar el comportamiento del pavimento en varias formas. Los cambios de temperatura y humedad pueden tener cierto efecto sobre la resistencia, durabilidad y capacidad de carga del pavimento y de los suelos de la subrasante. Asimismo, estos gradientes deforman las losas de pavimento produciéndole alabeos que modifican continuamente las condiciones de apoyo y de contorno. Con propiedad puede decirse que el pavimento de concreto es una estructura viva que se mueve al compás de la naturaleza” (Javier, Morales. 2005).

“En adición al efecto perjudicial del agua, las losas de concreto están sometidas al alabeo y curvado. El alabeo es la deformación cóncava hacia arriba de la losa debido a variaciones de su contenido de humedad con la profundidad. El efecto de alabeo es doble: pérdida de soporte a lo largo de los



bordes de la losa y restricción de los esfuerzos a la compresión en el fondo de la losa. El curvado se refiere al comportamiento de la losa debido a las variaciones de temperatura. Durante el día, cuando la cara superior está más caliente que la parte inferior, se desarrollan esfuerzos restringidos de tensión en el fondo de la losa” (Javier, Morales. 2005).

Durante la noche, la distribución de temperatura es a la inversa y los esfuerzos restringidos de tensión se desarrollan en la superficie de la losa.

### **2.2.8. EVALUACION DEL PAVIMENTO**

El autor Apolinario Morales, Edwin Wilderen su tesis “INNOVACIÓN DEL MÉTODO VIZIR EN ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CARRETERAS CON BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO, nos menciona el siguiente:

“La evaluación de un pavimento, se refiere a la calificación de la capa de rodadura y la cuantificación de los deterioros que se encuentran en la vía, con la finalidad de obtener datos de la condición del pavimento a fin de generar soluciones a los deterioros y planes de rehabilitación sostenibles” (Edwin, Apolinario. 2012).

“Se considera que la evaluación se realiza siguiendo el procedimiento establecido por las correspondientes normas, teniendo en cuenta las condiciones locales para obtener resultados sobre las condiciones funcionales y estructurales del pavimento en estudio. Una evaluación de la condición actual de los pavimentos ha sido y continuará siendo un mecanismo importante para mantener un adecuado nivel de servicio; el cual relaciona la integridad estructural de un pavimento con la comodidad de manejo de los usuarios viales”. (Edwin, Apolinario. 2012).

“En general, una evaluación es una decisión difícil sobretodo en cómo y cuándo hacer un mantenimiento o rehabilitación que sea rentable, esta decisión se basará en toda la información obtenida mediante estudios sobre el estado actual del pavimento que se refiere a su condición, donde representa el nivel de degradación como resultado de un proceso de deterioro, tales como

deformaciones, irregularidades, deflexiones, resistencia del pavimento, etc., es por estas razones que se han propuesto tres formas de evaluación: Evaluación Funcional o evaluación de la serviciabilidad, Evaluación Estructural y Evaluación Visual del pavimento” (Edwin, Apolinario. 2012).

“Mediante una inspección visual de la vía se obtiene un punto de vista del estado y condición de la capa de rodadura, permitiendo tener una ligera idea de la condición real del pavimento durante el tiempo de servicio. El proceso de deterioro del pavimento es lento al principio y al estar cerca de culminar su vida útil es más rápido su desgaste, definiéndose como una “exponencial” del deterioro de los pavimentos, por esta razón es de gran importancia un mantenimiento preventivo o una rehabilitación, por lo que se requerirá un mantenimiento temprano, preventivo y en caso de necesitar una rehabilitación esta debe estar basada en el beneficio de los usuarios y dependerán de las estrategias presentadas y llevadas a cabo” (Edwin, Apolinario. 2012).

“Una vez obtenida toda la información de la condición del pavimento, la toma de decisiones debe ser objetiva y precisa con respecto a las actividades de mantenimiento y rehabilitación. Para analizar las consecuencias de las decisiones a tomar resulta necesario conocer el volumen de tráfico, clasificación y cargas de los vehículos, datos climáticos, infraestructura física, materiales componentes, espesores de las capas, estado superficial actual de la vía, estado funcional y estructural, curvas de deterioro para estimar el comportamiento futuro, el clima, y los costos unitarios asociados al usuario y al mantenimiento” (Edwin, Apolinario. 2012).

“Con los nuevos métodos se ha logrado obtener soluciones de uso directo permitiendo establecer adecuadas técnicas de mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción del pavimento” (Edwin, Apolinario. 2012).

“La finalidad de una evaluación de pavimento trata de la relación que existe entre la condición del pavimento y calidad del mismo al tener diferente comportamiento, principalmente si es evaluado por los usuarios, por lo tanto, se necesita tener una evaluación funcional de la vía que sea objetiva y cubra todas las necesidades y expectativas de los usuarios a través de un método de

rehabilitación adecuado. Las metodologías para ejecutar levantamientos de este tipo tienen como base las mediciones o verificación de la presencia de defectos, que aparecen en la superficie de los pavimentos” (Edwin, Apolinario. 2012).

#### 2.2.8.1. IMPORTANCIA DE UNA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO

“Un sistema de gestión de pavimentos para vías requiere un sistema de evaluación de la condición de dichas estructuras, que tiene como base fundamental proporcionar datos que alimentarán a cualquier sistema de administración de la conservación vial; colaborando con métodos y/o formas de mantenimiento y rehabilitación que van dirigidas al confort de los usuarios en el uso de las vías de la ciudad, por lo general, es un proceso que determina condiciones funcionales y estructurales de los pavimentos” (Edwin, Apolinario. 2012).

“La evaluación de pavimentos es importante, pues permite conocer a tiempo los deterioros presentes en la superficie, y de esta manera realizar correcciones adecuadas, consiguiendo con ello brindar al usuario una serviciabilidad óptima. Con la realización de una evaluación periódica del pavimento se podrá predecir el nivel de vida de una red o un proyecto. La evaluación de pavimentos, también permite optimizar los costos de rehabilitación, pues si se trata un deterioro de forma temprana se prolonga su vida de servicio ahorrando de esta manera gastos mayores” (Edwin, Apolinario. 2012).

#### 2.2.8.2. OBJETIVOS DE UNA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO

- Generar un sistema de administración y/o de gestión de pavimentos rígidos que proporcionarán datos útiles a las dependencias involucradas con la evaluación y conservación de los pavimentos.
- Evaluar la capacidad de resistencia del pavimento frente a las cargas de tránsito y temperaturas cambiantes. Se busca evaluar el grado de aceptación que genera el pavimento desde un punto de vista de los usuarios con respecto a su comodidad y seguridad.
- Optimizar la inversión económica en mantenimiento y rehabilitación, alargando la vida útil del pavimento.

#### 2.2.8.3. CARACTERÍSTICAS DE UNA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO

- Determinar un método permanente para poder detectar los daños de manera temprana y de igual manera tener opciones inmediatas tanto preventivas como correctivas.
- Poder distinguir entre deterioros causados por el tránsito y los causados por la falla de los materiales utilizados en la estructura, lo cual causa la reducción de la capacidad del pavimento.
- Considerar el deterioro de bombeo en juntas y grietas, debido a que nos indica un mal diseño del drenaje para el pavimento.

#### 2.2.8.4. TIPOS DE EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO

En los tipos de evaluación se dividen en dos grupos que son: Métodos no destructivos y Métodos destructivos; para el presente trabajo únicamente se explicará los métodos no destructivos, debido a que es uno de los objetivos centrales del tema a tratar:

#### **MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS**

El método no destructivo es uno de los más utilizados en la actualidad por su precisión y rapidez en obtener las propiedades o características del pavimento sin afectar su estructura o comportamiento. Existen tres tipos:

- **Evaluación estructural**

Una evaluación estructural se realiza en tramos donde el deterioro de la vía ha llegado a reducir el uso y la capacidad de resistir cargas; y cualquier alternativa de mantenimiento superficial ya no es realizable, debido a que la estructura se encuentra con daños severos. Es por esto que se requiere una rehabilitación rápida y que garantice que la vía retome sus funciones viales.

El principal objetivo de la evaluación estructural es determinar la capacidad estructural efectiva del pavimento. Las maneras de determinar la capacidad estructural de un pavimento son:

- Vigilancia insitu y visual.
- Ensayo de materiales en un laboratorio.

- Ensayos no destructivos.
- Estudios basada en la vida remanente.
- **Evaluación Visual**

La evaluación visual se define como la observación periódica del comportamiento del pavimento, pudiendo observar los distintos tipos de deterioros existentes y determinar su origen y severidad. Esta evaluación se realiza para obtener datos sobre el impacto que tienen las cargas de tráfico sobre el pavimento y como afectan en su comportamiento sobre todo en el refuerzo, logrando saber que deterioros son más importantes de reparar debido a que pueden causar fallas de mayor complejidad.

Dentro de una evaluación visual también se tiene en cuenta la parte del drenaje que está relacionado con los deterioros o fallas que presenta la vía. Los pasos para realizar una evaluación visual son:

- Identificar el tipo de falla, severidad y causa.
- Contabilizar todos los deterioros en una hoja de evaluación.
- Clasificar y cuantificar la información obtenida en campo.
- Realizar un informe respecto a los resultados obtenidos en la vía que se evaluó.

#### **Tipos de evaluación visual según**

- **Evaluación superficial y rango de pavimento (PASER)**

Pavement Surface Evaluation and Rating (PASER), presenta un catálogo de fallas siguiendo una escala gráfica con condiciones que varían de 1 (menor condición de calidad) a 10 (mejor condición de calidad).

- **Inspección visual de daños en Carreteras (VIZIR)**

El método “Vision Inspection of Zones et Itinéraires Á Risque” (VIZIR), en los años 60 se usó en pavimentos flexibles, usado para cuantificar y calificar los daños a través de inspecciones visuales, calificando así la condición del pavimento mediante un

índice global de degradación vinculado con el mantenimiento de la vía en estudio. Su objetivo es obtener un índice de deterioro superficial (Is) para carreteras.

- **Evaluación Funcional**

La evaluación funcional es la inspección superficial realizada en un tramo de la vía con el fin de determinar los deterioros del pavimento, no se compromete la capacidad estructural del pavimento.

Los deterioros observados son cuantificados indicando a través de fórmulas, en las que se recoge una serie de parámetros del pavimento con las cuales se podrá tener una opinión más cercana a una realidad del estado del pavimento.

Una evaluación funcional tiene como características (IMCYC, 2015):

- Textura
- Fricción superficial
- Fisuras
- Levantamiento de deterioros.
- Inspección visual y con equipos de alto rendimiento.
- Apariencia de la superficie.
- Conceptos y equipos de medición.
- Comportamiento, serviciabilidad y rugosidad del pavimento.

Existen varios indicadores del estado superficial del pavimento cuyo objetivo es establecer rangos o límites para la evaluación del pavimento. Su principal función es garantizar que el estado superficial del pavimento se mantenga y en caso de presentar deterioros, generar alternativas de mantenimiento oportunas.

Existen varios tipos de indicadores que se utilizan dentro de una evaluación funcional según (Peñaloza & Calle, 2017):

- **Índice de serviciabilidad presente (PSI):** Parámetro relacionada con la capacidad de la vía y la condición necesaria de un

pavimento para proveer a los usuarios un manejo seguro y confortable en un determinado momento, varía en una escala de 0 a 5, donde 5 es un mayor nivel de serviciabilidad y 0 es un menor nivel.

En la Figura 7 presenta gráficamente el comportamiento de las cargas sobre el pavimento, el índice de servicio (PSI), donde el nivel de servicio más bajo permisible, debe elevarse con la intervención de una rehabilitación o reconstrucción. El tiempo es otro factor importante en este índice debido a que el nivel de servicio va descendiendo según el tiempo aumenta.

**Figura 7.** Variación del índice de serviciabilidad de un pavimento por efecto de las cargas en relación al tiempo



*Fuente: Peñaloza & calle, 2017*

- **Índice de regularidad internacional (IRI):** Parámetro que determina la regularidad superficial de una vía, implica las variaciones en la elevación de la superficie; está relacionada con la calidad de rodadura y seguridad.
- **Índice de Fricción Internacional (IFI):** Es el segundo parámetro internacional que define el estado de un pavimento, el pavimento presenta las mismas características de adherencia y textura independiente del tipo de pavimento (Universidad EAFIT, 2001).
- **Índice de la Condición del Pavimento (PCI):** Es una evaluación superficial que se realiza mediante un catálogo de fallas obtenidas de la superficie del pavimento con el fin de tener una evaluación detallada de todos los deterioros observados, estableciendo la severidad, extensión y magnitud de cada deterioro observado.

Este último índice se aplicará en el presente trabajo, razón por la cual en el siguiente capítulo se lo estudiará más detalladamente.

### 2.2.9. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI – Pavement Condition Index)

El ing. Luis Ricardo Vásquez Varela en su manual PAVIMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras – febrero de 2002 - pág. 2, nos menciona lo siguiente: El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En la tabla 3 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

**Tabla 3.** Rangos de Clasificación del PCI

<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>
100-85	Excelente
85-70	Muy Bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy Malo
10-0	Fallado

*Fuente: Propio*

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





### 1. Unidades de Muestreo:

Se divide la vía en secciones o “unidades de muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura:

Carreteras con capa de rodadura en losas de concreto de cemento Pórtland y losas con longitud inferior a 7.60 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango  $20 \pm 8$  losas.

### 2. Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación:

En la “Evaluación de un Proyecto” se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación 1, la cual produce un estimado del PCI  $\pm 5$  del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2} \quad \text{Ecuación 1.}$$

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

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

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

s: Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (s) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35) En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI).

### 3. Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección:

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

a. El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante la Ecuación 2:

$$i = \frac{N}{n} \text{ Ecuación 2}$$

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

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

#### 4. Selección de Unidades de Muestreo Adicionales:

Cuando se incluyen unidades de muestreo adicionales, el cálculo del PCI es ligeramente modificado para prevenir la extrapolación de las condiciones inusuales en toda la sección.

#### 5. Evaluación de la Condición:

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

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

##### **a. Equipo.**

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

**b. Procedimiento.** Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el Manual de Daños, y se registra la información en el formato correspondiente.

**c. El equipo** de inspección deberá implementar todas las medidas de seguridad para su desplazamiento en la vía inspeccionada.

#### 1.2.12.2. CÁLCULO DEL PCI DE LAS UNIDADES DE MUESTREO

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

#### **1. Cálculo para Pavimentos con Capa de Rodadura en Concreto de Cemento Pórtland:**

##### **Etapa 1.** Cálculo de los Valores Deducidos.

**1. a.** Contabilice el número de LOSAS en las cuales se presenta cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad en el formato PCI-02.

**1. b.** Divida el número de LOSAS contabilizado en 1.a. entre el número de LOSAS de la unidad y exprese el resultado como porcentaje (%) Esta es la DENSIDAD por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y severidad de daño.

**1. c.** Determine los VALORES DEDUCIDOS para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la curva de “Valor Deducido de Daño” apropiada entre las que se adjuntan a este documento.

##### **Etapa 2.** Cálculo del número Admisible Máximo de Deducidos (m)

Proceda de manera idéntica a lo establecido para vías con capa de rodadura asfáltica, como se describió anteriormente.

##### **Etapa 3.** Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.

Proceda de manera idéntica a lo establecido para vías con capa de rodadura asfáltica, pero usando la curva correspondiente a pavimentos de concreto.

**Etapa 4.** Calcule el PCI restando de 100 el máximo CDV.

En el cuadro 5 se presenta un formato para el desarrollo del proceso iterativo de obtención del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.

**Cuadro 5.** Formato para la para las Iteraciones del cálculo del CDV

No.	Valores Deducidos								Total	q	CDV
1											
2											
3											
4											

Fuente: manual Pavement Condition Index (PCI) – febrero 2002

### 1.2.12.3. CÁLCULO DEL PCI DE UNA SECCIÓN DE PAVIMENTO.

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

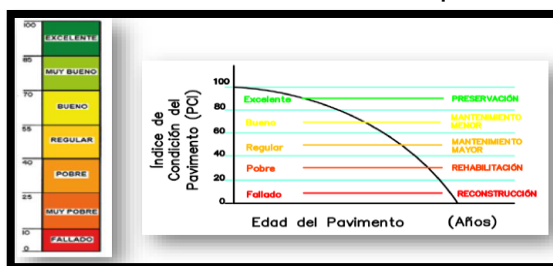
Si se utilizó la técnica del muestreo, se emplea otro procedimiento. Si la selección de las unidades de muestreo para inspección se hizo mediante la técnica aleatoria sistemática o con base en la representatividad de la sección, el PCI será el promedio de los PCI de las unidades de muestreo inspeccionadas.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

$$PCI_S = \frac{[(N - A) \times PCI_R] + (A \times PCI_A)}{N} \text{ Ecuación 4.}$$

Donde:

- PCIS : PCI de la sección del pavimento.
- PCIR : PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.
- PCIA : PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.
- N : Número total de unidades de muestreo en la sección.
- A : Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.

**Figura 8.** Grados de la condición del pavimento (PCI)



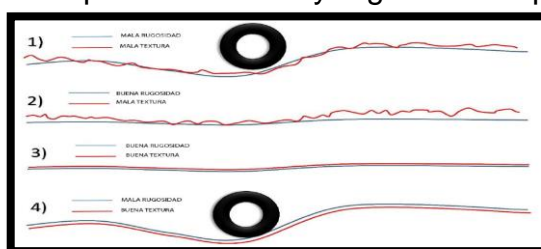
Fuente: ASTM D6433, 2003)

## 2.2.10. ÍNDICE DE REGULARIDAD SUPERFICIAL (IRI)

Este índice evalúa el estado en la que se encuentra la superficie del pavimento, es decir en qué condición se presenta el pavimento, por lo tanto, está relacionado con la comodidad del usuario al transitar en el pavimento.

El IRI es el número de irregularidades (desplazamientos verticales) obtenido, por medio de una simulación matemática, con un "cuarto de coche" que circula a 80 km/h, dividido por la longitud del intervalo. Así, las unidades IRI serán de longitud entre longitud, debido a las magnitudes (m/km). En la actualidad existen diversos instrumentos que nos permiten obtener el IRI de una manera precisa y rápida, como el SCRIM, el perfilómetro pivotante, Rugosímetro, entre otros.

**Figura 9.** Comparativa textura y rugosidad en pavimentos

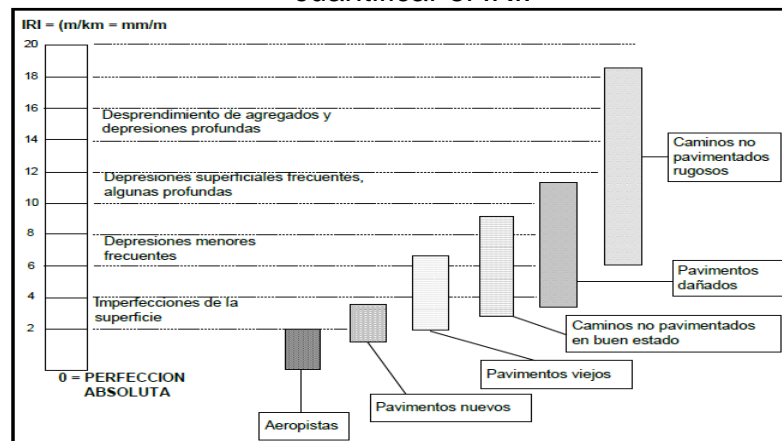


Fuente: forslof, 2014

### 2.2.10.1. ESCALAS Y CARACTERISTICAS DEL IRI

El IRI tiene unidades de in/mí, mm/m o m/km. Varía de un rango menor de 0 a un rango mayor de 20 m/km (rugosidad 0 m/km es un camino perfecto sin desplazamiento y 20 m/km un camino ya casi imposible de ser transitado). En la Figura 10 se muestran los diferentes tipos de pavimentos respecto a su rugosidad.

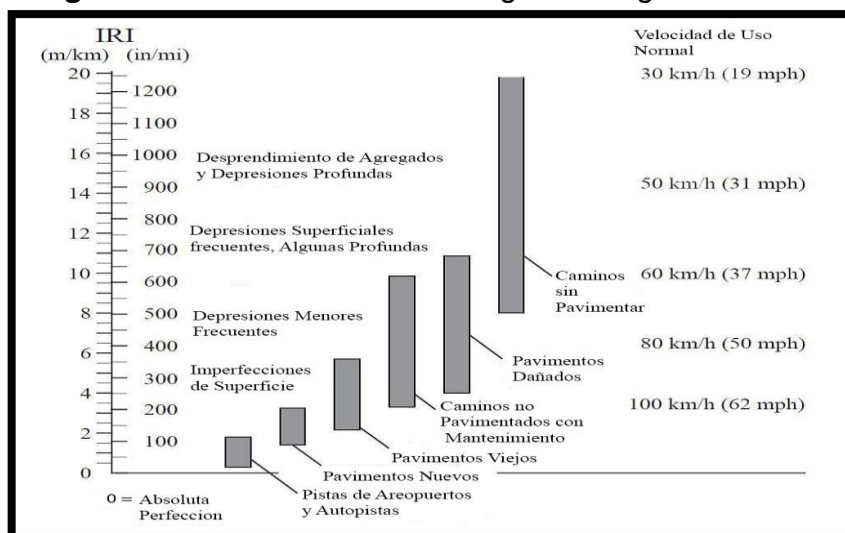
**Figura 10.** Escala Estándar empleada por el Banco Mundial para cuantificar el IRI.



Fuente: Documento técnico N° 46 del Banco Mundial

Después de obtener los diversos muestreos en los diferentes tipos de pavimentos con diferentes rugosidades, el departamento de transporte de la universidad de Michigan en 1998 concluyó que la tabla mostrada a continuación (Figura 11) se plasma que la velocidad máxima que se puede desarrollar según la rugosidad de un camino. Con esta tabla se basan los límites de rugosidad para diferentes proyectos según la velocidad que se permitirá como límite superior, por ejemplo, el caso de la norma peruana C.E. 010 que demanda un máximo 2.5 m/km de IRI para vías las expresas, tiene que ver con el límite de velocidad máxima con la que se diseñan estas vías de entre 80 y 100 km/h.

**Figura 11.** Velocidad Máxima según la Rugosidad de vía



Fuente: Documento técnico N° 46 del Banco Mundial

También existen escalas de calificación, de acuerdo a su experiencia en cada país se pueden establecer estos límites. En la tabla 4 se muestran algunos valores de IRI según el país.

**Tabla 4.** Valores de IRI (m/km) utilizados internacionalmente

País	Bueno	Regular	Malo	Rechazo	Recepción
EEUU	< 2.4	2.4 - 4.7	> 4.7		
España	0 – 2.5	2.5 – 4.0	> 5	2.85	1.85
Chile	0 – 3	3.0 – 3.6	> 4	2.5	2.5
Honduras	< 3.5	3.5 – 6.0	> 6		
Uruguay	< 3.9	4.0 – 6.0	> 4.6		

*Fuente: Índice de medición de la regularidad de un pavimento, 2002 Edwing Alvarenga*

Los valores de IRI mostrados en la tabla 5 son casi similares, obteniéndose a Honduras como el país que da mayor rango para el IRI, asimismo a España con menores rangos. Cada país establece sus límites de acuerdo a su experiencia.

#### 2.2.10.2. METODOS DE MEDICION DEL IRI

Como ya se mencionó anteriormente, el Banco Mundial propone la clasificación del IRI para estandarizar la medición de la rugosidad y poder establecer la calidad y comodidad de los pavimentos a nivel mundial. La rugosidad puede llegar a ser una causa determinante para la seguridad y funcionalidad de la vía, esto debe de ser según el uso que se emplea la vía.

**Clase 1:** Perfiles de alta precisión, son perfiles topográficos levantados cada 0.25 m con precisión de 0.5 mm (Referencia). Los métodos para esta clase son la Nivel y Mira y TRRL Beam.

**Clase 2:** Obtención de IRI directo por ecuaciones, se basa perfilómetro de alta velocidad como el APL Tráiler y GMR Taype Inertial Profilometer.

**Clase 3:** Estimación de IRI con ecuaciones de correlación, Los métodos más conocidos de esta clasificación son Mays meter, Bump integrator y NAASRA Meter



**Clase 4:** métodos no calibrados y subjetivos, estos métodos permiten obtener resultados simplemente referenciales y se desarrollan cuando se requieren únicamente evaluaciones gruesas de la rugosidad.

#### 2.2.10.3. RUGOSIMETRO MERLIN

El Rugosímetro MERLIN, es un instrumento sencillo, versátil y económico, elaborado especialmente para uso en países en vías de desarrollo. En el Perú fue introducido en el año 1993.

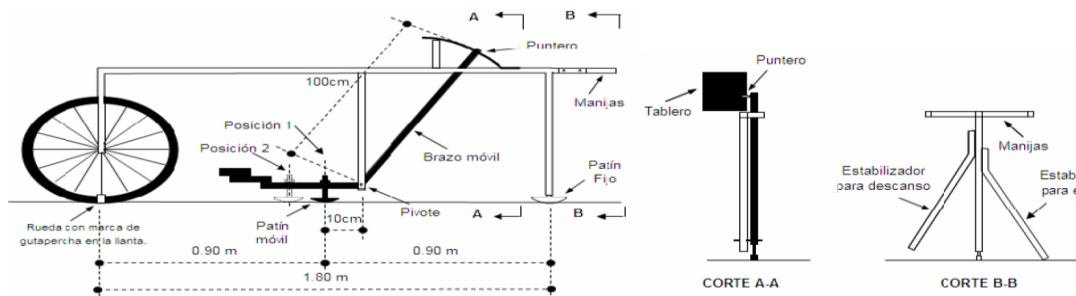
De acuerdo con la clasificación para la medición de la rugosidad según el Banco Mundial los métodos se agrupan en 4 clases, siendo los de Clase 1 los métodos más exactos (Nivel y Mira, perfilómetros estáticos, TRRL Beam). La Clase 2 agrupa a los métodos que utilizan los perfilómetros dinámicos y estáticos, pero que no cumplen con los niveles de precisión que son exigidos para la Clase 1. Los métodos Clase 3 manejan ecuaciones de correlación para derivar sus resultados a la escala del IRI (Bump integrator, Mays meter). Los métodos Clase 4 permiten adquirir resultados simplemente referenciales y se emplean cuando se solicitan únicamente evaluaciones gruesas de la rugosidad.

El método de medición que utiliza el MERLIN, califica como un método Clase 1, por haber sido elaborado este equipo como una variación de un perfilómetro estático y debido a su gran exactitud de sus resultados. La semejanza de los resultados obtenidos con el MERLIN, con la escala del IRI, tiene un factor de determinación prácticamente igual a la unidad ( $R^2=0.98$ ). Debido a su gran exactitud, sólo superado por el método topográfico (nivel y mira), algunos fabricantes de equipos tipo respuesta (Mays Meter, Bump Integrator, etc.) lo recomiendan para la calibración de sus Rugosímetros.

El MERLIN es un equipo de esquema simple. La Figura 12 presenta un diseño demostrativo del instrumento. Consta de un marco formado por un elemento horizontal y dos verticales. Para su fácil operación y desplazamiento, el componente vertical de adelante es una rueda, mientras que el componente de la parte trasera tiene juntados lateralmente dos

soportes inclinados, en su lado derecho uno para para fijar el equipo sobre el terreno durante la realización de los ensayos y otro en su lado izquierdo para acostarse el equipo. El componente horizontal se proyecta, hacia la parte de atrás, con 2 manijas que permiten elevar y movilizar el equipo, haciéndolo rodar sobre la rueda en forma similar a una carreta.

**Figura 12.** Esquema Rugosímetro Merlín



Fuente: “Metodología para la Determinación de Rugosidad de los Pavimentos (Del Águila Rodríguez, 1999)”.

– CORRELACIONES ENTRE LA RUGOSIDAD EN UNIDADES MERLIN Y EL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL IRI

Para correlacionar la rugosidad calculada con el MERLIN respecto al Índice de Rugosidad Internacional (IRI), que es el parámetro utilizado para uniformizar los resultados obtenidos de la gran variedad de equipos que existen en la actualidad, se ha utilizado las siguientes expresiones:

$$IRI = 0.0471 D + 0.593..... \text{ cuando } D > 40..... (1)$$

$$IRI = 0.0485 D..... \text{ cuando } D < 40..... (2)$$

– EJECUCION DE ENSAYOS

Para medir los datos en campo, en primer lugar, se realizó la calibración del equipo, calculando el factor de corrección para realizar el ajuste del valor de “D”.

La ecuaciones 1 y ecuación 2 representan correlaciones entre la rugosidad en unidades IRI y el valor D, los cuales han sido desarrollados para una situación de relación de brazos del Rugosímetro de 1 a 10, esta

relación suele variar en la práctica, y depende del desgaste que advierte el patín del brazo móvil del instrumento. En efecto, para corregir los resultados se verifica la correlación de brazos actual del instrumento, y, se desarrolla un factor de corrección que permita llevar los valores a condiciones estándar.

Para calcular el factor de corrección se hizo uso del disco circular de bronce (proporcionado por el proveedor como parte del equipo Merlín) y luego de medir el promedio de su espesor y tomar lecturas con el Rugosímetro, con y sin el disco de bronce, en una superficie plana, se calculó el factor mediante la siguiente expresión:

$$F.C. = (EP \times 10) / [(LI - LF) \times 5] \dots\dots\dots (3)$$

Dónde:

EP: Espesor de la pastilla

LI: Posición inicial del puntero (sin pastilla)

LF: Posición final del puntero (con pastilla)

**Paso 1:** manipulando un calibrador que permita una aproximación al décimo de mm, se determina el grosor de la pastilla, en milímetros. El grosor se determina como el valor promedio obtenida de 4 medidas diametralmente opuestas. Por ejemplo: el espesor medido es 6.1 mm.

**Pasó 2:** Se ubica el rugosímetro sobre una zona plana (por ejemplo, un piso de terraza) y se verifica la lectura que pertenece a la posición que adquiere el puntero cuando el patín móvil se encuentra sobre la superficie (por ejemplo, Lectura=25). Se eleva el patín y se coloca la pastilla de calibración por debajo de él, apoyándola sobre la superficie. Esta acto hará que el puntero sobre el tablero se traslade, tomando una relación de brazos estándar de 1 a 10, una distancia igual al grosor de la pastilla multiplicado por 10 (es decir:  $6.1 \times 10 = 61$  mm), lo que representa, considerando que cada casillero 6 mide 5 mm, que el puntero se ubicará aproximadamente en el casillero 12, siempre y

cuando la correlación de brazos actual del equipo sea igual a la tomada. En caso contrario, se deberá encontrar un factor de corrección.

Por Ejemplo:

Si la ubicación inicial del puntero fue 25 y la final fue 10 entonces el Factor de Corrección será:

$$F.C. = \frac{6.1 \times 10}{[(25 - 11) \times 5]} = 0.871$$

1. Se calcula el D corregido:  $D = 31.50 \times 5 \times 0.871 = 137.18$  mm.
2. Para la rugosidad se calcula, según  $IRI = 0.593 + 0.0471 \times 137.18 = 7.05$  m/km.
3. La rugosidad se determina como el promedio de las rugosidades obtenidas por carril de las secciones.
4. Para realizar la ejecución del ensayo se demanda de 02 personas, un auxiliar que las anota y el operador que conduce y realiza lecturas.
5. Las lecturas de las mediciones se realizan siguiendo las huellas externas e internas de cada carril de la vía.
6. las mediciones se realizan a una velocidad aproximada de 2 km/h. y con una medición continua durante todo el tramo.
7. El ensayo comienza estacionando el equipo al inicio de la vía en evaluación, mientras que el operador espera que el puntero se queda firme y observa la posición que adquiera respecto de la escala colocada sobre el tablero, realizando así el control de la lectura que es anotada por el auxiliar (ver figura 13).

**Figura 13.** Tablero de equipo Merlín

RUGOSIMETRO DE MERLIN	
1 DIVISION = 5mm	50
	49
	48
	47
	46
	45
	44
	43
	42
	41
	40
	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

Fuente: propia

8. El operador coge el instrumento, elevándolo y desplazándolo a una la distancia constante seleccionada para usarse entre un ensayo y otro (se realiza una vuelta de la rueda). En el nuevo punto de ubicación se repite la operación explicada anteriormente y así sucesivamente se realiza hasta completar las 200 lecturas o el tramo de estudio que se está evaluando.
9. Las 200 lecturas en el tramo de estudio son anotadas en la planilla de rugosidad.
10. Realizadas las lecturas de campo, se procedió a calcular el Rango D del Histograma de la muestra (200 lecturas) previa la depuración de 10 % de los datos que correspondan a posiciones del puntero poco representativas, 5 % de lado superior y 5 % del lado inferior del Histograma.
11. Determinado el valor “D” (rango del Histograma), multiplicado por 5 para ser expresado en mm, este fue corregido afectándosele del factor de corrección previamente calculado.

12. Se calcula la Rugosidad en escala IRI, Mediante las Fórmulas a) y b) de correlación entre las unidades Merlín y la IRI se determinó la Rugosidad en Unidades Internacionales.

### **2.2.11. ESFUERZOS Y DEFLEXIONES EN PAVIMNETOS RIGIDOS**

El autor Cecilia Nazareth Puga Álvarez en su tesis “EVALUACIÓN FUNCIONAL DE PAVIMENTO RÍGIDO TRAMO AVENIDA LOJA (CUENCA)”, nos menciona el siguiente:

En esta parte se indican las deflexiones y esfuerzos que se producen en pavimentos rígidos fundados en la teoría de Westergaard, que considera al pavimento rígido como una placa sobre un cimento líquido en contacto total con la sub rasante. Estas definiciones han sido adoptadas de Huang (2004b), y es aplicable a varios casos de estudios.

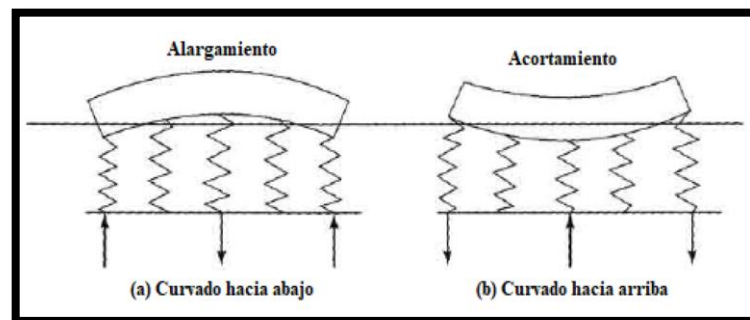
#### **2.2.11.1. ESFUERZOS DEBIDOS A CAMBIOS DE TEMPERATURA Y/O HUMEDAD**

Durante el día, cuando la temperatura en la parte superior de las losas es mayor que en la parte inferior, respecto al eje neutro la superficie tiende a expandirse, mientras que en la parte inferior tiende a contraerse. Sin embargo, el peso de la losa limita esta contracción y expansión, provocando esfuerzos de compresión en la parte superior de la losa y esfuerzos de tensión en la parte inferior de la losa. Mientras en la noche, cuando la temperatura en la parte superior de la losa es menor que en la parte inferior, en la superficie se produce la contracción con respecto a la parte inferior de la losa; esto produce esfuerzos de compresión en la parte inferior de las losas y esfuerzos de tensión en parte superior de la losa.

Cuando la temperatura en la parte superior de la losa (superficie) es mayor que en la parte inferior de la losa (fondo), la superficie se hace más larga que el fondo y la losa realiza una curva hacia abajo. Para ilustrar el efecto, los resortes exteriores (Figura 14) en el borde de la losa están en

compresión y realizan un empuje a la losa hacia arriba, mientras los resortes en el interior de la losa están en tensión y atraen la losa hacia abajo. Como resultado, en la parte superior de la losa está en compresión y en la parte inferior de la losa está en tensión. Lo contrario va suceder cuando la temperatura es menor en la parte superior de la losa que en la parte inferior de la losa.

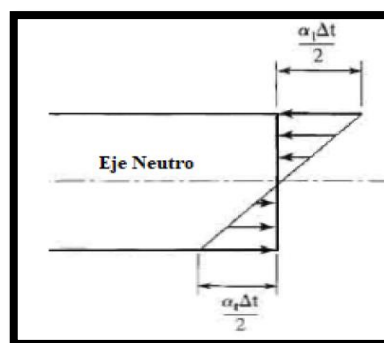
**Figura 14.** Alabeo de las losas debido al gradiente termina



*Fuente: Huang, 2004b.*

Westergaard (1926) desarrolló algunas ecuaciones para determinar los esfuerzos por curvatura (alabeo) en el pavimento rígido inspirado en la teoría de placas. Estos esfuerzos se pueden determinar a través de la ley de Hooke asumiendo deformaciones planas como se indica en la Figura 15.

**Figura 15.** Deformaciones por gradiente de temperatura en una losa de concreto



*Fuente: Huang, 2004b.*

A diferencia de determinar los esfuerzos en una viga que son en una dirección, en una placa los esfuerzos se determinan en ambas direcciones y deben de ser superpuestos para calcular el esfuerzo total. Así el esfuerzo total en una dirección debido a la curvatura (alabeo) de una losa en las dos

direcciones en una placa de dimensión infinita y tomando una distribución lineal de la temperatura a través del espesor de la placa puede ser obtenido por la ecuación Ec. (2.1):

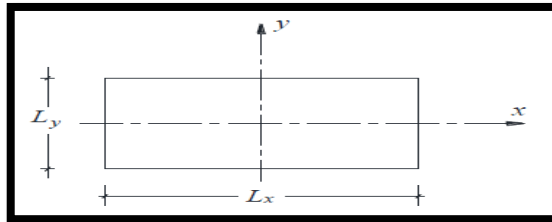
$$\sigma_x = \frac{E\alpha_t\Delta_t}{2(1-\nu^2)}(1+\nu) = \frac{E\alpha_t\Delta_t}{2(1-\nu)} \quad \text{Ec. (2.1)}$$

Donde:

- E = Módulo de elasticidad del concreto
- $\alpha_t$  = Coeficiente de expansión térmica del concreto
- $\Delta t$  = Diferencia de temperatura entre la parte superior (superficie) y la parte inferior de la losa (fondo)
- $\nu$  = Módulo de Poisson del concreto (generalmente 0.15)

Para una losa de concreto de dimensiones finitas con una cierta longitud  $L_x$  en la dirección x y  $L_y$  en la dirección y como se indica en la Figura 16, el esfuerzo total en la dirección x puede ser expresado como Ec. (2.2a).

**Figura 16.** Losa de dimensiones finitas



Fuente: Huang, 2004b

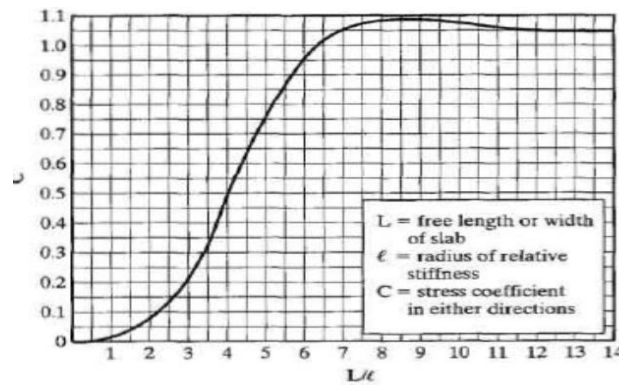
$$\sigma_x = \frac{C_x E \alpha_t \Delta_t}{2(1-\nu^2)} + \frac{C_y \nu E \alpha_t \Delta_t}{2(1-\nu^2)} = \frac{E \alpha_t \Delta_t}{2(1-\nu^2)} (C_x + \nu C_y) \quad \text{Ec. (2.2a)}$$

Donde  $C_x$  y  $C_y$  son factores de corrección para losas finitas, los mismos que se establecen en base a la Figura 17. En esta ecuación el primer término es el esfuerzo en x debido a la curvatura (alabeo) en la dirección x y el segundo término es el esfuerzo debido la curvatura (alabeo) en la dirección y. De una manera similar el esfuerzo total en la dirección y es:

$$\sigma_y = \frac{E \alpha_t \Delta_t}{2(1-\nu^2)} (C_y + \nu C_x)$$



**Figura 17.** Factor de corrección de esfuerzos según gradiente termico en losas finitas



Fuente: Huang, 2004b

El factor de corrección  $C_x$  depende de la relación entre  $L_x/l$  y el factor de corrección  $C_y$  depende de la relación entre  $L_y/l$ , donde  $l$  llega a ser el radio de rigidez relativa definido como:

$$\ell = \left[ \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)k} \right]^{0.25} \quad \text{Ec. (2.3)}$$

Donde:

- E = Módulo de elasticidad del concreto
- h = Espesor de la losa del concreto
- $\nu$  = Módulo de Poisson de concreto
- k = Módulo de reacción de la sub rasante

La ecuación Ec. (2.2a) y la ecuación Ec. (2.2b) dan el máximo esfuerzo interior en el centro de la losa de concreto. Para el esfuerzo en el borde en el medio de la losa puede ser determinado por:

$$\sigma = \frac{CE\alpha_t\Delta_t}{2} \quad \text{Ec. (2.4)}$$

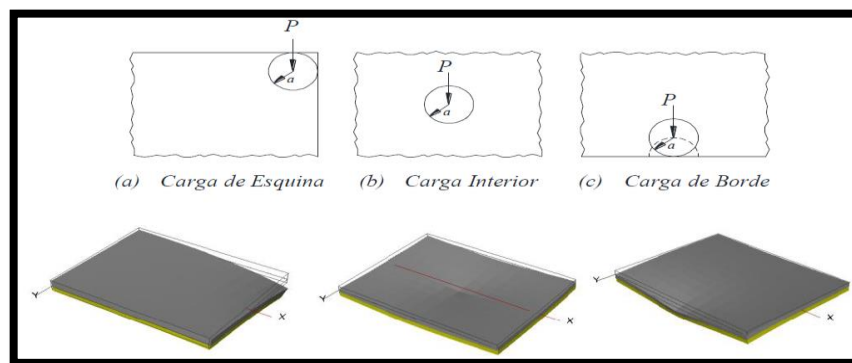
### 2.2.11.2. ESFUERZOS Y DEFORMACIONES DEBIDO A CARGAS

Existen tres métodos que pueden ser usados para determinar las deflexiones y esfuerzos en los pavimentos de concreto: primero las fórmulas de forma cerrada, segundo las cartas de influencia y tercero los programas

computacionales de elementos finitos. Las formulas originalmente elaboradas por Westergaard pueden ser empleadas únicamente a una carga de rueda simple con un área de contacto circular (Figura 18), elíptica, semicircular o semielíptica. Las cartas de influencia de Pickett y Ray pueden ser empleadas a múltiples cargas de ruedas de cualquier configuración.

Estos dos métodos son aplicables solo a losas largas sobre un cemento líquido. Si las cargas son aplicadas a múltiples losas sobre un cemento líquido, sólido o de capas con transferencia de cargas entre juntas, únicamente los métodos de elementos finitos pueden ser usados (Huang, 2004b).

**Figura 18.** Posición de carga analizada por Westergaard



Fuente: Huang, 2004b

Para el caso de los pavimentos rígidos se debe de realizar una evaluación, tanto las deformaciones, como los esfuerzos en la esquina, centro y bordes de la losa.

- **Cargas de esquina**

Para una carga circular aplicada cerca de la esquina de una losa como se indica en la Figura 19, donde el esfuerzo máximo no está cerca de la esquina y la fuerza total de reacción de la subrasante es considerable y no puede ser despreciada, Westergaard aplicó un método de aproximaciones sucesivas y obtuvo las siguientes fórmulas para el esfuerzo y deflexión:

**Figura 19.** Esfuerzo máximo - cargas de esquina

$$\sigma_c = \frac{3P}{h^2} \left[ 1 - \left( \frac{a\sqrt{2}}{\ell} \right)^{0.6} \right]$$
$$\Delta_c = \frac{P}{k\ell^2} \left[ 1.1 - 0.88 \left( \frac{a\sqrt{2}}{\ell} \right) \right]$$

Fuente: Huang, 2004b.

Donde:

- $\sigma_c$  = Esfuerzo provocado a la carga de esquina
- $P$  = Carga concentrada
- $h$  = Espesor de la losa
- $a$  = Radio del área de contacto
- $\ell$  = Radio de rigidez relativa
- $\Delta_c$  = Deflexión en la esquina
- $k$  = Módulo de reacción de la subrasante

Ioannides (Ioannides, Barenberg, & Thompson, 1985) aplica métodos de elementos finitos para evaluar las soluciones de Westergaard propone el uso de las siguientes fórmulas para cargas de esquina:

$$\sigma_c = \frac{3P}{h^2} \left[ 1 - \left( \frac{c}{\ell} \right)^{0.72} \right] \quad \text{Ec. (2.7)}$$

$$\Delta_c = \frac{P}{k\ell^2} \left[ 1.205 - 0.69 \left( \frac{c}{\ell} \right) \right] \quad \text{Ec. (2.8)}$$

Para los cuales  $c$  es la longitud del lado de la área de contacto cuadrada. Si la carga es sometida sobre un área circular, el valor de  $c$  debe ser selecto de tal forma que el círculo y el cuadrado tengan la misma área de contacto superficial, entonces,  $c = 1.772 a$ .

- **Cargas en el interior**

Las fórmulas calculadas por Westergaard en 1926 para determinar el esfuerzo en una losa y con un área sometida de forma circular ejerciendo en el interior de la losa como se muestra en la Figura 20 son.

**Figura 20. Esfuerzo interior de la losa**

$$\sigma_i = \frac{3(1+\nu)P}{2\pi h^2} \left( \ln \frac{\ell}{b} + 0.6159 \right) \quad \text{Ec. (2.9a)}$$

con

$$b = a \quad \text{cuando } a \geq 1.724h$$

$$b = \sqrt{1.6a^2 + h^2} - 0.675h \quad \text{cuando } a < 1.724h \quad \text{Ec. (2.9b)}$$

Fuente: Huang, 2004b.

Para determinar la deflexión debido a una carga interior, se trabaja con la siguiente ecuación:

$$\Delta_i = \frac{P}{8k\ell^2} \left\{ 1 + \frac{1}{2\pi} \left[ \ln \left( \frac{a}{2\ell} \right) - 0.673 \right] \left( \frac{a}{\ell} \right)^2 \right\} \quad \text{Ec. (2.10)}$$

Donde:

- $\sigma$  = Esfuerzo producido a la carga interior
- $P$  = Carga concentrada
- $h$  = Espesor o grosor de la losa
- $a$  = Radio del área de contacto
- $l$  = Radio de rigidez relativa
- $\Delta_i$  = Deflexión producido a la carga interior
- $k$  = Módulo de reacción de la subrasante

- **Cargas de borde**

El Esfuerzo debido a la carga de borde (Figura 21) y según Ioannides (Ioannides et al., 1985), se puede obtener con las siguientes ecuaciones.

**Figura 21. Esfuerzo debido a la carga en el borde**

$$\sigma_e (\text{círculo}) = \frac{3(1+\nu)P}{\pi(3+\nu)h^2} \left[ \ln \left( \frac{Eh^3}{100ka^4} \right) + 1.84 - \frac{4\nu}{3} + \frac{1-\nu}{2} + \frac{1.18(1+2\nu)a}{\ell} \right] \quad \text{Ec. (2.11)}$$

$$\sigma_e (\text{semicírculo}) = \frac{3(1+\nu)P}{\pi(3+\nu)h^2} \left[ \ln \left( \frac{Eh^3}{100ka^4} \right) + 3.84 - \frac{4\nu}{3} + \frac{(1+2\nu)a}{2\ell} \right] \quad \text{Ec. (2.12)}$$

$$\Delta_e (\text{círculo}) = \frac{\sqrt{2+1.2\nu} P}{\sqrt{Eh^3k}} \left[ 1 - \frac{(0.76+0.4\nu)a}{\ell} \right] \quad \text{Ec. (2.13)}$$

$$\Delta_e (\text{semicírculo}) = \frac{\sqrt{2+1.2\nu} P}{\sqrt{Eh^3k}} \left[ 1 - \frac{(0.323+0.17\nu)a}{\ell} \right] \quad \text{Ec. (2.14)}$$

Fuente: Huang, 2004b.

Donde:

$\sigma_e$	=	Esfuerzo producido a una carga de borde
P	=	Carga concentrada
h	=	Espesor o grosor de la losa
a	=	Radio del área de contacto
l	=	Radio de rigidez relativa
$\Delta e$	=	Deflexión producido en el borde
k	=	Módulo de reacción de la subrasante

En el caso de las cargas producidas con un área de contacto de forma semicircular, el diámetro, está en una misma línea con el borde de la losa.

## **2.2.12. MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS PARA EL ANALISIS DE PAVIMENTO RIGIDOS.**

El autor Cecilia Nazareth Puga Álvarez en su tesis “EVALUACIÓN FUNCIONAL DE PAVIMENTO RÍGIDO TRAMO AVENIDA LOJA (CUENCA)”, nos menciona el siguiente:

En conclusión, el método de los elementos finitos radica en la separación del problema en varios pequeños elementos de forma geométrica dada (malla), el planteamiento de ecuaciones de variación de deformación y esfuerzo a través de cada elemento de manera individual, para luego aplicar requerimientos de equilibrio que permiten combinar estos elementos individuales y obtener el planteamiento para el problema general en términos de un grupo de ecuaciones simultáneas, cuya solución al final resulta una proximidad de la solución verdadera. La Tabla 5 muestra un resumen de los programas de elementos finitos que se encuentran disponibles para realizar el análisis de un pavimento rígido. En términos generales se observa que la mayoría de estos programas consideran a la losa del pavimento rígido como un elemento de tipo placa delgada, con un comportamiento linealmente elástico, y al cimiento como un macizo de Winkler.

**Tabla 5.** Programas de elementos finitos disponible para realizar el análisis de un pavimento rígido.

Programa MEF	Dimensión	Losa	Subrasante	Material	Pasador	Carga	Formulación
ILLI-SLAB	2D	Elemento de placa delgada	Macizo de Winkler	Linealmente elástico	Barras discontinuas	Estática	Desplazamiento
WESLIQID	2D	Elemento de placa delgada	Macizo de Winkler	Linealmente elástico	-	Estática	Desplazamiento
WESLAYER	2D	Elemento de placa delgada	Capas lineales y elásticas / Medio sólido y elástico	Linealmente elástico	-	Estática	Desplazamiento
KENSLABS	2D	Elemento de placa delgada	Macizo de Winkler / Medio sólido elástico / Capas elásticas	Linealmente elástico	Barras discontinuas	Estática	Desplazamiento
RISC	2D	Elemento de lámina fina y elástica	Medio sólido elástico / Capas elásticas	Linealmente elástico	-	Estática	Desplazamiento
JSLAB	2D	Elemento de placa delgada	Macizo de Winkler	Linealmente elástico	Consideró espaciamientos no uniformes	Estática	Desplazamiento
FEACONS	2D	Elemento de placa delgada	Macizo de Winkler	Linealmente elástico	Rigidez lineal y torsional de la junta	Estática	Desplazamiento
DYNA-SLAB	2D	Elemento de placa delgada	Amortiguadores de Winkler / Capas sólidas	Linealmente elástico	-	Dinámica	Desplazamiento
EVERFE	3D	Elemento cuadrático y hexaédrico	Macizo de Winkler	Linealmente elástico	Elementos embebidos	Estática	Desplazamiento

Fuente: Hernández López, 2013

## RESPUESTAS DEL MODELO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO RÍGIDO

Las calibraciones de operaciones de diseño mecanicista involucran la aplicación de modelos estructurales para luego calcular las respuestas del pavimento rígido, la realización de modelos de deterioro para pronosticar el daño o daños que puedan sufrir el pavimento rígido ante esas respuestas estructurales y la calibración del deterioro predicho con el deterioro observado en pavimentos en servicio (Huang, 2004b). Los modelos de deterioro están menos avanzados que los modelos estructurales para el análisis de pavimentos rígidos. Se pueden trabajar con varios programas de elementos finitos como modelos estructurales, pero en la mayoría de los modelos de deterioro se trabajan con ecuaciones de regresión derivadas empíricamente, con una gran distribución de datos.

Para analizar con mayor exactitud los sistemas de pavimento rígido, en el Informe 1-26 del National Cooperative Highway Research Program (NCHRP), publicado en el año 1990, muestra que los modelos estructurales manejados deben tener las siguientes capacidades mínimas (Huang, 2004b):

- Analizar las losas ya sea de cualquier dimensión.

- Analizar el sistema con dos capas (subbase y losa), ya sea unidas o separadas, con las mismas o diferentes propiedades de materiales.
- Analizar el sistema de losas sobre una subrasante sólida o líquida.
- Analizar el sistema de losas con soporte uniforme o no uniforme, de tal manera que se podrá tener la noción de la pérdida de soporte debido a la erosión u otras causas.
- Analizar varias losas con transmisión de carga a través de las grietas o juntas.
- Considerar la curvatura (alabeo) de losas simultáneamente con las lecturas de carga.
- Analizar las losas con un espaciamiento que varía según las fisuras para el diseño de CRCP.

#### **SOFTWARE EverFE 2.24.**

El programa EverFE es un instrumento, que sirve para realizar el análisis de elementos finitos en 3D, para simular la respuesta de un sistema de pavimento de hormigón simple con juntas ante los efectos ambientales y los ejes de carga. El programa emplea una interfaz gráfica de usuario intuitiva que minimiza en gran medida la generación de modelos, y la interpretación de los resultados se demuestra a través de un problema de muestra.

- **Algunas de las características significativas del EverFE incluyen:**
  - La habilidad de modelar 1, 2 o 3 losas y/o bermas en el sentido longitudinal y/o transversal (hasta 9 unidades en total de losas-bermas en una configuración de 3x3). Las pasajuntas transversales entre las losas-bermas adyacentes pueden modelarse explícitamente.
  - Se permite inclinar las juntas transversales acomodando las pasajuntas con la misma inclinación. La posición de las pasajuntas permanece en el mismo sentido al tráfico.
  - Se pueden especificar hasta tres capas elásticas con una base ligada o no ligada. La transferencia de corte entre la losa y la base puede ser capturada a través de la rigidez elasto-plástica distribuida

horizontalmente. Una fundación líquida sin o con tensión de soporte se toma como modelo para la capa inferior del pavimento.

- Para las juntas transversales se puede simular la transferencia de corte mediante la trabazón de agregado de manera lineal o no lineal.
- Las pasajuntas pueden ser colocadas de manera precisa en las juntas transversales, además se puede fijar el módulo de soporte para modelar la interacción entre la pasajunta y la losa.
- Se puede modelar la desalineación y la ubicación incorrecta de las pasajuntas.
- Se puede definir fácilmente una variedad de configuraciones para diferentes ejes de carga con la mínima cantidad de datos.
- Se puede capturar gradientes de temperaturas lineales, bilineales y trilineales a través del espesor de la losa. Esto permite la simulación de los efectos térmicos, así como la retracción de la losa.
- Las amplias capacidades del post-procesamiento del EverFE permiten la visualización de los esfuerzos, desplazamientos, fuerzas y momentos internos de las pasajuntas. Se pueden recuperar fácilmente los valores de las respuestas críticas en cualquier punto del modelo.

### **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS**

- Pavimento: el pavimento es una estructura conformada por varias capas sobre la subrasante del camino, que está diseñado para resistir y distribuir los esfuerzos originados por la carga de los vehículos y mejorar las condiciones de comodidad y seguridad para el tránsito en general. (“Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014”).
- Pavimento rígido: es aquel pavimento que está compuesta en su estructura específicamente por una capa de Subbase granular, la cual esta capa puede ser de base granular, o también puede ser estabilizada con asfalto, cemento o cal, y una capa de rodadura de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregados y en algunos casos con aditivo. (“Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014”).
- Patología: son las falla presentes en el pavimento existente.



- Fallas del Pavimento: son los indicadores expuestos externamente del deterioro del pavimento, estos son causado por los factores actuantes (suelo, clima, tráfico, material).
- Grieta: Fisura alargada y estrecha en el pavimento.
- Nivel de Severidad: Es el grado en la que se encuentra la falla y con el que se evalúa los tipos de fallas y deficiencias que presentan los pavimentos existentes en el trayecto de la vía; esta evaluación se define a través de una severidad baja, media y alta.
- Ensayos de laboratorio: son las pruebas que se realiza a las muestras extraídas de las calicatas, de diamantinas, etc. de acorde a las normativas vigente.
- Granulometría: es la medición y graduación que se realiza a cabo de los granos de una formación sedimentaria, de los materiales sedimentados, así como de los suelos, con el fin de analizar, sus propiedades mecánicas así como su origen.
- Densidad de campo: es el control de la compactación de un terreno o también conocido como grado de compactación.
- Límites de consistencia: Es el suelo que puede existir en cualquiera de cuatro estados arbitrarios, dependiendo de su contenido de humedad.
- Índice medio diario (IMD): es el valor numérico considerado del tránsito vehicular por día, en un determinado tramo de la red vial que se evalúa.
- Período de diseño. Es el tiempo que transcurrido en años, desde la iniciación o construcción (denominada año cero), hasta sobrepasar las condiciones establecidas o llegar a la rehabilitación del pavimento.
- Tráfico vial: Es la demanda o fenómeno causado por el flujo vehicular en una calle, vía o autopista.
- Volumen de tráfico: es el número de vehículos que pasan por un determinado punto o lugar de calzada o carril de la carretera o calle, en un periodo dado.
- Mantenimiento: es la actividad que se realiza a fin de devolver la vida útil de un pavimento en relación a la comodidad y seguridad.
- Rehabilitación: Es la técnica que consiste en devolver a la estructura el soporte de cargas que ha sido disminuido o perdido a causa de los factores actuante, para luego obtener una mejor seguridad y comodidad.

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

Los factores que actúan en el comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani - Ate Vitarte – 2019, son el tráfico, el clima y los materiales de la estructura del pavimento.

### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA(S)**

- a) Los factores que actúan en el comportamiento funcional del pavimento rígido en la calle Luis Galvani - Ate Vitarte – 2019, son el tráfico y el clima.
- b) Se tienen como factores que actúan en el comportamiento estructural del pavimento rígido en la calle Luis Galvani - Ate Vitarte – 2019 son el clima, el tráfico y materiales de la estructura del pavimento.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.4.1. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE**

#### **A. Variable independiente**

“LOS FACTORES ACTUANTES”

Agentes de intemperismo, tanto de la naturaleza como del hombre, cargas de los vehículos y calidad de los materiales que intervienen en el comportamiento y el diseño de una sección estructural.

#### **B. Variable dependiente**

“COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO”

El comportamiento del pavimento rígido está ligado a su capacidad funcional que tiene para brindar una superficie cómoda y segura al usuario, y al comportamiento estructural del pavimento que vea la capacidad estructural que debe resistir o soportar las sollicitaciones de carga al que estarán sometido durante el servicio prestado de la vía;

debido a que los factores actuantes (suelo, tráfico, clima y material de la estructura del pavimento) producen una pérdida lenta y progresiva de la capacidad de soporte de del pavimento existente.

#### **2.4.2. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LA VARIABLE**

##### **A. Variable independiente**

“LOS FACTORES ACTUANTES”

Define los factores como el suelo, tráfico, clima y material de la estructura del pavimento.

##### **B. Variable dependiente**

“COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO”

Define el comportamiento funcional y comportamiento estructural del pavimento rígido.

### 2.4.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

**Cuadro 6.** Operacionalización de Variables

VARIABLE	DIMENSIÓN		INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	ESCALA DE MEDICIÓN	FORMA DE MEDIR	
<b>V.I “LOS FACTORES ACTUANTES”</b>	SUELO	Granulometría		Observación Experimental -	Equipos de laboratorio	nominal	indirecta	
		CBR				nominal	indirecta	
	TRAFICO	Cargas		Observación No Experimental	Formato de campo	nominal	directa	
		Volumen de tráfico (IMDA)				nominal	directa	
	CLIMA	Temperatura		Observación No Experimental	Termómetro	intervalo	directa	
		Humedad			Higrómetro	intervalo	directa	
	MATERIAL (estructura del pavimento)	Sub Base	Densidad de campo		Observación Experimental -	Equipos de laboratorio	nominal	indirecta
			Granulometría				nominal	indirecta
			CBR				nominal	indirecta
		Losa de Concreto	Resistencia		Observación Experimental -	Equipos de laboratorio	nominal	indirecta
			Composición				ordinal	directa
<b>V.D “COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO</b>	FUNCIONAL	Rugosidad (IRI)		Observación No Experimental	Guía de Observación y Formato de campo	ordinal	indirecta	
		Fallas (PCI)				ordinal	directa	
	ESTRUCTURAL	Esfuerzo		Observación No Experimental	Software - Elementos finitos	nominal	indirecta	
		Deformación				nominal	indirecta	

Fuente: propio

## CAPITULO III: METODOLOGIA

### 3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación fue realizada con el uso del Método Científico como método general y como métodos específicos el analítico.

### 3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

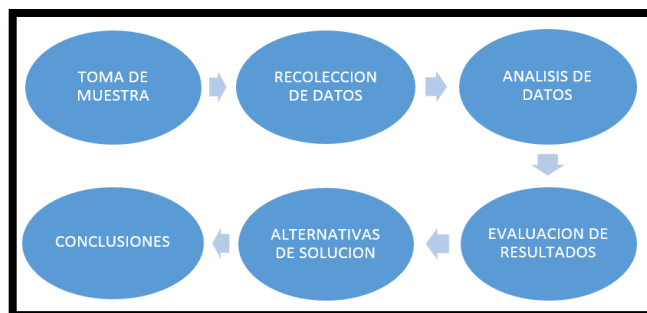
La presente investigación es de tipo aplicada con un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), cuyo propósito principal es determinar el comportamiento del pavimento rígido ante los factores actuantes en la calle Luis Galvani - Ate Vitarte – 2019

### 3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación es explicativa, porque se encarga de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa – efecto.

### 3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

**Figura 22.** Diseño de investigación no experimental, transaccional descriptivo correlacional.

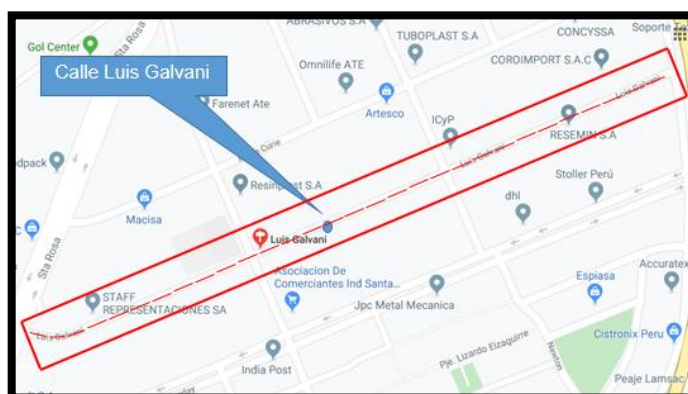


*Fuente: propia*

### 3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

Para la presente investigación de tesis la población fue el sistema vial de la Calle Luis Galvani cuadra 1, cuadra 2 y cuadra 3 del distrito Ate Vitarte de la provincia de Lima, se toma esta población debido a que es la más representativa de esta urbanización y presentan una mayor demanda de vehículos.

**Figura 23. Población de la investigación**



*Fuente: Propio*

La muestra de la presente investigación fue la estructura del pavimento rígido, de tipo No Probabilístico.

### **3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.6.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para la presente investigación se tienen en cuenta el análisis no documental.

Para el análisis no documental se utilizó la observación visual, tomas de datos de los estudios y evaluación de muestras según ensayos de laboratorio, así como también el uso del software EverFe 2.24 de elementos finitos

#### **3.6.2. INSTRUMENTOS**

- Formatos de conteo vehicular del MTC.
- Formatos de evaluación por el método del PCI.
- Formato de evaluación por el método del IRI (Rugosímetro Merlín)
- Ensayos de laboratorio.
- Datos estadísticos.
- Fichas de observación.

### **3.7. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Las técnicas de recolección de datos fueron directas y de observación, se adoptó la forma sistemática siguiéndose el proceso:

- Primero se determinó el comportamiento funcional de la vía, y para esto se trabajó realizando la evaluación de la superficie de rodadura con los ensayos de PCI e IRI, a fin de determinar las fallas estructurales y funcionales que presenta el Paviment rígido existente.
- Se evaluó el suelo, para determinar sus características de la sub rasante y base para esto se realizaron dos calicatas, una en un pavimento en buen estado y la otra en el pavimento en mal estado.
- Se realizó el estudio de tráfico para determinar los tipos de vehículos y las cargas que soporta el pavimento rígido.
- Se realizó el estudio del clima, tomando datos del SENAMHI con respectos a los tres últimos periodos (2016, 2017 y 2018), para así determinar las temperaturas máximas y mínimas presentadas en el ambiente de la investigación.
- Se evaluó el material del pavimento existente, primero de las calicatas realizadas (2), se tomaron las muestras de la sub base para ver sus características y propiedades presentes, mientras para el concreto se realizaron las extracciones de muestras (diamantinas) en 6 puntos, tres en pavimentos en buen estado y tres en pavimentos en mal estado, las cuales luego fueron sometida al ensayo de compresión para determinar sus respectivas resistencias de cada espécimen.
- se realizó el diseño del pavimento rígido con los estudios obtenidos.
- Una vez obtenidas las características de los materiales y sus respectivas dimensiones, se procedió a determinar y analizar el comportamiento estructural del pavimento existente, y para esto se trabajó con el programa EverFE 2.24, en el cual se ingresaron estas características a fin de determinar los esfuerzos y deflexiones máximas en el pavimento existente de la Calle Luis Galvani.

### **3.8. TÉCNICAS Y ANÁLISIS DE DATOS**

Se utilizaron gráficas, así como también softwares aplicativos como el EverFE 2.24, Ms-Excel 2016, AutoCAD 2016, S10.

## CAPITULO IV: RESULTADOS

### 4.1. OBJETO DE ESTUDIO

El diagnóstico del pavimento rígido en la Calle Luis Galvani del distrito de Ate Vitarte, provincia de Lima, está basado en la evaluación y determinación del comportamiento del pavimento rígido ante los factores actuantes (suelo, tráfico, clima y material), el cual es determinado por el procedimiento de la ingeniería basados en los estudios y ensayos correspondientes.

### 4.2. UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

- SECTOR : Calle Luis Galvani
- DISTRITO : Ate Vitarte
- PROVINCIA : Lima
- DEPARTAMENTO : Lima
- REGIÓN : Lima

**Cuadro 7.** Ubicación Geográfica según coordenadas

COORDENADAS GEOGRAFICAS		COORDENADAS UTM	
OESTE	SUR	NORTE	ESTE
74°58'31.2"	12° 03'53.1"	8665938	0285357

Fuente: Elaboración propia

#### a) UBICACIÓN GEOGRAFICA

**Figura 25.** . Mapa del Departamento de Lima



**Figura 24.** Mapa del Perú



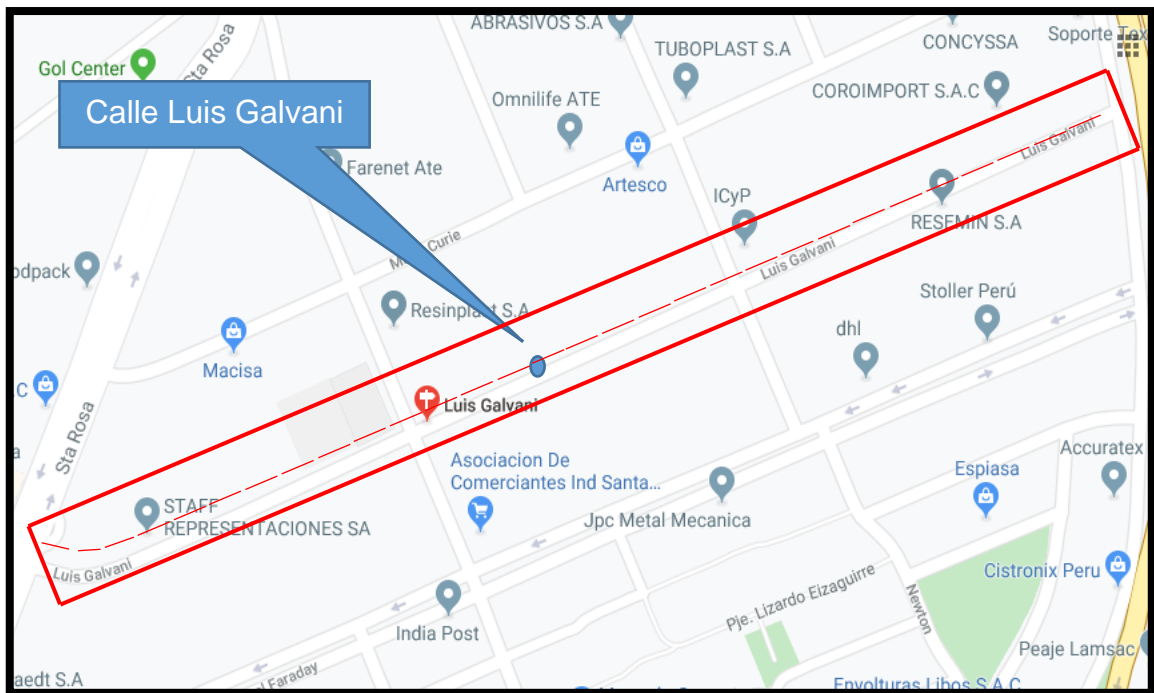


**Figura 26.** Mapa del Distrito de Ate Vitarte



Fuente: Propio

**Figura 27.** Gráfico de ubicación de la Calle Luis Galvani (cuadra 1, cuadra 2 y cuadra 3)



Fuente: Propio

### 4.3. ANÁLISIS DE LOS FACTORES ACTUANTES

#### 4.3.1. SUELO

Los trabajos para el estudio de mecánica de suelos, se han desarrollado con la finalidad de investigar las características físicas mecánicas de subrasante de la estructura del pavimento rígido, es por eso que se realizó las respectivas calicatas a cielo abierto con una profundidad de 1.85 metros.

En el anexo 03 se presentan todos los ensayos del estudio del suelo realizado a la subrasante del pavimento rígido.

En la tabla 6 se muestran los ensayos realizados a la subrasante del pavimento rígido existente. Se verifica su cumplimiento con los requerimientos de la norma CE 010 Pavimentos Urbanos - ensayo.

**Tabla 6.** Ensayos Destructivos con Calicatas

<b>ENSAYOS A TRAVÉS DE CALICATAS DE EXPLORACIÓN</b>		
<b>CAPAS</b>	<b>PROGRESIVA KM</b>	<b>ENSAYOS TÉCNICOS REALIZADOS</b>
sub rasante	0+043 cuadra 2 0+037 cuadra 3	GRANULOMETRIA (NTP 339.128 - ASTM D6913)
		LIMITES DE ATERBERG ( NTP 339.129 - ASTM D4318)
		PROCTOR MODIFICADO ( NTP 339.142 - ASTM D1557)
		CBR (NTP 339.145 - ASTM D1883)

Fuente: propia

**Cuadro 8.** Resultados Obtenidos del Estudio - Mecánica de Suelos - Calicata N°01

<b>N° DE CALICATA</b>	<b>CALLE</b>	<b>CUADRA</b>	<b>PROGRESIVA</b>	<b>OBSERVACION</b>																		
1	Luis Galvani	2	0+043	pavimento en mal estado																		
fotografía – resultados																						
				<table border="1"> <tr> <td><b>IDENTIFICACIÓN</b></td> <td>Sub rasante</td> </tr> <tr> <td><b>MUESTRA</b></td> <td>M-1</td> </tr> <tr> <td><b>PROFUNDIDAD</b></td> <td>0.35 – 1.85 m</td> </tr> <tr> <td><b>SUCS</b></td> <td>GW</td> </tr> <tr> <td><b>ASSHTO</b></td> <td>A-2-4 (1)</td> </tr> <tr> <td><b>M.D.S (GR/CM3)</b></td> <td>2.087</td> </tr> <tr> <td><b>O.C.H.%</b></td> <td>5.20</td> </tr> <tr> <td><b>CBR (100% M.D.S)0.1”</b></td> <td>106.7</td> </tr> <tr> <td><b>CBR (95% M.D.S)0.1”</b></td> <td>63.0</td> </tr> </table>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	Sub rasante	<b>MUESTRA</b>	M-1	<b>PROFUNDIDAD</b>	0.35 – 1.85 m	<b>SUCS</b>	GW	<b>ASSHTO</b>	A-2-4 (1)	<b>M.D.S (GR/CM3)</b>	2.087	<b>O.C.H.%</b>	5.20	<b>CBR (100% M.D.S)0.1”</b>	106.7	<b>CBR (95% M.D.S)0.1”</b>	63.0
				<b>IDENTIFICACIÓN</b>	Sub rasante																	
				<b>MUESTRA</b>	M-1																	
				<b>PROFUNDIDAD</b>	0.35 – 1.85 m																	
				<b>SUCS</b>	GW																	
				<b>ASSHTO</b>	A-2-4 (1)																	
				<b>M.D.S (GR/CM3)</b>	2.087																	
				<b>O.C.H.%</b>	5.20																	
				<b>CBR (100% M.D.S)0.1”</b>	106.7																	
<b>CBR (95% M.D.S)0.1”</b>	63.0																					

**Cuadro 9.** Resultados Obtenidos del Estudio - Mecánica de Suelos - Calicata N°02

N° DE CALICATA	CALLE	CUADRA	PROGRESIVA	OBSERVACION																		
1	Luis Galvani	3	0+043	pavimento en buen estado																		
fotografía – resultados																						
		<table border="1"> <tbody> <tr> <td><b>IDENTIFICACIÓN</b></td> <td>Sub rasante</td> </tr> <tr> <td><b>MUESTRA</b></td> <td>M-2</td> </tr> <tr> <td><b>PROFUNDIDAD</b></td> <td>0.35 – 1.85 m</td> </tr> <tr> <td><b>SUCS</b></td> <td>GW</td> </tr> <tr> <td><b>ASSHTO</b></td> <td>A-2-4 (2)</td> </tr> <tr> <td><b>M.D.S (GR/CM3)</b></td> <td>2.087</td> </tr> <tr> <td><b>O.C.H.%</b></td> <td>5.20</td> </tr> <tr> <td><b>CBR (100% M.D.S)0.1”</b></td> <td>106.7</td> </tr> <tr> <td><b>CBR (95% M.D.S)0.1”</b></td> <td>63.0</td> </tr> </tbody> </table>			<b>IDENTIFICACIÓN</b>	Sub rasante	<b>MUESTRA</b>	M-2	<b>PROFUNDIDAD</b>	0.35 – 1.85 m	<b>SUCS</b>	GW	<b>ASSHTO</b>	A-2-4 (2)	<b>M.D.S (GR/CM3)</b>	2.087	<b>O.C.H.%</b>	5.20	<b>CBR (100% M.D.S)0.1”</b>	106.7	<b>CBR (95% M.D.S)0.1”</b>	63.0
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	Sub rasante																					
<b>MUESTRA</b>	M-2																					
<b>PROFUNDIDAD</b>	0.35 – 1.85 m																					
<b>SUCS</b>	GW																					
<b>ASSHTO</b>	A-2-4 (2)																					
<b>M.D.S (GR/CM3)</b>	2.087																					
<b>O.C.H.%</b>	5.20																					
<b>CBR (100% M.D.S)0.1”</b>	106.7																					
<b>CBR (95% M.D.S)0.1”</b>	63.0																					

Fuente: propia

#### 4.3.2. TRAFICO

La calle Luis Galvani según el manual de diseño geométrico de vías urbanas, se define como una vía local. Se caracteriza por ser una vía de tránsito pesado, esto debido a que el sector en la que se encuentra la vía es de tipo industrial.

En el anexo 04 se detalla todo el cálculo del estudio de tráfico en la calle Luis Galvani, de donde se toman los resultados para realizar las siguientes tablas y gráficos.

En el cuadro 10 se puede apreciar el conteo vehicular realizado durante una semana, comenzando el día jueves 11 de abril y terminando el miércoles 17 de abril, este estudio se realizó durante las 24 horas del día. Se podrá apreciar los tipos de vehículos que transitan en su mayor y menor demanda durante los siete días de evaluación, obteniendo en el día martes una mayor demanda de vehículos con un total de 3487 vehículos, mientras que el día domingo presenta una menor demanda de vehículos resultándonos un total de 1635 vehículos.

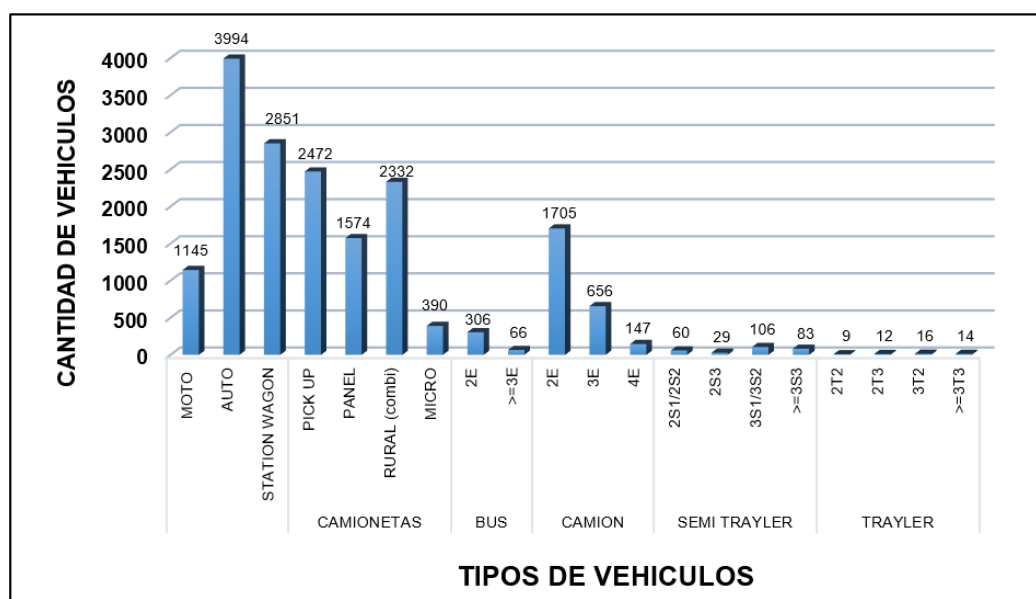
**Cuadro 10.** Conteo Vehicular en la calle Luis Galvani

CONTEO VEHICULAR								
TIPO DE VEHICULO	DIA DE LA SEMANA							TOTAL
	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	
MOTO	221	155	171	52	154	186	206	1145
AUTO	562	748	556	277	298	1107	446	3994
STATION WAGON	280	374	276	558	592	549	222	2851
CAMIONETAS	PICK UP	346	472	290	273	234	454	2472
	PANEL	170	234	143	134	475	192	1574
	RURAL (combi)	67	299	312	292	476	469	2332
	MICRO	50	77	54	34	63	62	390
BUS	2E	25	37	53	15	50	53	306
	>=3E	16	21	6	0	8	13	66
CAMION	2E	237	272	180	0	373	263	1705
	3E	107	145	35	0	137	125	656
	4E	20	27	10	0	30	25	147
SEMI TRAYLER	2S1/2S2	16	10	4	0	12	8	60
	2S3	5	5	3	0	6	5	29
	3S1/3S2	21	22	8	0	21	17	106
	>=3S3	17	14	13	0	10	12	83
TRAYLER	2T2	2	2	1	0	1	2	9
	2T3	2	2	1	0	2	2	12
	3T2	3	3	2	0	2	4	16
	>=3T3	3	3	2	0	2	2	14
<b>TOTAL</b>	<b>2170</b>	<b>2922</b>	<b>2120</b>	<b>1635</b>	<b>2946</b>	<b>3487</b>	<b>2687</b>	<b>17967</b>

Fuente: propio

En la gráfica 1 se puede apreciar el índice medio semanal del conteo vehicular en la calle Luis Galvani, siendo los autos con una mayor demanda con un total de 3994 veh/sem, mientras que los trayler presentan una menor demanda con un total de 51 veh/sem.

**Grafico 1.** Índice Medio Semanal



Fuente: propio

Como ya anteriormente se había mencionado que el sector en la que se encuentra la calle Luis Galvani es una zona industrial, por donde circulan vehículos ligeros (moto, auto, station wagon, camioneta, panel, combi y micros) y vehículos pesados (ómnibus, camión, semi trayler y trayler). En la tabla 7 se muestra la tipificación vehicular según su carga.

**Tabla 7.** Tipificación vehicular

TIPIFICACIÓN VEHICULAR	CANTIDAD	PORCENTAJE
<b>Vehículos Ligeros</b>	14,758.00	82%
<b>Vehiculos Pesados</b>	3,209.00	18%
<b>Total de Vehículos</b>	17,967.00	100%

*Fuente: propio*

En el anexo 04 se tiene los cálculos del índice medio diario (I.M.D) y del ESAL, el cual para el estudio nos dio como resultados los siguientes valores:

**I.M.D = 3,027.00 veh/día**

**ESAL = 12, 773,747.00**

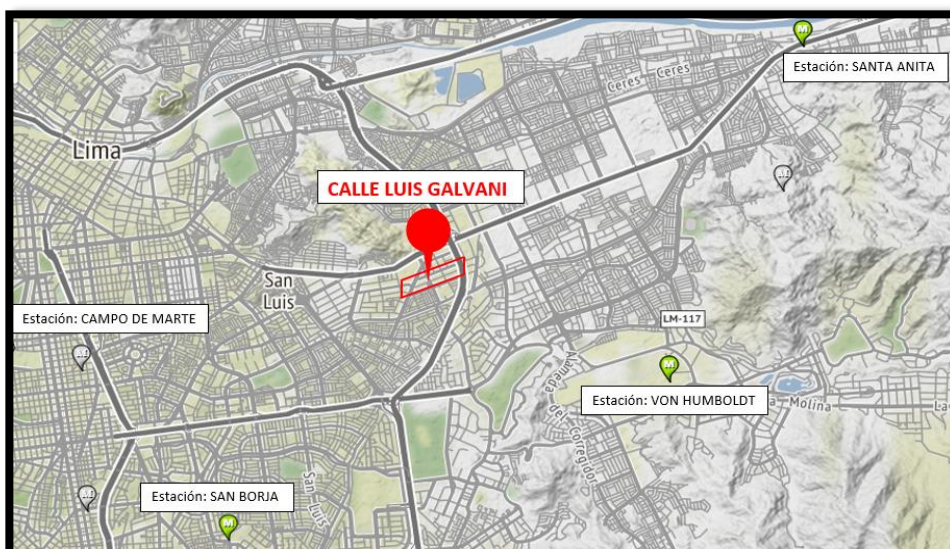
### 4.3.3. CLIMA

El clima puede perjudicar el comportamiento del pavimento rígido de diferentes maneras, el cambio de temperatura, el porcentaje de humedad y las precipitaciones, estos factores climatológicos tienden a tener ciertos efectos sobre la resistencia del pavimento.

El clima del distrito de Ate Vitarte, es de tipo desértico con muy escasas precipitaciones en invierno, ya que nos encontramos en la costa peruana.

Para obtener los datos del clima o datos hidrometeorológicos de la zona de nuestra área de investigación, se obtuvieron datos del SENAMHI y de la UNIVERIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA, específicamente de la estación hidrometeorológica VON HUMBOLDT ya que es la más cercana al área de investigación, la cual queda ubicada en el distrito de la MOLINA.

**Figura 28.** Estación hidrometeorológica VON HUMBOLDT



Fuente: propia

En el anexo 05 se encuentran los datos obtenidos por el SENAMHI desde el año 2016 al 2018, en la cual se detallan los registros de las variaciones de la temperatura, día por día de cada mes.

En la tabla 8 se muestran en resumen los datos obtenidos de la temperatura en la estación VON HUMBOLDT.

**Tabla 8.** Datos hidrometeorológicos de la temperatura °C – ANEXO 5

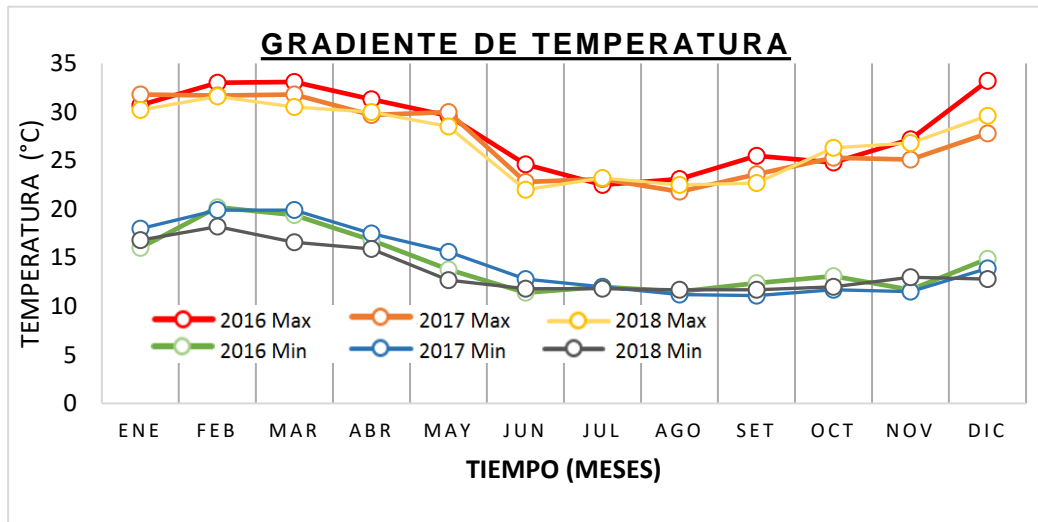
TEMPERATURA °C						
	2016		2017		2018	
	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN
ENERO	30.7	16.0	31.8	18.0	30.2	16.8
FEBRERO	33.0	20.2	31.7	19.9	31.6	18.2
MARZO	33.1	19.4	31.8	19.9	30.5	16.6
ABRIL	31.3	16.8	29.7	17.5	30.0	15.9
MAYO	29.6	13.8	30.0	15.6	28.5	12.7
JUNIO	24.6	11.4	22.8	12.8	22.0	11.8
JULIO	22.5	12.0	23.1	12.0	23.2	11.8
AGOSTO	23.1	11.5	21.8	11.2	22.5	11.7
SEPTIEMBRE	25.5	12.4	23.6	11.1	22.7	11.7
OCTUBRE	24.8	13.1	25.3	11.7	26.3	12.0
NOVIEMBRE	27.2	11.7	25.1	11.5	26.8	13.0
DICIEMBRE	33.2	14.9	27.8	13.9	29.6	12.8

Fuente: propia



En la gráfica 2 se muestran tres periodos de evaluación del clima (2016, 2017, y 2018) obtenidas los datos de la estación meteorológica VON HUMBOLDT, en la cual se determinó que la temperatura más elevada (calor) se presentó en el mes de diciembre del año 2016, alcanzando una temperatura de 33.2°C, y para la temperatura más bajo (frio) se presentó en el mes de setiembre del año 2017, alcanzando una temperatura de 11.1°C.

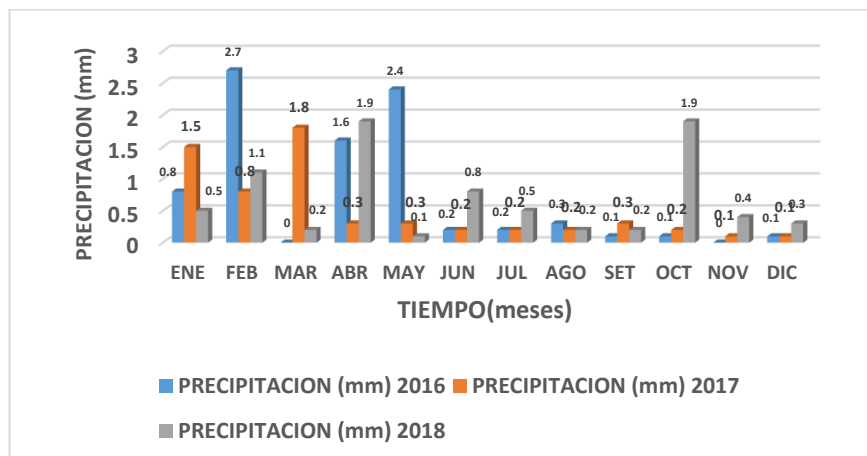
**Grafico 2.** Variación de Temperatura



Fuente: propio

En la gráfica 3 Se muestran la precipitación registrada durante los meses del año 2016 al 2018, se puede apreciar que en el mes de febrero del 2016 se obtuvo una precipitación de 2.7mm/h, siendo la precipitación presentada con mayor valor durante los 3 periodos de evaluación.

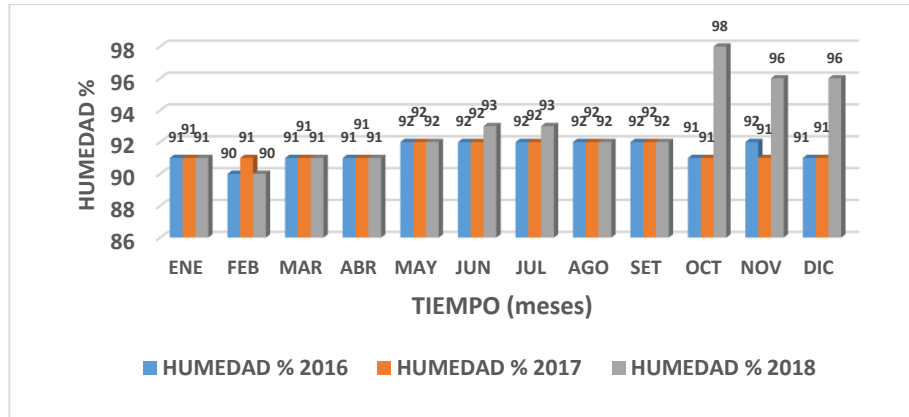
**Grafico 3.** Variación de Precipitación



Fuente: propio

En la gráfica 4 se muestran datos estadísticos de la humedad registrada durante los meses del año 2016 al 2018, se puede apreciar que, en los meses de octubre, noviembre, diciembre son meses donde se presenta en mayor porcentaje el contenido de humedad.

**Gráfico 4.** Variación de Humedad



Fuente: propio

#### 4.3.4. MATERIAL

El pavimento rígido está compuesto de multicapas y unas de sus capas son la sub base y la losa de concreto.

Para el análisis de la sub base se muestra en la tabla 9 los ensayos realizado en cada punto de investigación. Se verifica su cumplimiento con los requerimientos de la norma CE 010 Pavimentos Urbanos – ensayo

**Tabla 9.** Ensayos de la sub base

ENSAYOS A TRAVÉS DE CALICATAS DE EXPLORACIÓN		
CAPAS	PROGRESIVA KM	ENSAYOS TÉCNICOS REALIZADOS
Sub base	0+043 cuadra 2 0+037 cuadra 3	DENSIDAD DE SUELOS COMPACTADOS (NTP 339.143 - ASTM D1556)
		GRANULOMETRIA (NTP 339.128 - ASTM D6913)
		LIMITES DE ATERBERG ( NTP 339.129 - ASTM D4318)
		PROCTOR MODIFICADO ( NTP 339.142 - ASTM D1557)
		CBR (NTP 339.145 - ASTM D1883)



**Tabla 10.** Resultados del ensayo a la sub base M-1

N° DE CALICATA	CALLE	CUADRA	PROGRESIVA	OBSERVACION																				
1	Luis Galvani	2	0+043	pavimento en mal estado																				
fotografía – resultados																								
		<table border="1"> <tbody> <tr> <td>IDENTIFICACIÓN</td> <td>base</td> </tr> <tr> <td>MUESTRA</td> <td>M - 1</td> </tr> <tr> <td>PROFUNDIDAD</td> <td>0.15 - 0.35 m</td> </tr> <tr> <td>DENSIDAD DE CAMPO</td> <td>95.74</td> </tr> <tr> <td>SUCS</td> <td>SM</td> </tr> <tr> <td>ASSHTO</td> <td>A-2-6 (0)</td> </tr> <tr> <td>M.D.S (gr/cm3)</td> <td>2.256</td> </tr> <tr> <td>O.C.H. %</td> <td>8.30</td> </tr> <tr> <td>CBR (100% M.D.S)0.1"</td> <td>71.1</td> </tr> <tr> <td>CBR (95% M.D.S)0.1"</td> <td>40.5</td> </tr> </tbody> </table>			IDENTIFICACIÓN	base	MUESTRA	M - 1	PROFUNDIDAD	0.15 - 0.35 m	DENSIDAD DE CAMPO	95.74	SUCS	SM	ASSHTO	A-2-6 (0)	M.D.S (gr/cm3)	2.256	O.C.H. %	8.30	CBR (100% M.D.S)0.1"	71.1	CBR (95% M.D.S)0.1"	40.5
		IDENTIFICACIÓN	base																					
		MUESTRA	M - 1																					
		PROFUNDIDAD	0.15 - 0.35 m																					
		DENSIDAD DE CAMPO	95.74																					
		SUCS	SM																					
		ASSHTO	A-2-6 (0)																					
		M.D.S (gr/cm3)	2.256																					
		O.C.H. %	8.30																					
		CBR (100% M.D.S)0.1"	71.1																					
CBR (95% M.D.S)0.1"	40.5																							

**Tabla 11.** Resultados del ensayo a la sub base M-2

N° DE CALICATA	CALLE	CUADRA	PROGRESIVA	OBSERVACION																				
1	Luis Galvani	3	0+043	pavimento en buen estado																				
fotografía – resultados																								
		<table border="1"> <tbody> <tr> <td>IDENTIFICACIÓN</td> <td>base</td> </tr> <tr> <td>MUESTRA</td> <td>M - 2</td> </tr> <tr> <td>PROFUNDIDAD</td> <td>0.15 - 0.35 m</td> </tr> <tr> <td>DENSIDAD DE CAMPO</td> <td>99.00</td> </tr> <tr> <td>SUCS</td> <td>GP - GM</td> </tr> <tr> <td>ASSHTO</td> <td>A-2-6 (0)</td> </tr> <tr> <td>M.D.S (gr/cm3)</td> <td>2.303</td> </tr> <tr> <td>O.C.H. %</td> <td>6.90</td> </tr> <tr> <td>CBR (100% M.D.S)0.1"</td> <td>96.7</td> </tr> <tr> <td>CBR (95% M.D.S)0.1"</td> <td>85.3</td> </tr> </tbody> </table>			IDENTIFICACIÓN	base	MUESTRA	M - 2	PROFUNDIDAD	0.15 - 0.35 m	DENSIDAD DE CAMPO	99.00	SUCS	GP - GM	ASSHTO	A-2-6 (0)	M.D.S (gr/cm3)	2.303	O.C.H. %	6.90	CBR (100% M.D.S)0.1"	96.7	CBR (95% M.D.S)0.1"	85.3
		IDENTIFICACIÓN	base																					
		MUESTRA	M - 2																					
		PROFUNDIDAD	0.15 - 0.35 m																					
		DENSIDAD DE CAMPO	99.00																					
		SUCS	GP - GM																					
		ASSHTO	A-2-6 (0)																					
		M.D.S (gr/cm3)	2.303																					
		O.C.H. %	6.90																					
		CBR (100% M.D.S)0.1"	96.7																					
CBR (95% M.D.S)0.1"	85.3																							

Fuente: propia

Para el análisis del material de concreto o losa de concreto se realizaron el ensayo de resistencia a la compresión de los testigos extraídos del pavimento rígido, así como también el ensayo de la carbonatación del concreto.

En el cuadro 11 se muestran en resumen el resultado obtenido del ensayo de compresión de los especímenes del pavimento rígido.

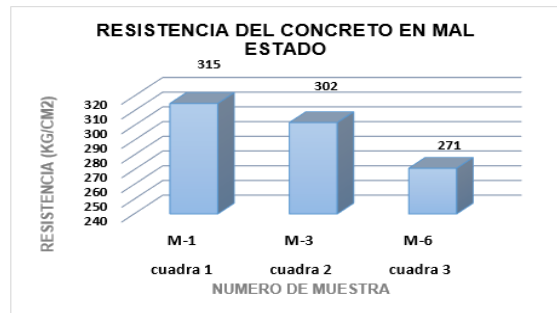
**Cuadro 11.** Ensayo de compresión de las diamantinas (Anexo 06)

CUADRA	MUESTRA	ESTADO DEL PAVIMENTO RÍGIDO	PROGRESI VA (Km)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FRACTURA
C-1	M-1	MALO	0+087	315	TIPO 2
C-1	M-2	BUENO	0+163	321	TIPO 3
C-2	M-3	MALO	0+086	302	TIPO 2
C-2	M-4	BUENO	0+163	271	TIPO 2
C-3	M-5	BUENO	0+037	271	TIPO 3
C-3	M-6	MALO	0+219	271	TIPO 3

Fuente: propia

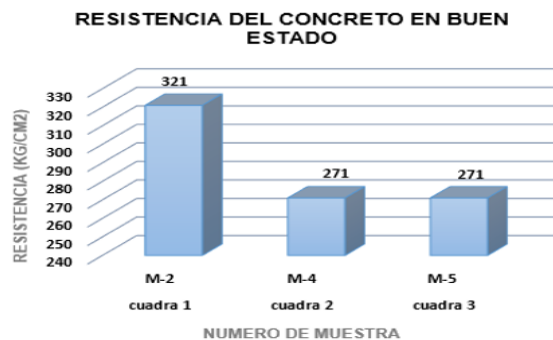
En el gráfico 5 y 6 se puede apreciar que las resistencias a la compresión de los especímenes en buen estado y mal estado presentan casi el mismo valor, siendo la menor resistencia de  $f'c=271$  kg/cm<sup>2</sup> y una mayor resistencia de  $f'c=321$  kg/cm<sup>2</sup>.

**Grafico 5.** Resistencia del Concreto en Mal Estado



Fuente: propia

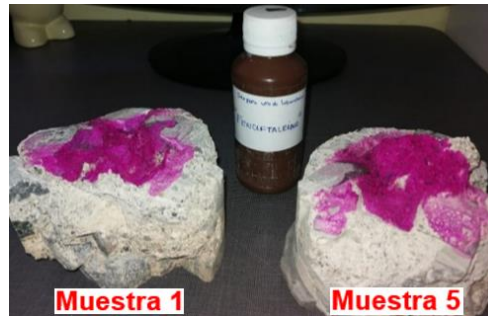
**Grafico 6.** Resistencia del Concreto en Buen Estado



Fuente propia

En la figura 29 se muestra la reacción del concreto ante la colocación de la fenolftaleína sobre ella (ensayo de carbonatación), el cual se puede apreciar que las muestras M-1 Y M-2 se pintan de color rosado, debido a que aún no están contaminadas ni alterada por la humedad.

**Figura 29.** Carbonatación del concreto



*Fuente: propia*

#### **4.4. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FUNCIONAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO**

##### **4.4.1. EVALUACION DEL PAVIMENTO RIGIDO – METODO PCI**

La evaluación de la vía de estudio se realizó por el método PCI para lo cual primero se ubicó el área de investigación, posteriormente se realizó el reconocimiento del lugar.

El tramo de evaluación comprende alrededor de unas 3 cuadras con una sección de 7.20 metros de ancho de carril (dos carriles y uno por cada sentido) obteniendo un total de 118 muestras de evaluación, que en su totalidad suman 843.70 metros de vía analizada aproximadamente.

##### **4.4.2. PROCEDIMIENTO**

La inspección superficial o visual del pavimento, según el manual de deterioros se elabora en tres pasos:

- Se identifica los deterioros existentes.
- Clasificación de la severidad del deterioro.
- Frecuencia con que se encuentran en la unidad de muestreo.

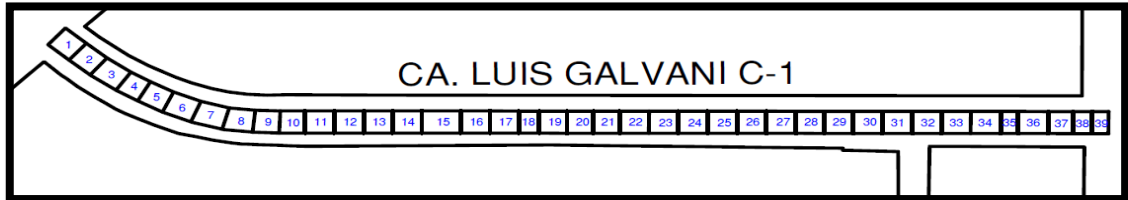
Los registros se realizó en una hoja u formato de inspección y haciendo uso del formato planteado en la bibliografía de la norma AASHTO.

La información obtenida y procesada de los tres tramos evaluados de la calle Luis Galvani se detalla cuadra por cuadra a continuación.

## 1. TRAMO: CUADRA 1

### 1.1. Ubicación

Figura 30. Ubicación de la Muestra 1



Fuente: propia

### 1.2. Descripción de la unidad de análisis

- Muestra : U-1
- N° de unidades : 39 unidades
- Largo promedio : 7.50 metros
- Ancho promedio : 7.20 metros
- Área promedio : 54 m<sup>2</sup>
- Área total : 2126.09 m<sup>2</sup>

### 1.3. Determinación de unidades de muestreo

TRAMO:		Cuadra 1	
$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2}$	N=	39	
	e=	5	
	σ=	15	
	n=	18	
determinación de intervalo de muestreo			
$i = \frac{N}{n}$		N=	39
		n=	18
		i=	2

- Los valores de reducción se determinan en relación a la densidad de daños contados, los cuales estarán detallado en el anexo 07
- Determinación del número máximo permitido de Valores Reducidos (VRs):
  - ✓ 1ro seleccionamos el Mayor Valor Deducido (MVD)
 

**MVR = 40.33**
  - ✓ 2do calculamos el “Número Máximo Admisible

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

$$m_i = 6.48$$

- En el cuadro 12 se muestran la obtención del máximo Valor Reducido Corregido (Max.VRC)

**Cuadro 12.** Valor Reducido Corregido – Cuadra 1

N°	Valor de Reduccion							Total	q	VRC
1	40.33	21.30	18.20	14.25	9.80	8.00	3.06	114.94	7	56.65
2	40.33	21.30	18.20	14.25	9.80	8.00	2.00	113.88	6	58.50
3	40.33	21.30	18.20	14.25	9.80	2.00		105.88	5	57.75
4	40.33	21.30	18.20	14.25	2.00			96.08	4	54.90
5	40.33	21.30	18.20	2.00				81.83	3	51.85
6	40.33	21.30	2.00					63.63	2	47.80
7	40.33	2.00						42.33	1	42.10

Fuente: propia

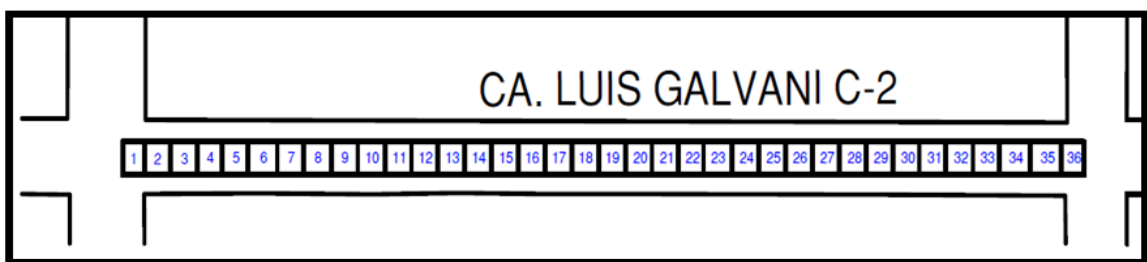
- Determinación del PCI

<b>PCI = 100 - Max.VRC</b>
Max.VRC = 58.5
PCI = 41.5
CLASIFICACION = REGULAR

## 2. TRAMO: CUADRA 2

### 2.1. Ubicación

**Figura 31.** Ubicación de la Muestra 2



Fuente: propia

### 2.2. Descripción de la unidad de análisis

- Muestra : U-2
- N° de unidades : 36 unidades
- Largo promedio : 7.00 metros
- Ancho promedio : 7.20 metros

- Área de unidad : 50.4 m<sup>2</sup>
- Área total : 1813.32 m<sup>2</sup>

### 2.3. Determinación de unidades de muestreo

TRAMO:		Cuadra 2	
$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2}$		N=	36
		e=	5
		σ=	15
		n=	18
determinacion de intervalo de muestreo			
$i = \frac{N}{n}$		N=	36
		n=	18
		i=	2

- Los valores de reducción se determinan en relación a la densidad de daños contados, los cuales estarán detallado en el anexo 07.
- Determinación del número máximo permitido de Valores Reducidos (VRs):
  - ✓ 1ro seleccionamos el Mayor Valor Deducido (MVD)

$$\mathbf{MVR = 45.68}$$

- ✓ 2do calculamos el "Número Máximo Admisible

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

$$\mathbf{m_i = 5.99}$$

- El cuadro 13 se muestra la obtención del máximo Valor Reducido Corregido (Max.VRC)

**Cuadro 13.** Valor Reducido Corregido - cuadra 2

N°	Valor de Reduccion						Total	q	VRC
1	45.68	27.38	21.00	17.72	8.90	7.92	128.60	6	65.75
2	45.68	27.38	21.00	17.72	8.90	2.00	122.68	5	65.85
3	45.68	27.38	21.00	17.72	2.00		113.78	4	63.95
4	45.68	27.38	21.00	2.00			96.06	3	60.40
5	45.68	27.38	2.00				75.06	2	54.70
6	45.68	2.00					47.68	1	47.40

Fuente: propia

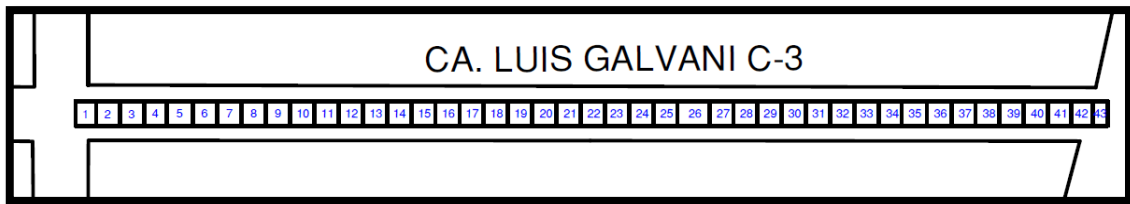
- Determinación del PCI

<b>PCI = 100 - Max.VRC</b>
Max.VRC = 65.85
PCI = 34.15
CLASIFICACION = MALO

### 3. TRAMO: CUADRA 3

#### 3.1. Ubicación

Figura 32. Ubicación de la Muestra 3.



Fuente: propia

#### 3.2. Descripción de la unidad de análisis

- Muestra : U-3
- N° de unidades : 43 unidades
- Largo promedio : 7.00 metros
- Ancho promedio : 7.20 metros
- Área de unidad : 50.4 m<sup>2</sup>
- Área total : 2150.28 m<sup>2</sup>

#### 3.3. Determinación de unidades de muestreo

TRAMO:	Cuadra 3	
$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2}$	N=	43
	e=	5
	$\sigma=$	15
	n=	19
determinación de intervalo de muestreo		
$i = \frac{N}{n}$	N=	43
	n=	19
	i=	2

- Los valores de reducción se determinan en relación a la densidad de daños contados, los cuales estarán detallado en el anexo 07.
- Determinación del número máximo permitido de Valores Reducidos (VRs):
  - ✓ 1ro seleccionamos el Mayor Valor Deducido (MVD)

$$\text{MVR} = 40.85$$

- ✓ 2do calculamos el "Número Máximo Admisible

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

$$m_i = 6.44$$

- En la tabla 14 se muestra la obtención del máximo Valor Reducido Corregido (Max.VRC).

**Cuadro 14.** Valor Reducido Corregido - cuadra 3

N°	Valor de Reduccion							Total	q	VRC
1	40.85	29.10	21.80	15.90	9.05	8.00	2.992	127.69	7	61.30
2	40.85	29.10	21.80	15.90	9.05	8.00	2.00	126.70	6	64.75
3	40.85	29.10	21.80	15.90	9.05	2.00		118.70	5	63.95
4	40.85	29.10	21.80	15.90	2.00			109.65	4	62.00
5	40.85	29.10	21.80	2.00				93.75	3	58.70
6	40.85	29.10	2.00					71.95	2	52.25
7	40.85	2.00						42.85	1	42.60

Fuente: propia

- Determinación del PCI

<b>PCI = 100 - Max.VRC</b>
Max.VRC = 64.75
PCI = 35.25
CLASIFICACION = MALO

#### a) DE LOS RESULTADOS DEL CÁLCULO DE PCI EN LA CALLE LUIS GALVANI

El PCI obtenido en la cuadra 1 tramo 1 fue de 41.5, el cual equivale a un pavimento en una condición REGULAR, mientras tanto el PCI calculado en la cuadra 2 tramo 2 fue 34.2, el cual indica que el pavimento se encuentra en un estado MALO, Similar ocurre en la cuadra 3 tramo 3 resultándonos un PCI de 35.3, el cual nos resulta ser un pavimento con una condición MALO.

**Tabla 12.** PCI por cuadra

Cuadra	Und. De muestreo	PCI u.m	Graduación
CUADRA 1	U-1	41.5	REGULAR
CUADRA 2	U-2	34.2	MALO
CUADRA 3	U-3	35.3	MALO

Fuente: propia



**Grafico 7. Estado General del Pavimento**



Fuente: propia

Para determinar el PCI de la sección del pavimento existente en la calle Luis Galvani se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$PCI - S = \frac{[(N - A) * PCI - R] + (A * PCI - A)}{N}$$

Así calculamos los valores requeridos:

**Tabla 13. PCI promedio**

TRAMO	PCI
C1	41.5
C2	34.2
C3	35.3
<b>PCI-R</b>	<b>36.97</b>

Donde:

N : número de las unidades de muestreo evaluados

A : número de las unidades adicionales de muestreo evaluados

**PCI-R** : PCI promedio de las unidades de muestreo evaluados

**PCI-A** : PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales evaluados

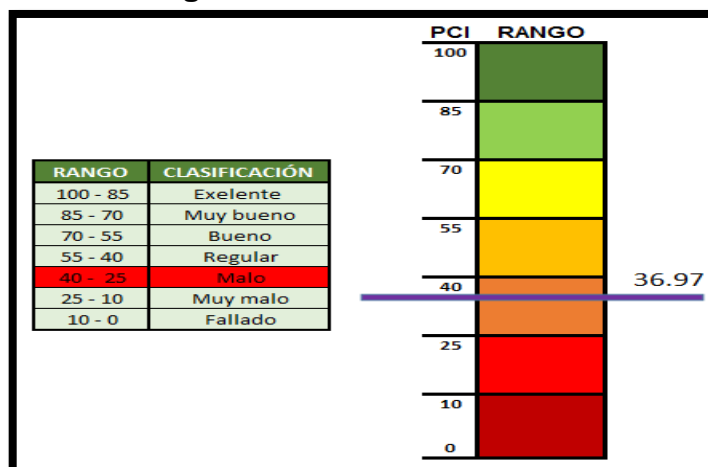
$$PCI - S = \frac{[(3-0)*36.97]+(0*0)}{3}$$

$$PCI - S = 36.97$$

**b) CLASIFICACIÓN FINAL:**

En la figura 33 se puede apreciar la clasificación final del PCI del pavimento rígido en la calle Luis Galvani es de 36.97, en donde se encuentra ubicado en el rango de 25 a 40 por lo cual se concluye que la clasificación de la condición del pavimento es MALO.

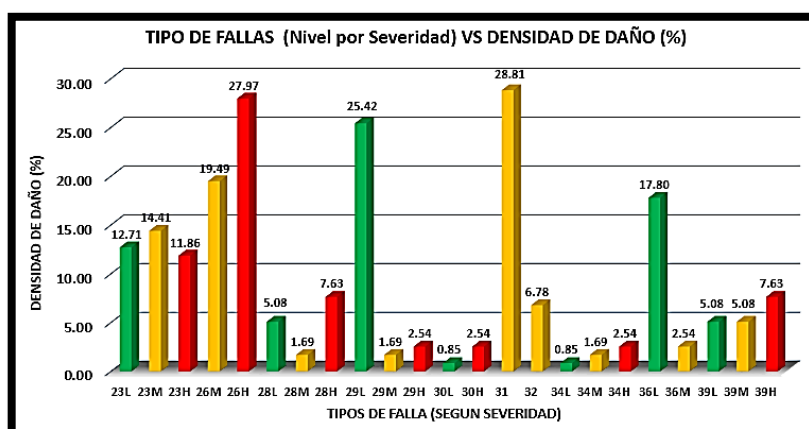
**Figura 33.** Clasificación del PCI



Fuente: propia

En el grafico 8 se puede determinar el tipo de falla según nivel de severidad en la sección del pavimento rígido de la calle Luis Galvani con mayor incidente es la falla 31 que corresponde a pulimento de agregados con un indicador de 28.81%.

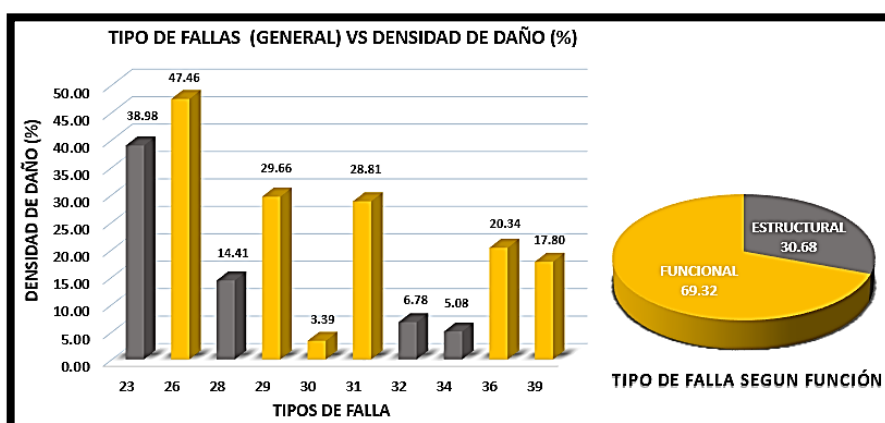
**Grafico 8.** Tipo de fallas vs densidad de daño



Fuente: propia

En el grafico 9 se determina que la falla deterioro de sello de juntas, presentan una mayor incidencia en el pavimento rígido con un indicador de 47.46%. Mientras que según su función las fallas funcionales representan un 69.32% y las fallas estructurales un 30.68% de incidencia, siendo el deterioro de sellos de juntas (funcional) y las losas divididas (estructural) las fallas con mayor incidencia.

**Grafico 9.** Tipos de fallas vs densidad de daño según su función



Fuente: propia

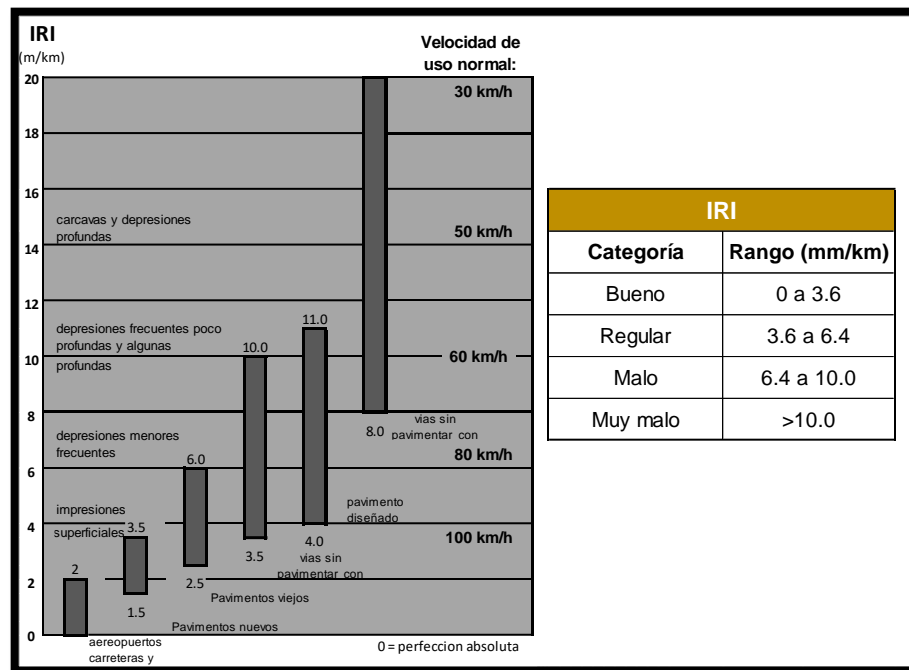
#### 4.4.3. EVALUACION PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RUGOSIDAD (IRI) – RUGOSIMETRO DE BERLIN

Para la evaluación de la Rugosidad del Pavimento rígido de la calle Luis Galvani, se ha utilizado el rugosímetro de Merlín, Método desarrollado por El Laboratorio Británico de Investigación de Transportes y Caminos (TRRL), y que tiene como base el principio del perfilómetro estático, que se fundamenta en usar la distribución de las desviaciones de la superficie en relación a una cuerda promedio. El Rugosímetro de Merlín es un equipo de fácil manejo, de bajo Costo, de análisis simple y con resultados confiables.

##### 4.4.3.1. RANGOS Y VALORES CARACTERISTICOS DEL IRI

La escala estándar esta empleada por el banco mundial para diferentes tipos de vías para la cuantificación del IRI. Para vías no pavimentadas la escala se extiende hasta un valor de 12 a 20 m/km, mientras que para vías pavimentadas, el rango de la escala del IRI es 0 a 12m/km,

**Figura 34.** Rangos y Valores característicos de IRI.



Fuente: Banco mundial.

#### 4.4.3.2. MUESTREO Y UNIDADES DE MUESTRA

El muestreo se realizó para un Nivel de Proyecto General, La longitud promedio de la cuerda es de 2.00m, debido a que esta distancia proporciona los mejores resultados en las correlaciones. Asimismo, se definió que se tiene que medir 200 desviaciones en relación de la cuerda promedio, de manera consecutiva a lo largo de la vía y considerar un intervalo constante entre cada medición.

Se realizaron las lecturas a lo largo de toda la cuadra del Ca. Luis Galvani desde la cuadra 1 Av. Santa Rosa hasta la cuadra 3, hasta el Vía de Evitamiento, en la obtención de la lectura se realizaron tanto para el extremo derecho e izquierdo de la calzada y dentro de ellas para el carril extremo derecho externo 400 lecturas e extremo izquierdo interno 400 lecturas haciendo un promedio de 800 lecturas tomadas en ambos carriles.

**Tabla 14. Lectura de datos de campo**

Informe :	LYC - 19 - 001						Fecha :	07/09/19		
Cliente :	Junior Escobar Quinto - Wilfredo Efraim Domingo Morales						Sondaje :			
Proyecto :	Tesis						Capa :	Pavimento		
Ubicación :	Ca. Luis Galvani - Santa Anita LADO: Derecho						Centara :			
	km. 0+00.00	km. 0+25.24								
28	29	23	29	33	33	37	36	30	34	
27	35	23	32	35	17	39	35	29	34	
32	18	31	33	25	32	38	19	27	34	
39	32	31	26	26	32	27	33	27	28	
25	21	39	23	19	26	39	19	26	48	
50	40	38	13	23	44	44	24	31	29	
27	43	49	26	25	26	49	25	32	37	
26	35	21	40	25	26	30	41	33	25	
24	16	34	33	28	44	21	39	28	45	
29	30	28	17	38	41	24	26	25	35	
44	25	26	30	19	35	29	24	37	37	
11	47	25	28	35	20	39	30	35	32	
27	32	41	31	29	6	25	35	32	32	
15	20	37	40	33	30	29	15	34	25	
37	3	22	28	35	44	38	41	36	29	
23	1	32	38	28	19	25	37	30	37	
31	38	26	27	42	40	36	28	35	38	
32	29	33	26	30	23	37	34	37	41	
22	31	37	35	25	46	19	33	30	39	
25	23	36	37	15	29	22	28	41	34	

Fuente: propia

#### 4.4.3.3. EJECUCIÓN DE ENSAYOS

Para realizar los ensayos se requirió de dos personales, un auxiliar que las anota los registros y un operador que manipula el equipo y realiza las lecturas según va avanzando. Asimismo, se seleccionó una longitud de aproximadamente 400 metros, sobre el carril de una vía en evaluación. Las mediciones se realizan siguiendo la huella de la parte exterior para los carros en sentido de ida y huella de la parte interior para los carros en sentido de vuelta.

Para calcular el valor de rugosidad se deben realizar 200 observaciones de las “irregularidades que presenta el pavimento” (desviaciones en relación a la cuerda promedio), en la cual con el patín móvil de Merlín son detectadas cada uno, y a su vez son determinadas por la posición que adquiere el puntero sobre la escala ya graduada del tablero, generando así de esa manera las lecturas correspondientes. Las observaciones deben realizarse estacionando el equipo a intervalos regulares, así siempre a cada 2m de distancia; en la práctica esto se soluciona tomando como referencia un giro de la circunferencia de la rueda del Merlín, que es aproximadamente a la dimensión de 2 metros, en conclusión, cada ensayo se realiza cuando la rueda de una vuelta.

#### 4.4.3.4. DETERMINACIÓN DE LA RUGOSIDAD DEL PAVIMENTO RÍGIDO

- **CALIBRACIÓN DEL RUGOSÍMETRO MERLIN**

Primero para medir los datos en campo, se tuvo que calibrar la calibrar el equipo, y así calcular el factor de corrección para el ajuste del valor de “D”.

**Tabla 15.** Calculo del Factor de Corrección del Rugosímetro Merlín-Lectura en escala MERLIN

Lectura N°	Lectura Inicial (LI)	Lectura Final (LF)	ESPESOR
1	26	40	70.00
2	7	19	60.00
3	13	26	65.00
4	15	27	60.00
5	13	24	55.00
6	13	23	50.00
7	11	22	55.00
Promedio	14.00	25.86	59.29

*Fuente: propia*

- **Espesor de Platina**

**Tabla 16.** Lecturas del Vemier

Lectura N°	Espesor EP (cm.)
L1	5.00
L2	5.10
L3	5.10
L4	5.10
EP (promedio)	8.08

*Fuente: propia*

Resultado

Factor de Corrección <b>F.C.</b>	<b>0.856</b>
----------------------------------	--------------

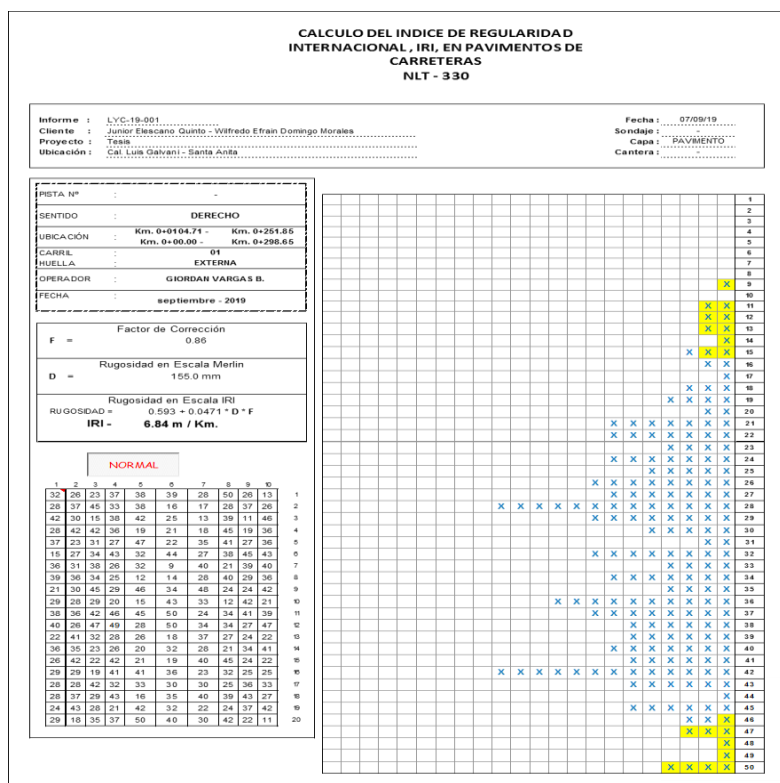
$$F.C. = (EP \times 10) / [(Li - Lf) \times 5]$$

Donde,

- EP : Espesor o grosor de la pastilla
- Li : Posición inicial del puntero
- Lf : Posición final del puntero

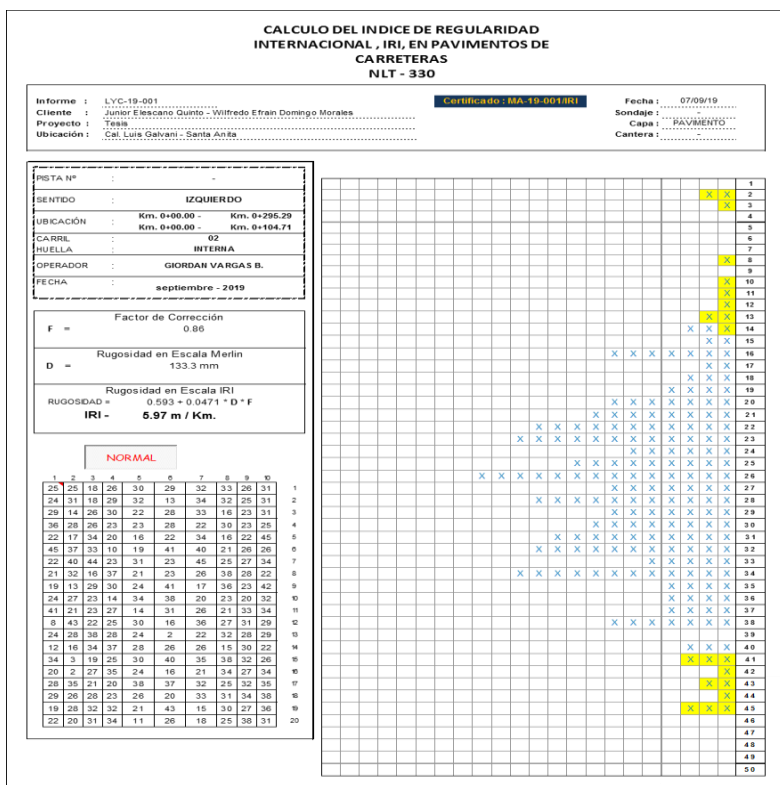


**Tabla 18. Índice de regularidad – 2do tramo - lado derecho**



Fuente: Laboratorio y construcción LABYCONST

**Tabla 19. Índice de regularidad - 1er tramo - lado izquierdo**



Fuente: Laboratorio y construcción LABYCONST



**Tabla 20. Índice de regularidad - 2do tramo - lado izquierdo**

CALLE LUIS GALVANI	
CARRIL IZQUIERDO	
Informe	LYC-19-001
Cliente	Junior Echevarre Gaitan - Wilfredo Efraim Domingo Morales
Proyecto	Tesis
Ubicación	Cal. Luis Galvani - Santa Anita
Certificado	MA-19-00100
Fecha	07/09/19
Sondaje	
Capa	PAVIMENTO
Cantera	

LISTA N°	
SENTIDO	IZQUIERDO
UBICACIÓN	Km. 0+0104.71 - Km. 0+251.85 Km. 0+000.00 - Km. 0+298.65
CARRIL	02
HUELLA	INTERNO
OPERADOR	GIORDAN VARGAS B.
FECHA	septiembre - 2019

Factor de Corrección	F = 0.85
Rugosidad en Escala Merin	D = 152.9 mm
Rugosidad en Escala IRI	IRI = 6.76 m / Km.

NORMAL									
30	24	21	34	37	37	26	47	24	10
27	35	43	30	37	14	15	25	35	23
41	28	13	38	41	23	11	38	9	43
27	40	40	33	18	19	16	42	17	33
36	21	29	24	46	20	33	38	25	33
13	24	32	42	30	43	25	37	43	42
34	28	36	25	30	8	38	20	37	38
37	33	32	24	10	13	26	39	27	35
19	27	43	28	44	33	46	23	22	41
27	25	27	19	13	42	31	11	40	50
37	24	41	42	43	48	23	31	39	36
39	24	46	46	26	48	33	31	25	44
21	39	31	25	24	16	36	24	22	19
35	33	22	23	18	39	27	18	32	38
25	44	21	39	19	17	39	42	22	19
26	30	17	38	39	33	21	31	24	22
25	25	40	29	31	27	28	24	35	30
25	34	27	40	14	32	38	38	42	24
21	40	26	18	40	29	20	23	36	38
26	15	33	34	48	37	28	41	21	8

Fuente: Laboratorio y construcción LABYCONST

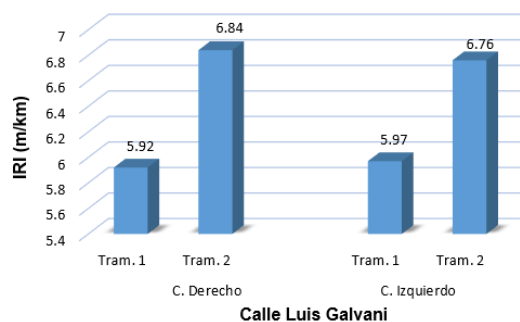
**a. RESULTADOS PROMEDIO DEL IRI CALCULADO**

**Cuadro 15. Resultados del IRI**

VIAS EVALUADAS				
PROGRESIVA		IRI (m/km)	IRI Promedio (m/km)	IRI (m/km)
Calle Luis Galvani				6.3725
Carril Derecho:			6.38	
1er tramo	C1, P km 0+000.00 - km 0+295.29 C2, P km.0+000.00 - Km 0+104.71	5.92		
2do tramo	C2, P km.0+104.71 - Km 0+251.81 C3, P km.0+000.00 - Km 0+298.65	6.84		
Carril Izquierdo:			6.365	
1er tramo	C1, P km 0+000.00 - km 0+295.29 C2, P km.0+000.00 - Km 0+104.71	5.97		
2do tramo	C2, P km.0+104.71 - Km 0+251.81 C3, P km.0+000.00 - Km 0+298.65	6.76		

Fuente: propio.

**Gráfico 10. Resultados de IRI**



Según la figura 35 rangos y valores del IRI, se determina que el tramo 1 de lado derecho e izquierdo el IRI es Regular, mientras que el tramo 2 de lado derecho e izquierdo el IRI es Malo.

**b. CALCULO DEL INDICE DE SERVICIO ACTUAL (PSI)**

Para correlacionar el Índice de Servicio Actual (PSI) y el IRI, se utiliza la siguiente fórmula desarrollada por Al-Omari & Darter (1994) en el Departamento de Transporte de Illinois:

$$PSI = 5e^{-\left(\frac{IRI}{5.5}\right)}$$

**Cuadro 16.** Resultados de PSI según IRI

VIAS EVALUADAS				PSI	PSI Promedio	PSI
PROGRESIVA						
<b>Calle Luis Galvani</b>						<b>1.57</b>
<b>Carril Derecho:</b>					1.57	
1er tramo	C1, P km 0+000.00 - km 0+295.29	C2, P km.0+000.00 - Km 0+104.71		1.70		
2do tramo	C2, P km.0+104.71 - Km 0+251.81	C3, P km.0+000.00 - Km 0+298.65		1.44		
<b>Carril Izquierdo:</b>					1.57	
1er tramo	C1, P km 0+000.00 - km 0+295.29	C2, P km.0+000.00 - Km 0+104.71		1.69		
2do tramo	C2, P km.0+104.71 - Km 0+251.81	C3, P km.0+000.00 - Km 0+298.65		1.46		

Fuente: propio.

**4.5. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO**

Para evaluar y determinar el comportamiento estructural del pavimento rígido se realizó las modelaciones con el software EverFE 2.24, basado en análisis de elementos finitos con interface gráfica.

Para esto se creará el modelo de dos losas fundado en dos capas subbase y subrasante, estos se someterán a una combinación de eje y carga térmica. Se generará la solución y se interpretarán los resultados de la simulación., los parámetros del modelo o datos de entrada en el programa son:

**En la losa de concreto**

E = Modulo elástico (Mpa)

nu = Coeficiente Poisson

$\gamma$  = coeficiente de expansión térmica (per deg C)

$\rho$  = Densidad (kg/cm<sup>3</sup>)

E = espesor de losa (mm)

### En la Base y Subrasante

E = Modulo de elasticidad de ambos (Mpa)

$\nu$  = Coeficiente Poisson de ambos

$\rho$  = Densidad de la base (kg/cm<sup>3</sup>)

K = módulo de reacción - subrasante (Mpa/mm)

### Carga de vehículos

W= Peso (KN)

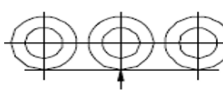

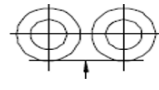

### Temperatura de la losa

T = Temperatura (°C)

En la calle Luis Galvani Las losas de concreto simple del pavimento varían de 7 a 8 metros de largo, mientras que tienen un ancho de 7.20 metros y con un espesor variable entre 0.13 a 0.16 metros.

Para las cargas de los vehículos se simulo con la situación más crítica que se presenta en las losas de concreto, y para esto se trabajó con un conjunto de ejes triple del tipo 3RD y con ejes dobles del tipo 2RD, con las siguientes características que se detalla en el cuadro 17.

**Cuadro 17.** Características según el tipo de ejes de los vehículos pesados

Conjunto de ejes (s)	Nomenclatura	Simbología	GRAFICO	Peso maximo por eje(s) (t)
Tripe	3RD			25
Doble	2RD			18

Fuente: propio.

Para el dato de la temperatura, en este caso el software nos pide el gradiente termico que viene a ser la variación de temperatura tanto en la parte superior y parte inferior de la losa. En la tabla 21 se detalla los resultados para cuando la temperatura llega a su máximo y mínimo valor.

**Tabla 21.** Temperatura máxima y mínima de la losa - anexo 5

TEMPERATURA (°C)	Max	Min
T° Ambiente	33.2	11.1
T° losa parte superior	43.1	14.2
T° Losa parte inferior	39.1	16.2

*Fuente: propio.*

Para la evaluación estructural del pavimento rígido se realizó tomando 6 puntos de la vía, 3 en paños de losa en buenos estados y las otras 3 en paños en mal estado, cada uno con sus propias características, así también se especifica que esta evaluación se realizó cada cierta distancia de los paños y cuando la temperatura es máxima y mínima en la losa (gradiente máximo y mínimo en las losas de concreto).

#### 4.5.1. EVALUACION DEL MODELO PATRON PARA LOSAS DE 8.00 x 7.20m

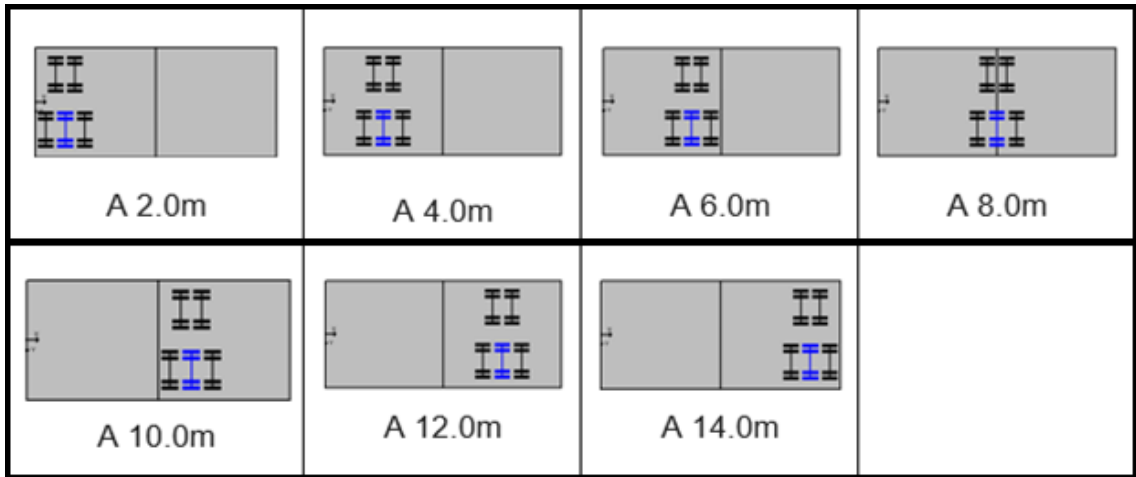
En la tabla 22 se muestra las características del pavimento rígido patrón para el análisis de una losa de 8m de largo por 7.20m de ancho. Asimismo, en el cuadro 18 se muestra las localizaciones de los ejes según el avance del vehículo para el análisis en cada punto en la losa.

**Tabla 22.** Características consideradas en el diseño del pavimento – modelo patrón de losas de 8.00x7.20m

Parámetro	Dato
Losa	
Ancho	7200 mm
Largo	8000 mm
Espesor	250 mm
Módulo Elástico	25691.04
Coefficiente de Poisson	0.15
Coefficiente de expansión térmica	1.10E-05
Densidad	2400 Kg/m <sup>3</sup>
Base	
Espesor	150 mm
Módulo Elástico	200 Mpa
Coefficiente de Poisson	0.20
Densidad	2600 Kg/m <sup>3</sup>
Subrasante	
Espesor	300 mm
Módulo Elástico	93 Mpa
Coefficiente de Poisson	0.20
módulo de reacción de la subrasante	0.162 Mpa/mm

*Fuente: propio.*

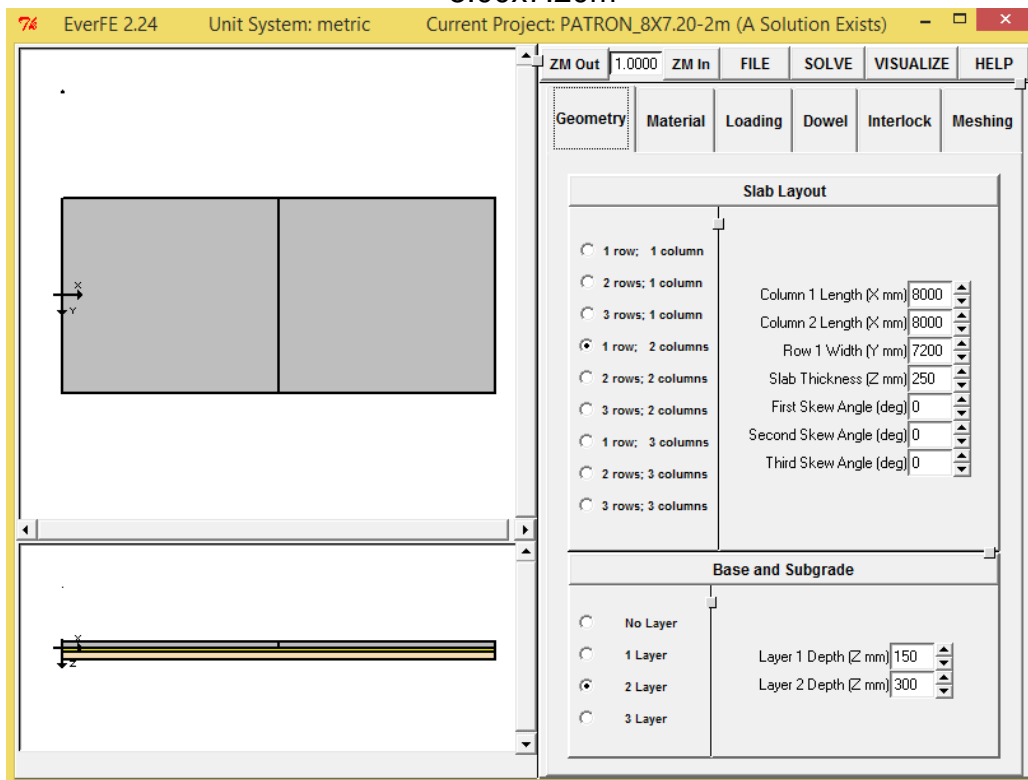
**Cuadro 18.** Desplazamiento de la carga – losas de 8.00 x 7.20m.



Fuente: propio.

Lo primero que se realizó fue designar la geometría de la subrasante, de la base y la losa. En la Figura 35 se muestra la imagen donde se puede apreciar que se ubican dos losas de concreto con un espesor de 250mm, de largo 8000mm y de ancho de 7200mm cada uno, mientras que la base tiene un espesor de 150mm y la subrasante de 300mm.

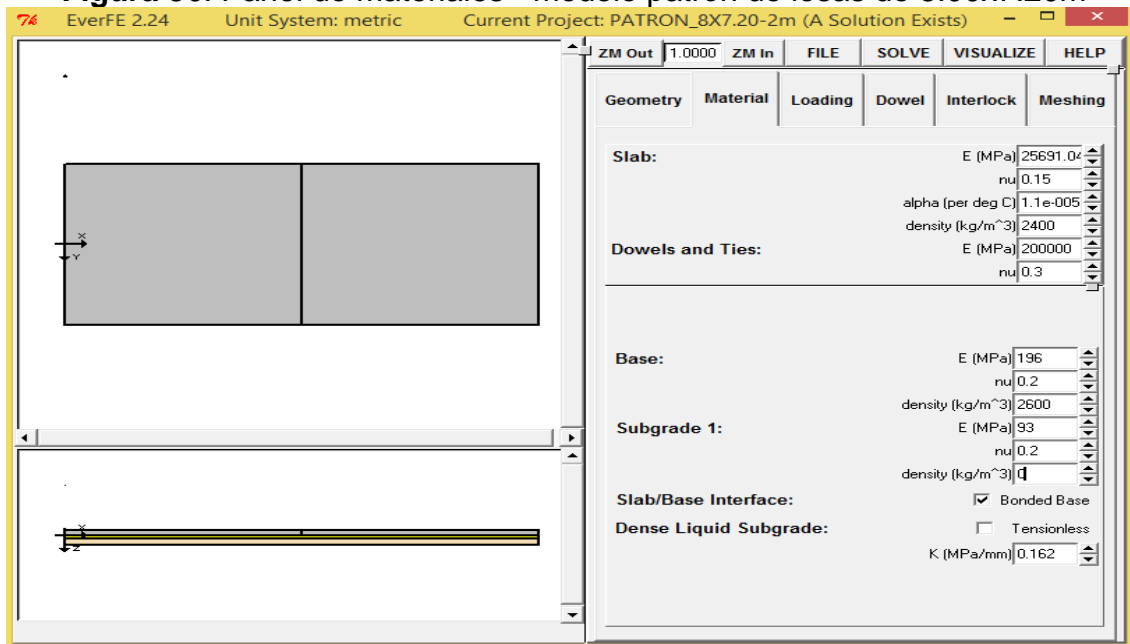
**Figura 35.** Panel de geometría - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m



Fuente: EverFE 2.24

El segundo paso tiene que ver con las características mecánicas y físicas de los componentes como se muestra en la Figura 36. Se ingresa el módulo elástico, densidades, módulo de Poisson, de cada material, y a esto se adiciona el módulo de expansión térmica de la losa. Para nuestro caso no se ingresa dowel ya que nuestro pavimento rígido es simple y no necesita de acero tanto en ella como en la junta.

**Figura 36.** Panel de materiales - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m



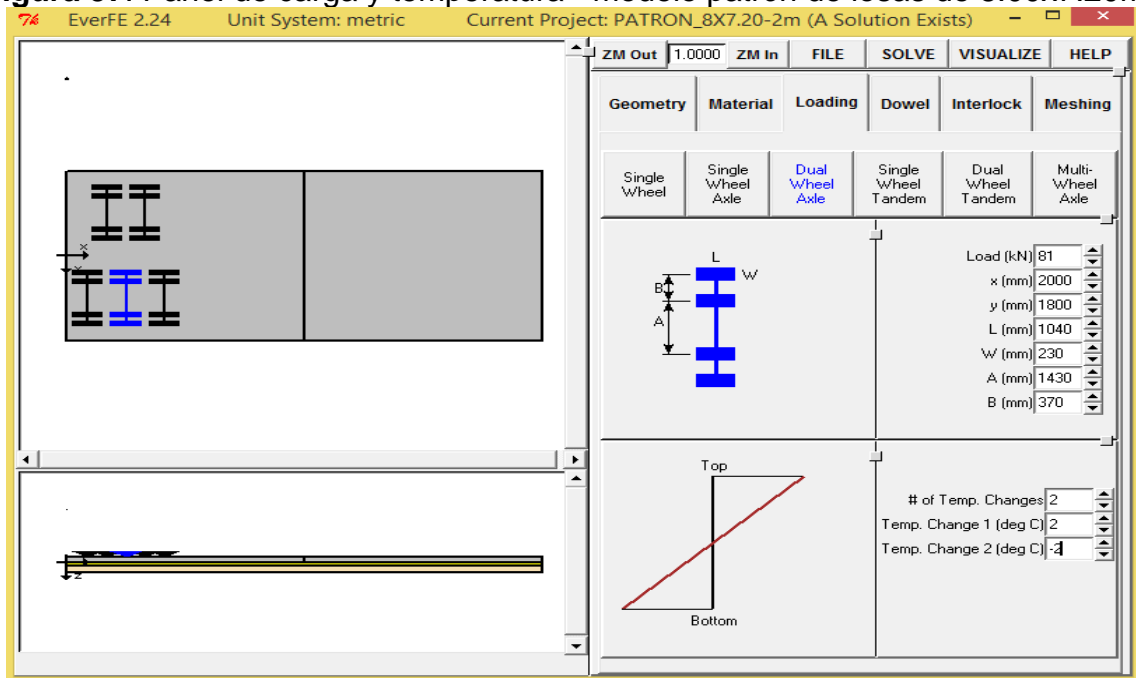
Fuente: EverFE 2.24

Después ya definido la geometría y las características físicas de los materiales, se ingresaran las ubicaciones en los ejes que se están modelando. Para establecer los valores de la carga. Para este ejemplo se utilizó una carga de 245.17Kn que corresponden a 25 toneladas de carga del tridem, utilizando una carga de 81Kn por cada eje doble, tanto del tridem y del tándem. Los valores de Y e X son las coordenadas en la cual se encuentran ubicados el eje. Todos estos valores se muestran en la Figura 38.

En la Figura 37, en la parte inferior, se indica el gradiente termico al cual está siendo sometido la losa de pavimento, para este caso los valores más críticos son cuando existen una temperatura ambiente de 33.2°C (anexo 5), por lo cual se presentó una temperatura de 43.1°C en la parte superior del pavimento, y una temperatura de 39.1°C en la parte inferior del

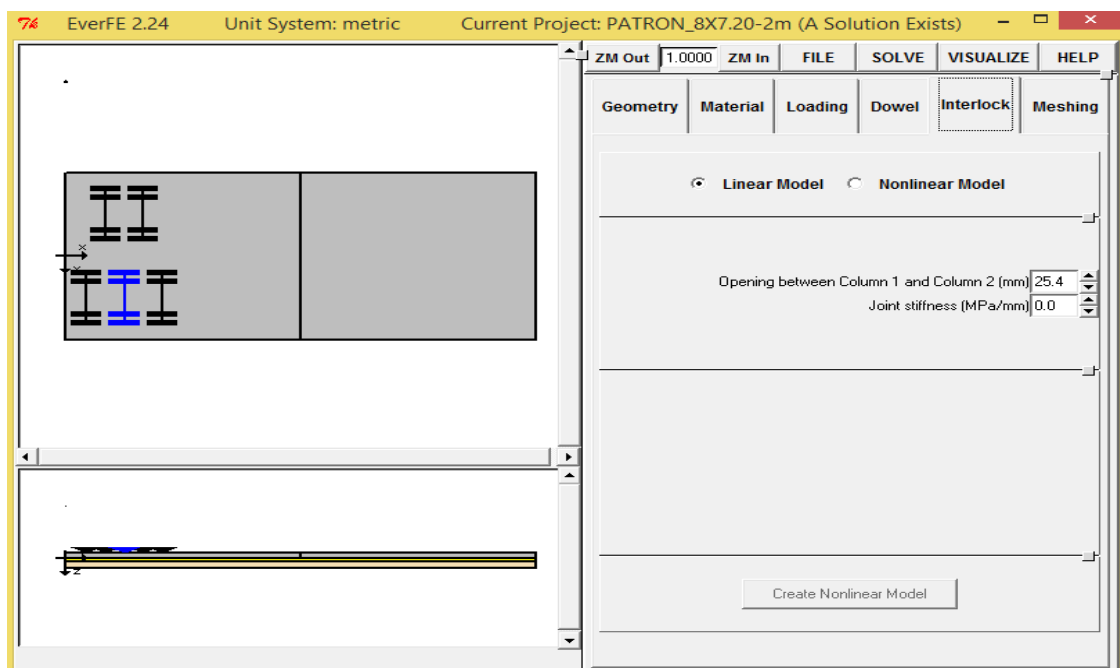
pavimento. Para el otro caso de análisis es cuando la temperatura ambiente es menor y llego a un valor de 11.1°C (anexo 5), para lo cual se presentó una temperatura den 14.2 °C en la parte superior del pavimento, y una temperatura de 16.2°C en la parte inferior del pavimento.

**Figura 37.** Panel de carga y temperatura - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m



Fuente: EverFE 2.24

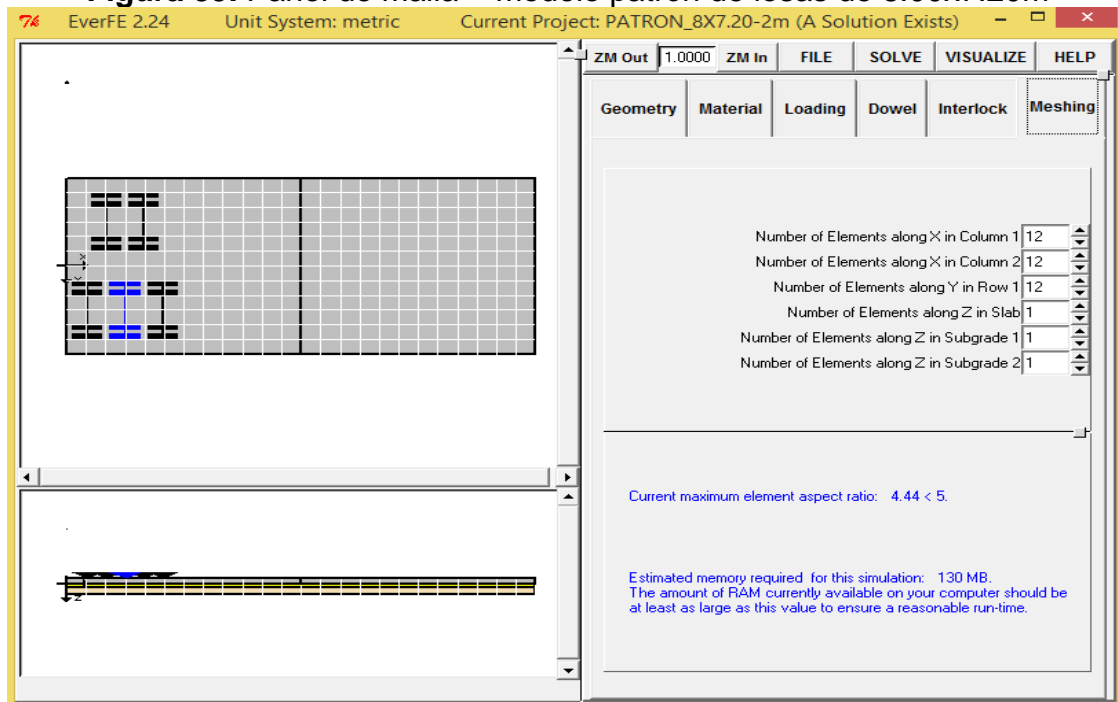
**Figura 38.** Panel de junta - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m



Fuente: EverFE 2.24

El siguiente paso es realizar el enmallado de análisis para la determinación de las tensiones. Se definió un enmallado de 12x12 en el eje X, Y, con 1 líneas de análisis en la profundidad de losa, y con 1 líneas de análisis en la base y una en la subrasante como lo muestra la Figura 39.

**Figura 39.** Panel de malla - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m



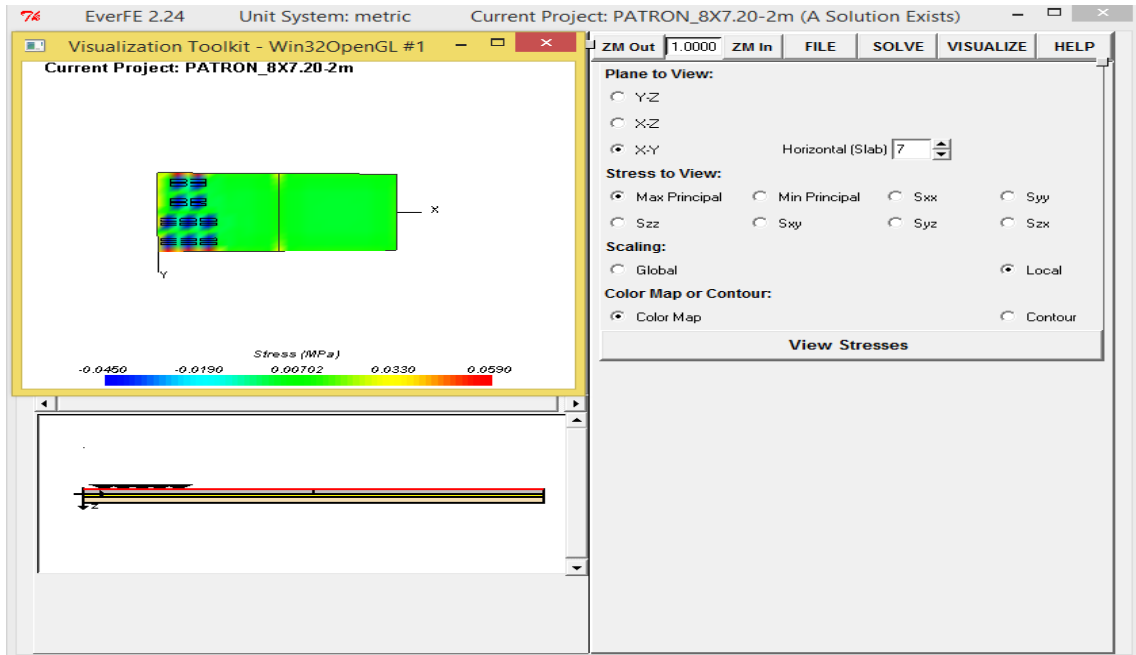
Fuente: EverFE 2.24

Una vez ingresados todas las variables mencionadas anteriormente se empieza a correr el programa EverFe 2.24, el cual después de unos cuantos minutos nos permite visualizar en 3D y de manera recíproca los resultados de esfuerzos, desplazamientos y los resultados de tensión en cualquier punto de la losa. En el caso de las tensiones se pueden visualizar en el plano XZ, XY, YZ las principales tensiones mínimas y máximas a escalas locales o globales.

En la Figura 40, se puede apreciar de manera clara la tracción en color rojo, el cual es producido en el borde de la losa. Esta se produce por la inclinación del mismo hacia el borde, también se puede ver la compresión en color azul, el cual es causado por el peso de las ruedas provocando en la cara superior del pavimento una compresión de 0.0590 Mpa.



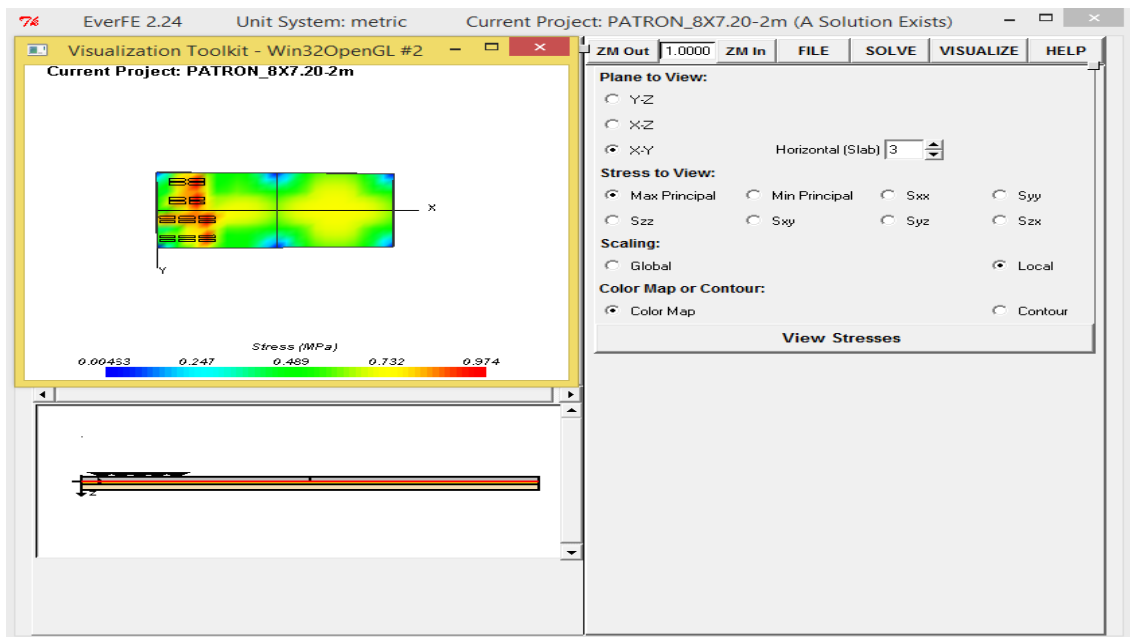
**Figura 40.** Tensiones máximas principales en la parte superior - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m



Fuente: EverFE 2.24

En la Figura 41 se produce la tracción en el pavimento rígido con un valor de 0.974 Mpa en la parte superior de la losa, justamente debajo de la rueda del vehículo.

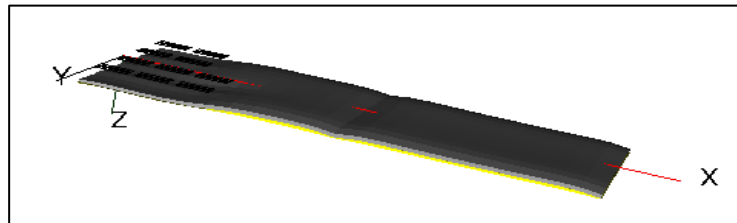
**Figura 41.** Tensiones máximas principales en la parte inferior - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m



Fuente: EverFE 2.24

El software también nos entrega las deformaciones del pavimento rígido, las cuales finalmente comprueban los estados tensionales que son producidos en la misma, como lo muestra la Figura 42, donde claramente se puede apreciar de manera amplia la deformación que tendrá la losa con el paso de las ruedas de los vehículos, en donde se puede ver que se flexa hacia el borde.

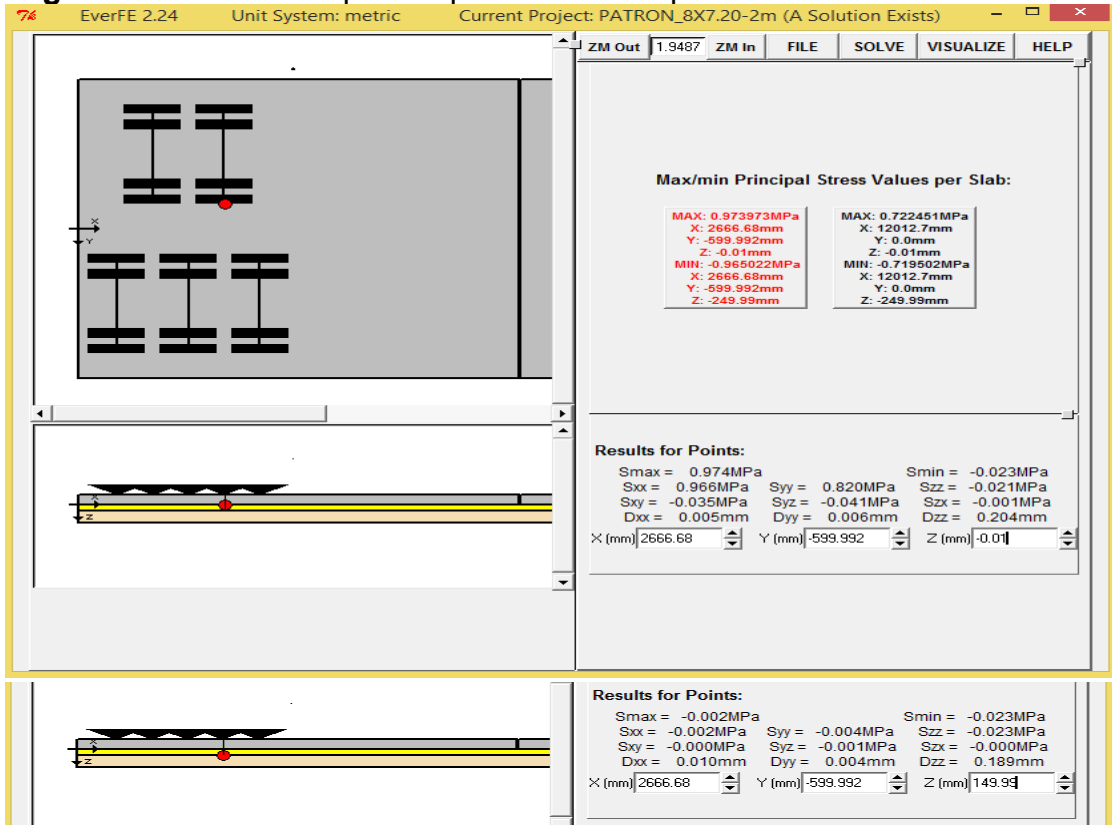
**Figura 42.** Deformación - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m



*Fuente: EverFE 2.24*

En la Figura 43 nos muestra un panel de dos rectángulos, cada uno de los cuales corresponde a una losa en el modelo. La información en el rectángulo muestra las tensiones principales máximas y mínimas y su ubicación en la losa correspondientemente; la losa con la tensión principal más alta se presenta con el texto en color rojo, siendo las tensiones principales máxima de 0.973636 Mpa y mínima de -0.964765 Mpa, en la cual nos da una deflexión máxima en el concreto de 0.204 mm y una deflexión máxima en la subbase de 0.189 mm, así como también nos da una deflexión de 0.189 mm en la parte inferior de la subbase.

**Figura 43.** Resultados para el panel - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m



Fuente: EverFE 2.24

A continuación, en los cuadros 19 y 20, se resumen los esfuerzos y deflexiones que son generados por los ejes sobre la losa y la subbase a diferentes posiciones y a diferente gradiente térmico para cada caso.

**Cuadro 19.** Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente térmico positivo - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m

	Posición de los ejes						
	a 2m	a 4m	a 6m	a 8m	a 10m	a 12m	a 14m
<b>Esfuerzo Máx (MPa)</b>	0.974	1.002	0.983	0.852	0.983	1.001	0.974
<b>Esfuerzo Mín (MPa)</b>	-0.965	-0.994	-0.972	-0.841	-0.972	-0.994	-0.965
<b>Deflexión Máx Concreto(mm)</b>	0.204	0.212	0.207	0.176	0.206	0.211	0.205
<b>Deflexión Máx Subbase(mm)</b>	0.189	0.196	0.192	0.161	0.190	0.195	0.190

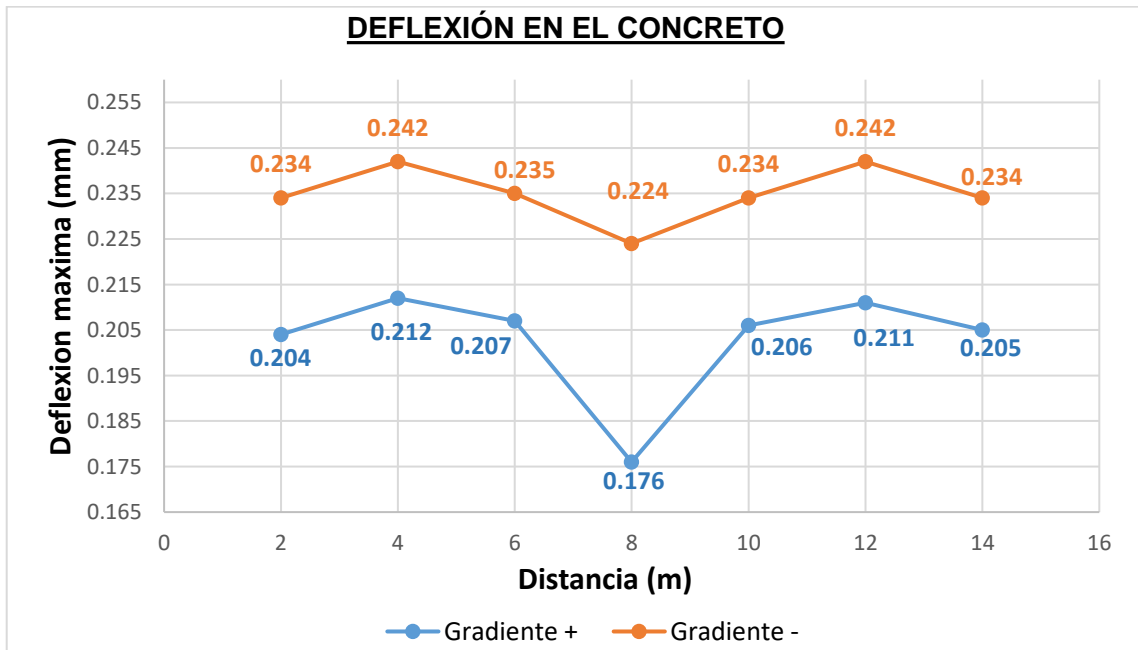
Fuente: Propia

**Cuadro 20.** Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente térmico negativo - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m

	Posición de los ejes						
	a 2m	a 4m	a 6m	a 8m	a 10m	a 12m	a 14m
<b>Esfuerzo Máx (MPa)</b>	0.579	0.581	0.576	0.560	0.576	0.581	0.578
<b>Esfuerzo Mín (MPa)</b>	-0.556	-0.557	-0.554	-0.545	-0.554	-0.558	-0.556
<b>Deflexión Máx Concreto(mm)</b>	0.234	0.242	0.235	0.224	0.234	0.242	0.234
<b>Deflexión Máx Subbase(mm)</b>	0.217	0.225	0.219	0.210	0.218	0.225	0.218

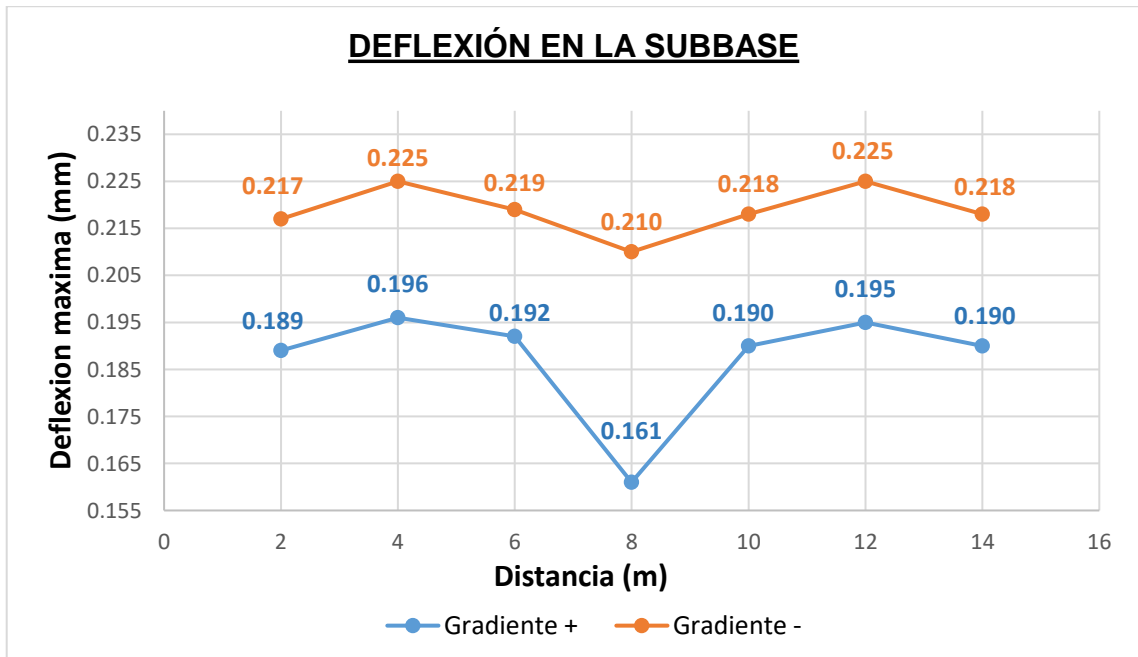
Fuente: Propia

**Grafico 11.** Deflexiones máximas en el concreto - patrón 8.00x7.20m



Fuente: Propia

**Grafico 12.** Deflexiones máximas en la subbase - patrón 8.00x7.20m.



Fuente: Propia

#### 4.5.2. EVALUACION EN EL PUNTO 1 – MUESTRA 1

El punto 1 está ubicado en la cuadra 1, en el progresivo km 0+0.87, en la cual el pavimento presenta un mal estado.

**Tabla 23.** Características consideradas en el diseño del pavimento – muestra 1

Parámetro	Dato
Losa	
Ancho	7200 mm
Largo	8000 mm
Espesor	137.5 mm
Módulo Elástico	26325.49 Mpa
Coefficiente de Poisson	0.15
Coefficiente de expansión térmica	1.10E-05
Densidad	2400 Kg/m <sup>3</sup>
Base	
Espesor	200 mm
Módulo Elástico	12 Mpa
Coefficiente de Poisson	0.30
Densidad	2260 Kg/m <sup>3</sup>
Subrasante	
Espesor	300 mm
Módulo Elástico	93 Mpa
Coefficiente de Poisson	0.20
módulo de reacción de la subrasante	0.162 Mpa/mm

Fuente: Propio

**Cuadro 21.** Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico positivo – muestra 1

	Posición de los ejes						
	a 2m	a 4m	a 6m	a 8m	a 10m	a 12m	a 14m
Esfuerzo Máx (MPa)	1.388	1.388	1.384	1.256	1.386	1.388	1.386
Esfuerzo Min (MPa)	-1.360	-1.362	-1.357	-1.229	-1.358	-1.361	-1.360
Deflexión Máx Concreto(mm)	0.469	0.457	0.454	0.400	0.468	0.456	0.471
Deflexión Máx Subbase(mm)	0.198	0.194	0.193	0.169	0.198	0.194	0.199

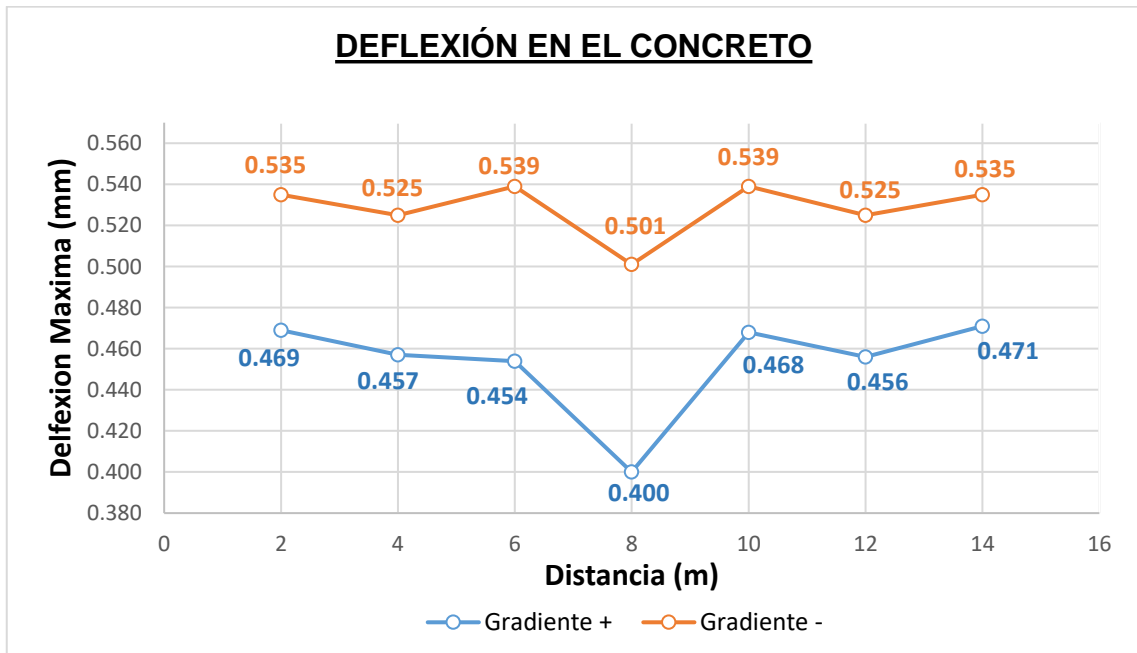
Fuente: Propio

**Cuadro 22.** Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico negativo – muestra 1

	Posición de los ejes						
	a 2m	a 4m	a 6m	a 8m	a 10m	a 12m	a 14m
Esfuerzo Máx (MPa)	1.109	1.103	1.103	1.090	1.104	1.106	1.110
Esfuerzo Min (MPa)	-1.070	-1.064	-1.067	-1.101	-1.067	-1.067	-1.072
Deflexión Máx Concreto(mm)	0.535	0.525	0.539	0.501	0.539	0.525	0.535
Deflexión Máx Subbase(mm)	0.232	0.228	0.234	0.221	0.234	0.228	0.233

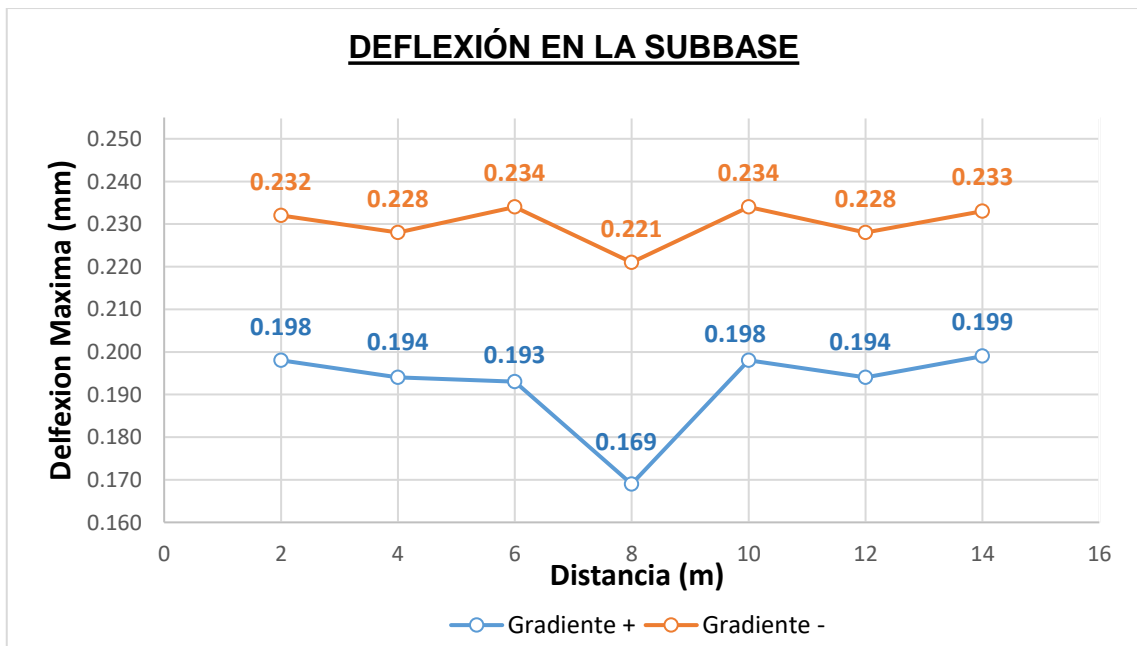
Fuente: Propio

**Grafico 13.** Deflexiones máximas en el concreto - muestra 1



Fuente: Propio

**Grafico 14.** Deflexiones máximas en la subbase - muestra 1



Fuente: Propio

#### 4.5.3. EVALUACION EN EL PUNTO 2 – MUESTRA 2

El punto 2 está ubicado en la cuadra 1, en el progresivo km 0+0.163, en la cual el pavimento presenta un buen estado.

**Tabla 24.** Características consideradas en el diseño del pavimento – muestra 2

Parámetro	Dato
Losas	
Ancho	7200 mm
Largo	8000 mm
Espesor	158.4 mm
Módulo Elástico	26575.02 Mpa
Coefficiente de Poisson	0.15
Coefficiente de expansión térmica	1.10E-05
Densidad	2400 Kg/m <sup>3</sup>
Base	
Espesor	200 mm
Módulo Elástico	137 Mpa
Coefficiente de Poisson	0.25
Densidad	2510
Subrasante	
Espesor	300 mm
Módulo Elástico	93 Mpa
Coefficiente de Poisson	0.20
módulo de reacción de la subrasante	0.162 Mpa/mm

Fuente: Propio

**Cuadro 23.** Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico positivo – muestra 2

	Posición de los ejes						
	a 2m	a 4m	a 6m	a 8m	a 10m	a 12m	a 14m
Esfuerzo Máx (MPa)	1.134	1.129	1.134	1.066	1.136	1.131	1.132
Esfuerzo Min (MPa)	-1.117	-1.115	-1.118	-1.050	-1.119	-1.116	-1.114
Deflexión Máx Concreto(mm)	0.239	0.241	0.239	0.205	0.238	0.241	0.240
Deflexión Máx Subbase(mm)	0.208	0.210	0.208	0.178	0.208	0.210	0.209

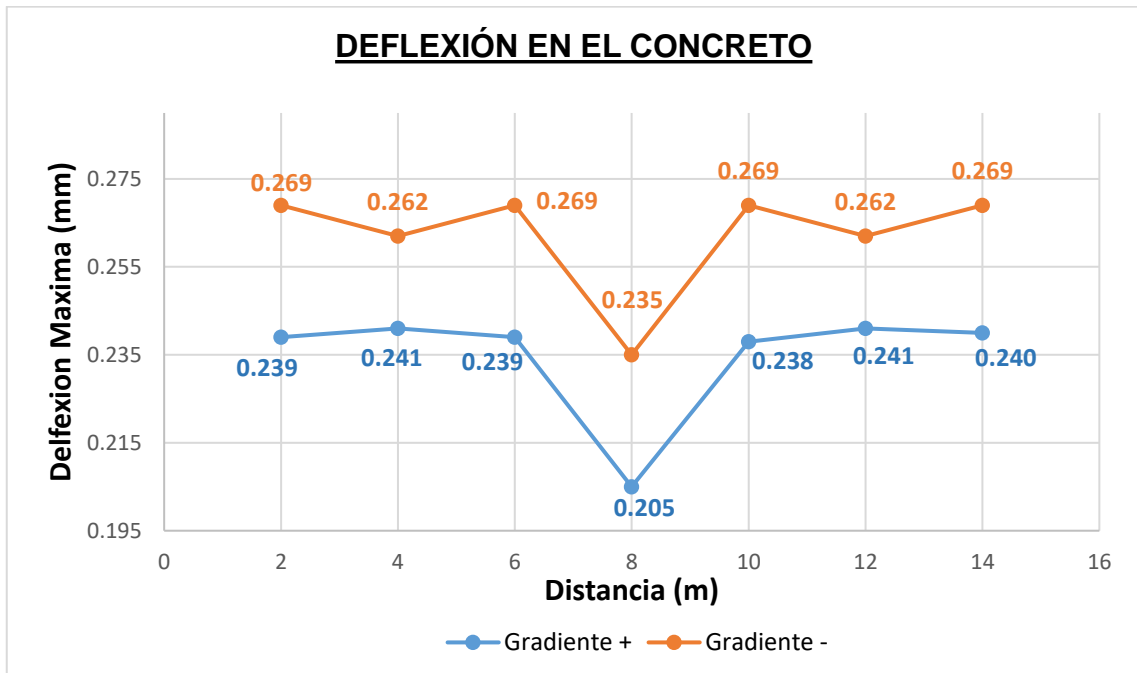
Fuente: Propio

**Cuadro 24.** Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente térmico negativo – muestra 2

	Posición de los ejes						
	a 2m	a 4m	a 6m	a 8m	a 10m	a 12m	a 14m
Esfuerzo Máx (MPa)	0.877	0.872	0.872	0.839	0.872	0.872	0.876
Esfuerzo Min (MPa)	-0.828	-0.823	-0.824	-0.823	-0.824	-0.823	-0.827
Deflexión Máx Concreto(mm)	0.269	0.262	0.269	0.235	0.269	0.262	0.269
Deflexión Máx Subbase(mm)	0.240	0.234	0.240	0.217	0.240	0.234	0.240

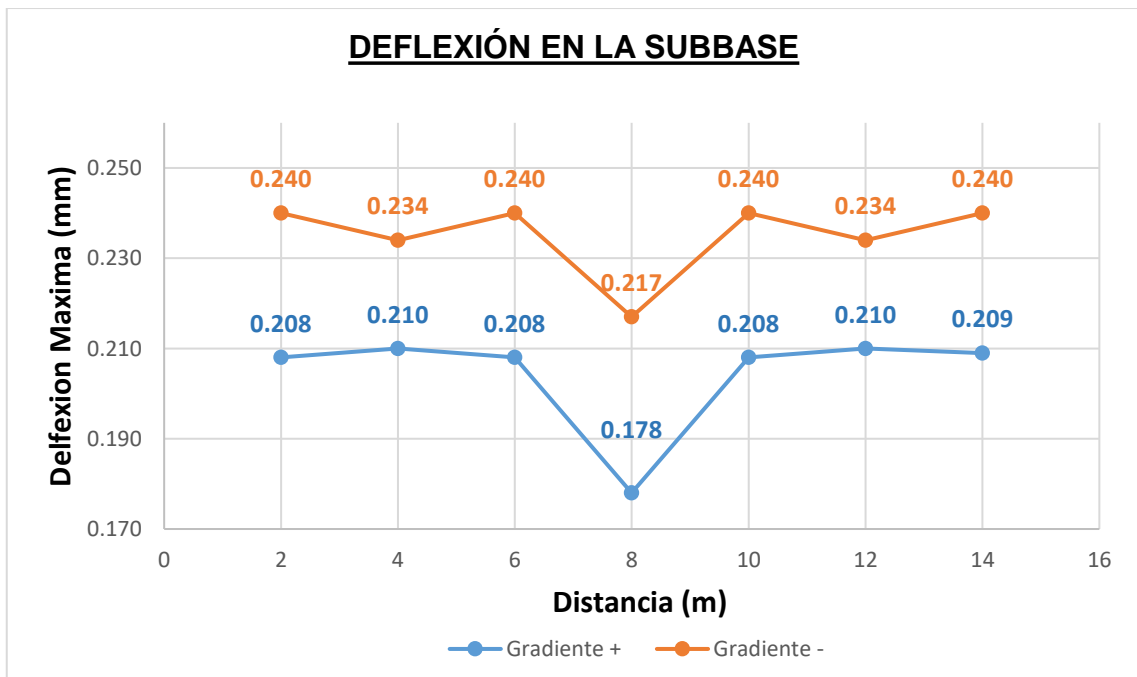
Fuente: Propio

**Grafico 15.** Deflexiones máximas en el concreto - muestra 2



Fuente: Propia

**Grafico 16.** Deflexiones máximas en la subbase - muestra 2



Fuente: Propia



#### 4.5.4. EVALUACIÓN DEL MODELO PATRON PARA LOSAS DE 7 X 7.20

**Tabla 25.** Características consideradas en el diseño del pavimento – modelo patrón de losas de 7.0x7.2m

Parámetro	Dato
Losas	
Ancho	7200 mm
Largo	7000 mm
Espesor	250 mm
Módulo Elástico	25691.04
Coefficiente de Poisson	0.15
Coefficiente de expansión térmica	1.10E-05
Densidad	2400 Kg/m <sup>3</sup>
Base	
Espesor	150 mm
Módulo Elástico	200 Mpa
Coefficiente de Poisson	0.20
Densidad	2600 Kg/m <sup>3</sup>
Subrasante	
Espesor	300 mm
Módulo Elástico	93 Mpa
Coefficiente de Poisson	0.20
módulo de reacción de la subrasante	0.162 Mpa/mm

Fuente: Propio

**Cuadro 25. C.** Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico positivo - modelo patrón de losas de 7.00x7.20m

	Posición de los ejes						
	a 2m	a 3.5m	a 5m	a 7m	a 9m	a 10.5	a 12m
Esfuerzo Máx (MPa)	0.950	1.003	0.954	0.842	0.951	1.003	0.954
Esfuerzo Min (MPa)	-0.940	-0.996	-0.943	-0.828	-0.939	-0.996	-0.943
Deflexión Máx Concreto(mm)	0.191	0.201	0.193	0.190	0.192	0.201	0.192
Deflexión Máx Subbase(mm)	0.177	0.186	0.179	0.176	0.178	0.186	0.178

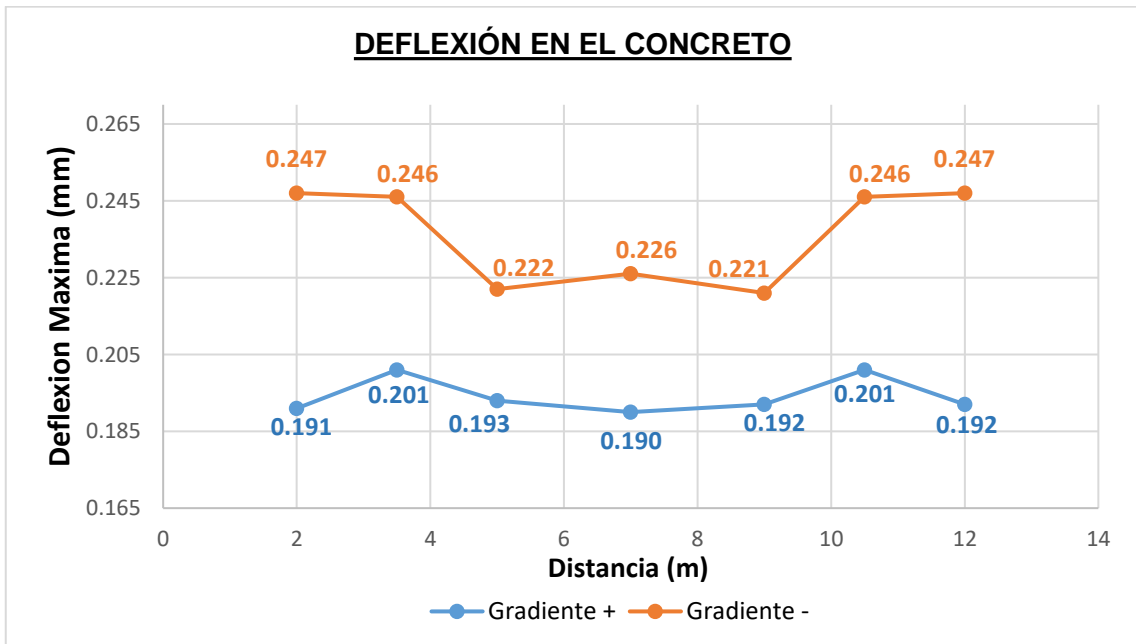
Fuente: Propio

**Cuadro 26.** Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente térmico negativo - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m

	Posición de los ejes						
	a 2m	a 3.5m	a 5m	a 7m	a 9m	a 10.5	a 12m
Esfuerzo Máx (MPa)	0.578	0.582	0.576	0.557	0.576	0.582	0.578
Esfuerzo Min (MPa)	-0.555	-0.558	-0.553	-0.545	-0.553	-0.558	-0.555
Deflexión Máx Concreto(mm)	0.247	0.246	0.222	0.226	0.221	0.246	0.247
Deflexión Máx Subbase(mm)	0.230	0.229	0.207	0.211	0.206	0.229	0.230

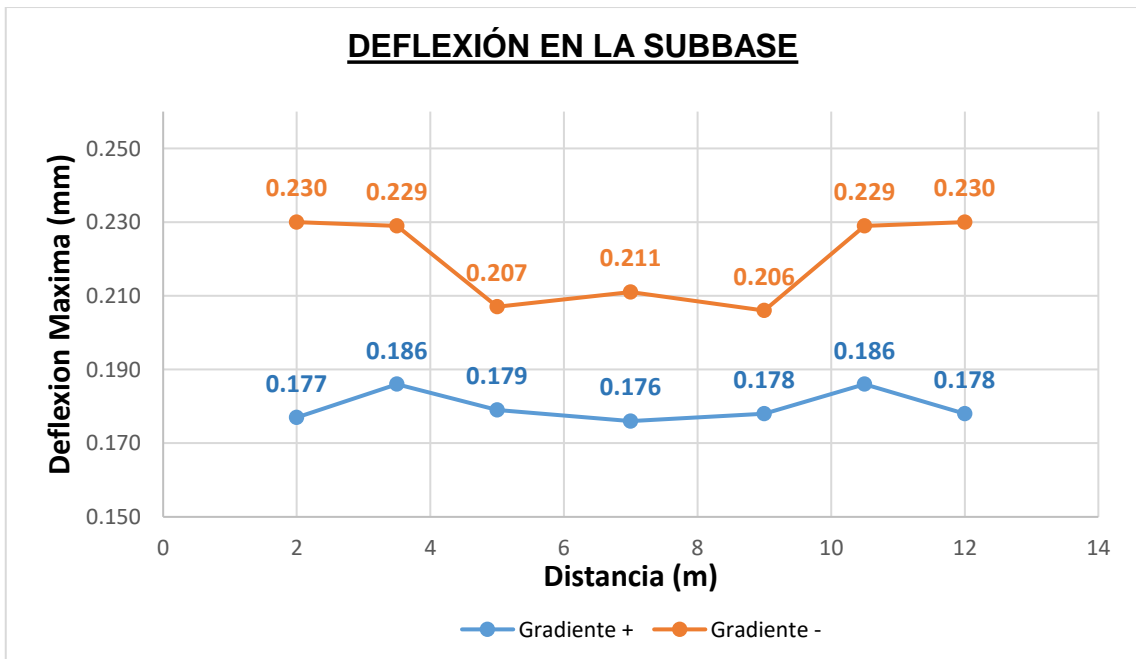
Fuente: Propio

**Grafico 17.** Deflexiones máximas en el concreto - patrón 7.00x7.20m



Fuente: Propio

**Grafico 18.** Deflexiones máximas en la subbase - patrón 7.00x7.20m



Fuente: Propio

#### 4.5.5. EVALUACION EN EL PUNTO 3 – MUESTRA 3

El punto 3 está ubicado en la cuadra 2, en el progresivo km 0+086, la en la cual el pavimento presenta un mal estado.

**Tabla 26.** Características consideradas en el diseño del pavimento – muestra 3

Parámetro	Dato
Losa	
Ancho	7200 mm
Largo	7000 mm
Espesor	130.0 mm
Módulo Elástico	25776.54 Mpa
Coefficiente de Poisson	0.15
Coefficiente de expansión térmica	1.10E-05
Densidad	2400 Kg/m <sup>3</sup>
Base	
Espesor	200 mm
Módulo Elástico	12 Mpa
Coefficiente de Poisson	0.30
Densidad	2260 Kg/m <sup>3</sup>
Subrasante	
Espesor	300 mm
Módulo Elástico	93 Mpa
Coefficiente de Poisson	0.20
módulo de reacción de la subrasante	0.162 Mpa/mm

Fuente: Propio

**Cuadro 27.** Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico positivo – muestra 3

	Posición de los ejes						
	a 2m	a 3.5m	a 5m	a 7m	a 9m	a 10.5	a 12m
Esfuerzo Máx (MPa)	1.348	1.381	1.348	1.263	1.347	1.386	1.353
Esfuerzo Min (MPa)	-1.321	-1.353	-1.320	-1.230	-1.319	-1.357	-1.322
Deflexión Máx Concreto(mm)	0.409	0.475	0.409	0.433	0.407	0.475	0.427
Deflexión Máx Subbase(mm)	0.173	0.201	0.173	0.183	0.172	0.201	0.181

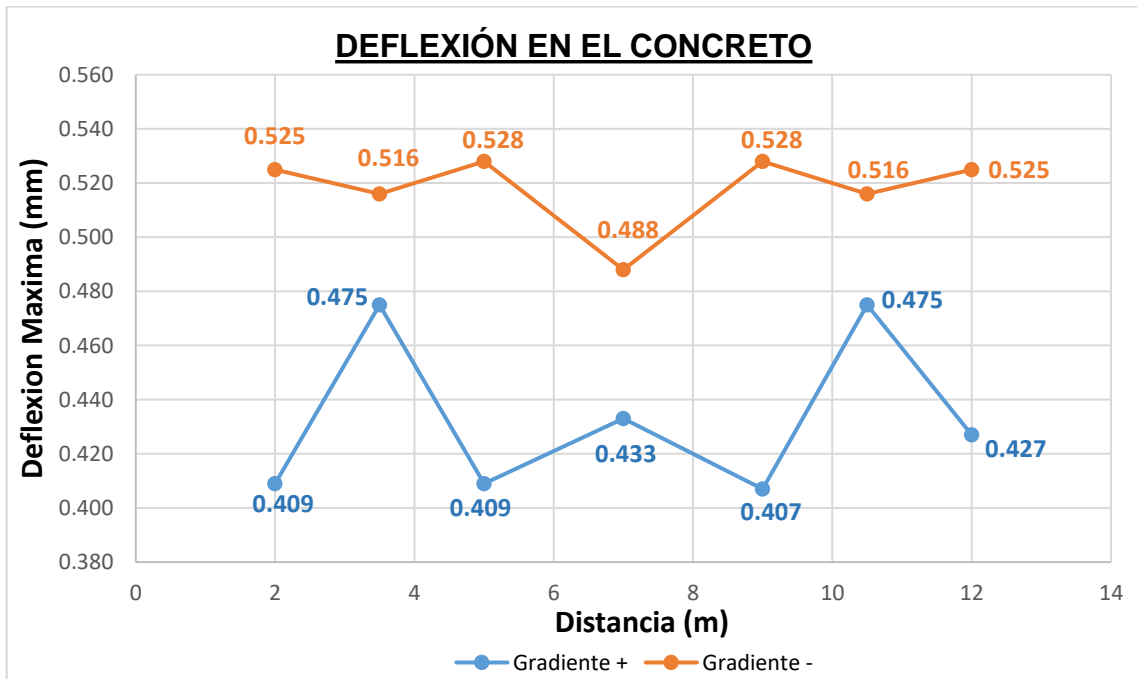
Fuente: Propio

**Cuadro 28.** Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico negativo – muestra 3

	Posición de los ejes						
	a 2m	a 3.5m	a 5m	a 7m	a 9m	a 10.5	a 12m
Esfuerzo Máx (MPa)	1.178	1.209	1.167	1.190	1.171	1.211	1.176
Esfuerzo Min (MPa)	-1.137	-1.169	-1.129	-1.208	-1.134	-1.170	-1.135
Deflexión Máx Concreto(mm)	0.525	0.516	0.528	0.488	0.528	0.516	0.525
Deflexión Máx Subbase(mm)	0.230	0.225	0.230	0.217	0.230	0.225	0.230

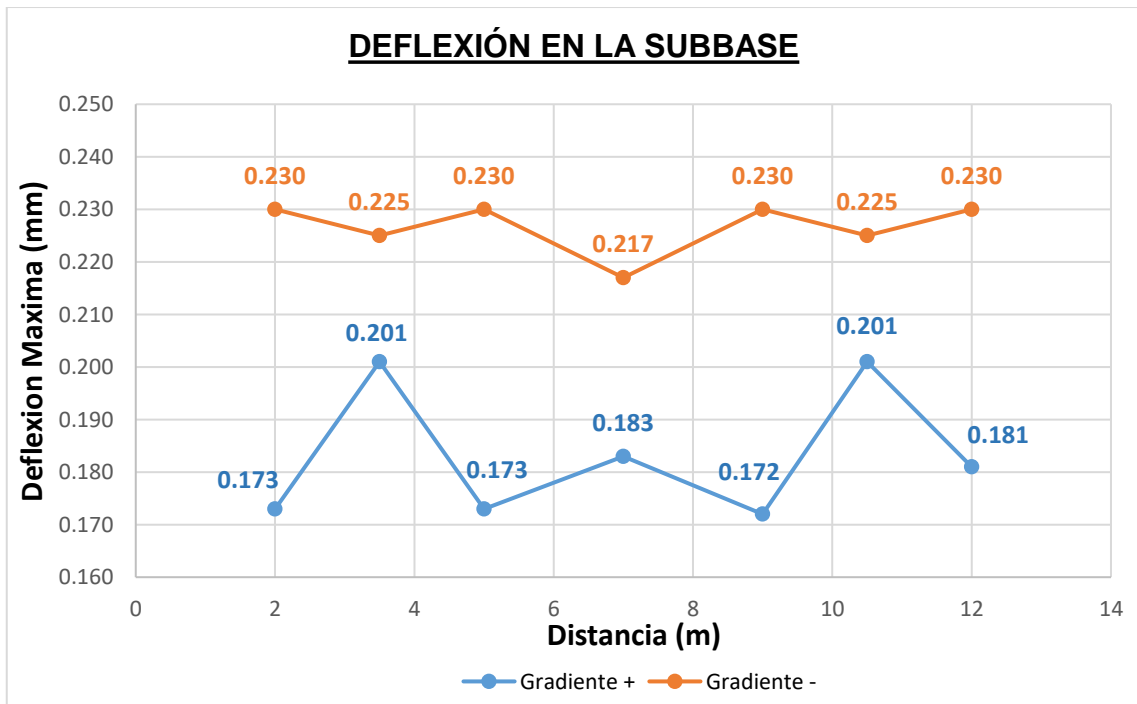
Fuente: Propio

**Grafico 19.** Deflexiones máximas en el concreto - muestra 3



Fuente: Propio

**Grafico 20.** Deflexiones máximas en la subbase - muestra 3



Fuente: Propio

#### 4.5.6. EVALUACION EN EL PUNTO 4 – MUESTRA 4

El punto 4 está ubicado en la cuadra 2, en el progresivo km 0+0.163, en la cual el pavimento presenta un buen estado.

**Tabla 27.** Características consideradas en el diseño del pavimento – muestra 4

Parámetro	Dato
Losas	
Ancho	7200 mm
Largo	7000 mm
Espesor	163.4
Módulo Elástico	24417.76 Mpa
Coefficiente de Poisson	0.15
Coefficiente de expansión térmica	1.10E-05
Densidad	2400 Kg/m <sup>3</sup>
Base	
Espesor	200 mm
Módulo Elástico	137 Mpa
Coefficiente de Poisson	0.25
Densidad	2510
Subrasante	
Espesor	300 mm
Módulo Elástico	93 Mpa
Coefficiente de Poisson	0.20
módulo de reacción de la subrasante	0.162 Mpa/mm

Fuente: Propio

**Cuadro 29.** Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico positivo – muestra 4

	Posición de los ejes						
	a 2m	a 3.5m	a 5m	a 7m	a 9m	a 10.5	a 12m
Esfuerzo Máx (MPa)	1.024	1.037	1.021	0.969	1.020	1.041	1.026
Esfuerzo Min (MPa)	-1.008	-1.024	-1.007	-0.949	-1.006	-1.026	-1.009
Deflexión Máx Concreto(mm)	0.217	0.238	0.211	0.219	0.210	0.238	0.218
Deflexión Máx Subbase(mm)	0.189	0.207	0.184	0.191	0.183	0.207	0.190

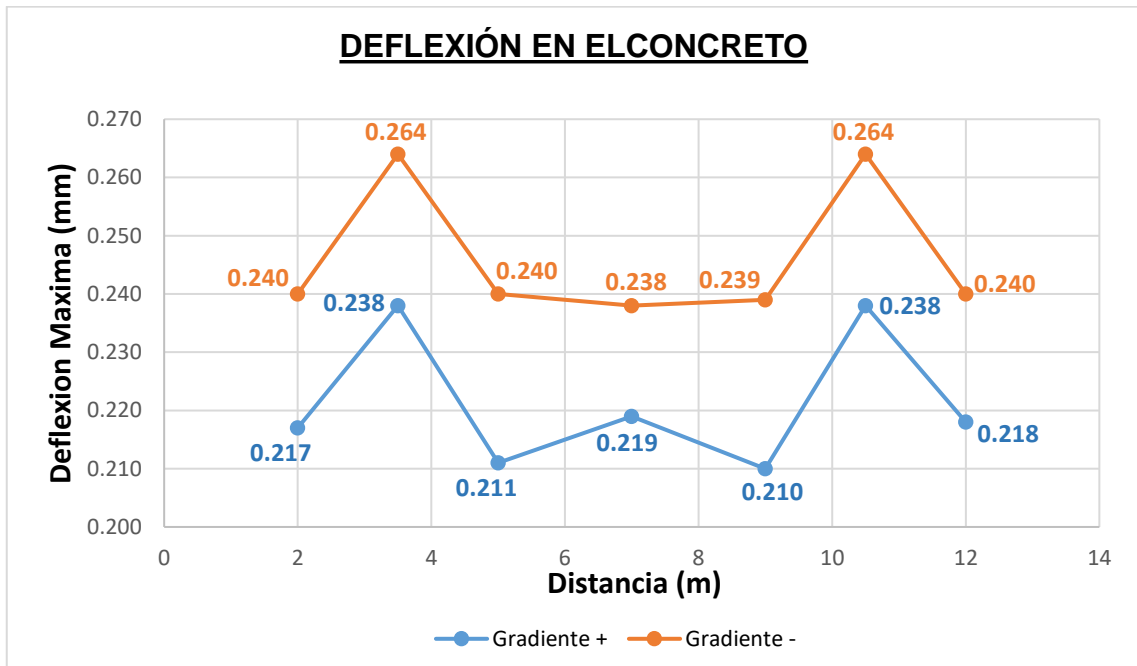
Fuente: Propio

**Cuadro 30.** Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico negativo – muestra 4

	Posición de los ejes						
	a 2m	a 3.5m	a 5m	a 7m	a 9m	a 10.5	a 12m
Esfuerzo Máx (MPa)	0.803	0.816	0.802	0.781	0.802	0.816	0.804
Esfuerzo Min (MPa)	-0.757	-0.768	-0.757	-0.768	-0.757	-0.768	-0.758
Deflexión Máx Concreto(mm)	0.240	0.264	0.240	0.238	0.239	0.264	0.240
Deflexión Máx Subbase(mm)	0.214	0.235	0.214	0.219	0.213	0.235	0.214

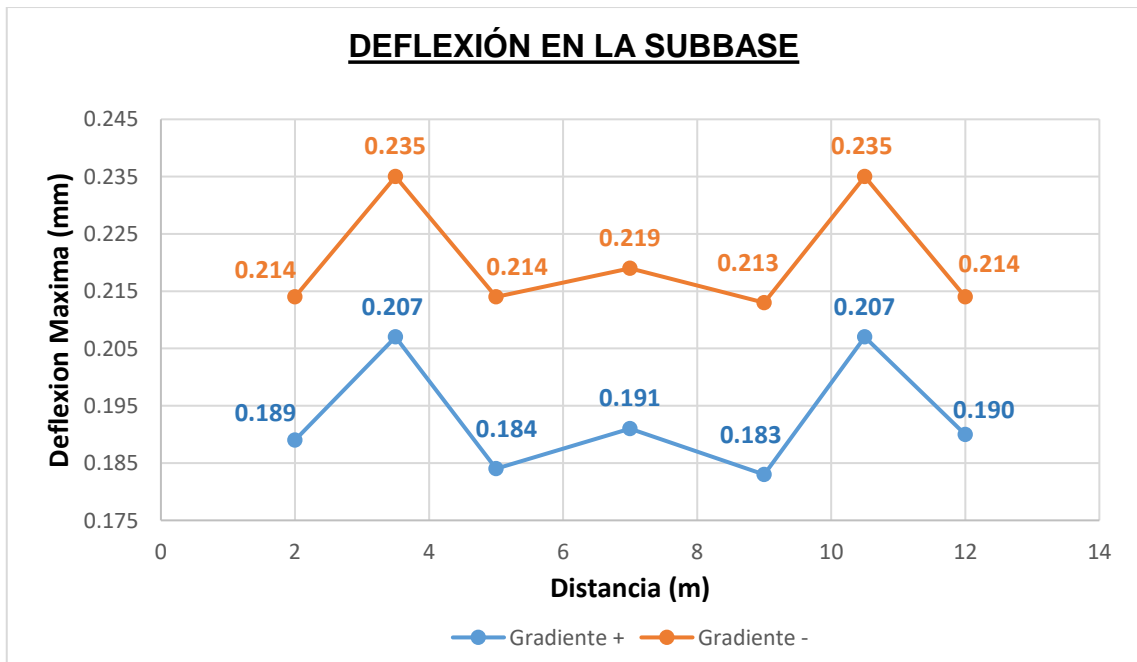
Fuente: Propio

**Grafico 21.** Deflexiones máximas en el concreto - muestra 4



Fuente: Propio.

**Grafico 22.** Deflexiones máximas en la subbase - muestra 4



Fuente: Propio.

#### 4.5.7. EVALUACION EN EL PUNTO 5 – MUESTRA 5

El punto 5 está ubicado en la cuadra 3, en el progresivo km 0+037, en la cual el pavimento presenta un buen estado.

**Tabla 28.** Características consideradas en el diseño del pavimento – muestra 5

Parámetro	Dato
Losa	
Ancho	7200 mm
Largo	7000 mm
Espesor	148.8
Módulo Elástico	24417.76 Mpa
Coefficiente de Poisson	0.15
Coefficiente de expansión térmica	1.10E-05
Densidad	2400 Kg/m <sup>3</sup>
Base	
Espesor	200 mm
Módulo Elástico	137 Mpa
Coefficiente de Poisson	0.25
Densidad	2510
Subrasante	
Espesor	300 mm
Módulo Elástico	93 Mpa
Coefficiente de Poisson	0.20
módulo de reacción de la subrasante	0.162 Mpa/mm

Fuente: Propio

**Cuadro 31.** Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico positivo – muestra 5

	Posición de los ejes						
	a 2m	a 3.5m	a 5m	a 7m	a 9m	a 10.5	a 12m
Esfuerzo Máx (MPa)	1.064	1.058	1.064	1.012	1.063	1.062	1.065
Esfuerzo Min (MPa)	-1.052	-1.045	-1.051	-0.993	-1.049	-1.048	-1.052
Deflexión Máx Concreto(mm)	0.213	0.243	0.213	0.223	0.212	0.243	0.221
Deflexión Máx Subbase(mm)	0.185	0.211	0.186	0.194	0.184	0.211	0.192

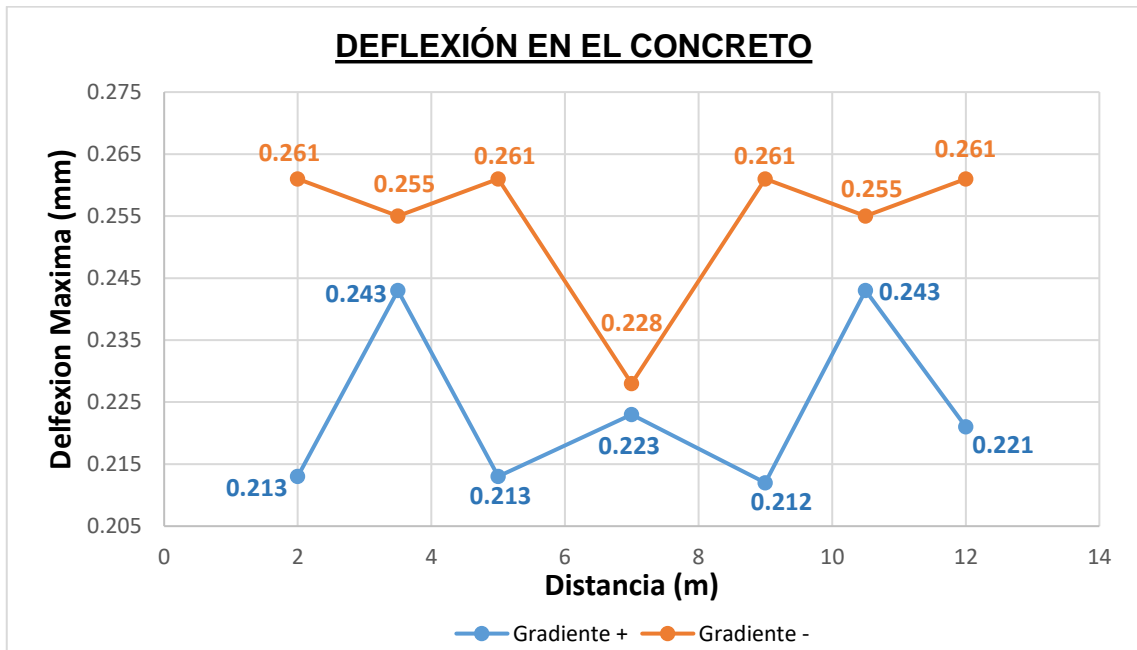
Fuente: Propio

**Cuadro 32.** Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico negativo – muestra 5

	Posición de los ejes						
	a 2m	a 3.5m	a 5m	a 7m	a 9m	a 10.5	a 12m
Esfuerzo Máx (MPa)	0.892	0.914	0.885	0.880	0.887	0.914	0.889
Esfuerzo Min (MPa)	-0.836	-0.859	-0.832	-0.863	-0.834	-0.858	-0.834
Deflexión Máx Concreto(mm)	0.261	0.255	0.261	0.228	0.261	0.255	0.261
Deflexión Máx Subbase(mm)	0.234	0.228	0.233	0.212	0.233	0.228	0.234

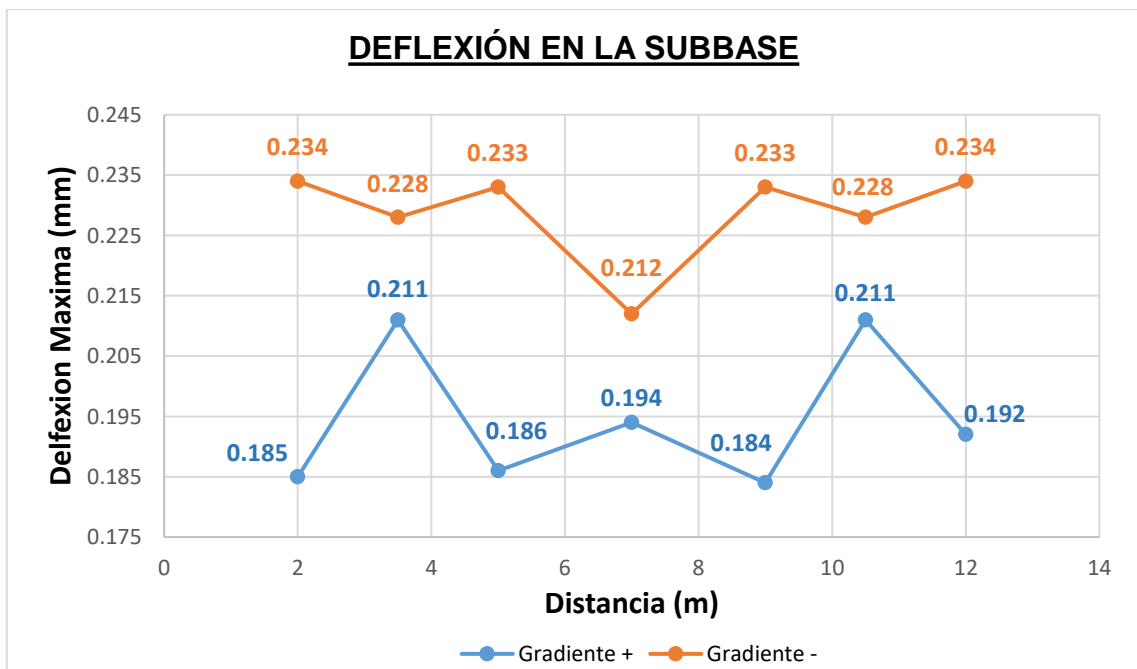
Fuente: Propio

**Grafico 23.** Deflexiones máximas en el concreto - muestra 5



Fuente:Propio.

**Grafico 24.** Deflexiones máximas en la subbase - muestra 5



Fuente:Propio.

#### 4.5.8. EVALUACION EN EL PUNTO 6 – MUESTRA 6

El punto 6 está ubicado en la cuadra 3, en el progresivo km 0+0.219, en la cual el pavimento presenta un buen estado.



**Tabla 29.** Características consideradas en el diseño del pavimento – muestra 6

Parámetro	Dato
Losa	
Ancho	7200 mm
Largo	7000 mm
Espesor	130.5
Módulo Elástico	24417.76 Mpa
Coefficiente de Poisson	0.15
Coefficiente de expansión térmica	1.10E-05
Densidad	2400 Kg/m <sup>3</sup>
Base	
Espesor	200 mm
Módulo Elástico	12 Mpa
Coefficiente de Poisson	0.30
Densidad	2260 Kg/m <sup>3</sup>
Subrasante	
Espesor	300 mm
Módulo Elástico	93 Mpa
Coefficiente de Poisson	0.20
módulo de reacción de la subrasante	0.162 Mpa/mm

Fuente: Propio

**Cuadro 33.** Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico positivo – muestra 6

	Posición de los ejes						
	a 2m	a 3.5m	a 5m	a 7m	a 9m	a 10.5	a 12m
Esfuerzo Máx (MPa)	1.302	1.327	1.302	1.220	1.300	1.332	1.305
Esfuerzo Min (MPa)	-1.275	-1.300	-1.274	-1.187	-1.272	-1.304	-1.276
Deflexión Máx Concreto(mm)	0.411	0.478	0.411	0.436	0.409	0.478	0.429
Deflexión Máx Subbase(mm)	0.174	0.203	0.174	0.184	0.173	0.202	0.181

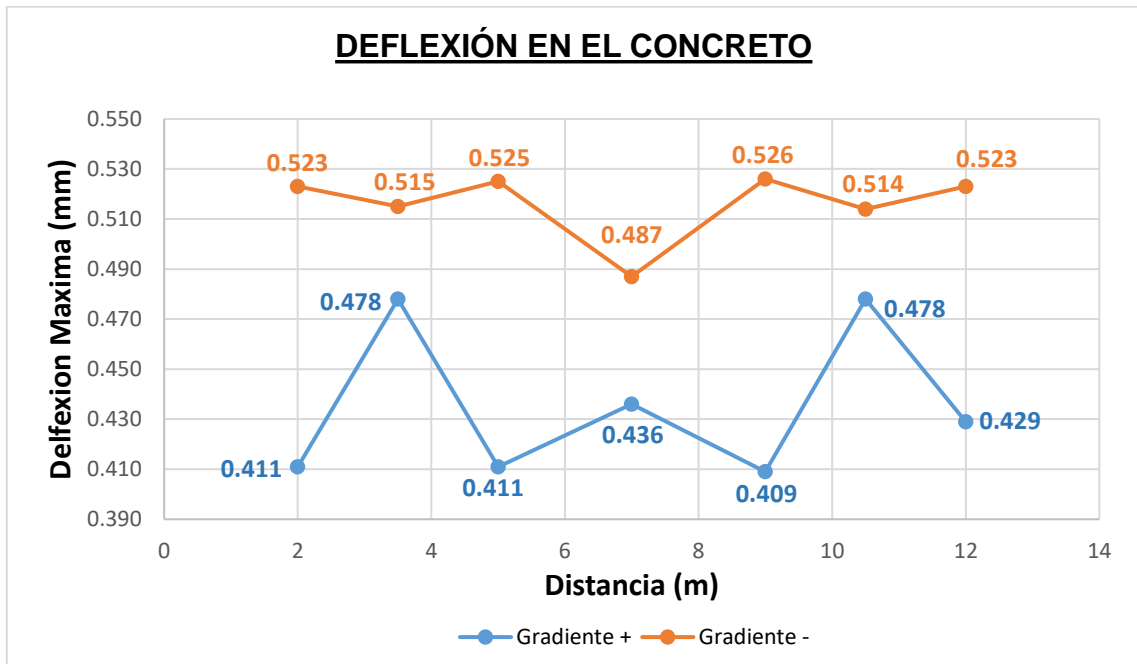
Fuente: Propio

**Cuadro 34.** Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico negativo – muestra 6

	Posición de los ejes						
	a 2m	a 3.5m	a 5m	a 7m	a 9m	a 10.5	a 12m
Esfuerzo Máx (MPa)	1.156	1.187	1.146	1.169	1.150	1.189	1.154
Esfuerzo Min (MPa)	-1.115	-1.147	-1.108	-1.186	-1.112	-1.148	-1.113
Deflexión Máx Concreto(mm)	0.523	0.515	0.525	0.487	0.526	0.514	0.523
Deflexión Máx Subbase(mm)	0.229	0.225	0.229	0.217	0.229	0.225	0.229

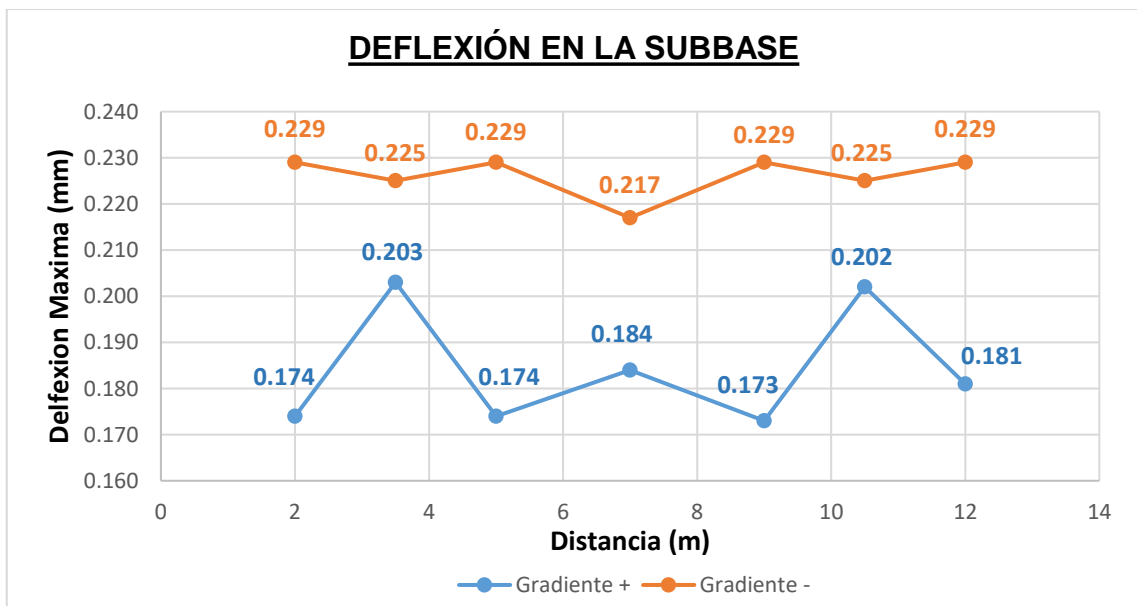
Fuente: Propio

**Grafico 25.** Deflexiones máximas en el concreto - muestra 6



Fuente: Propio.

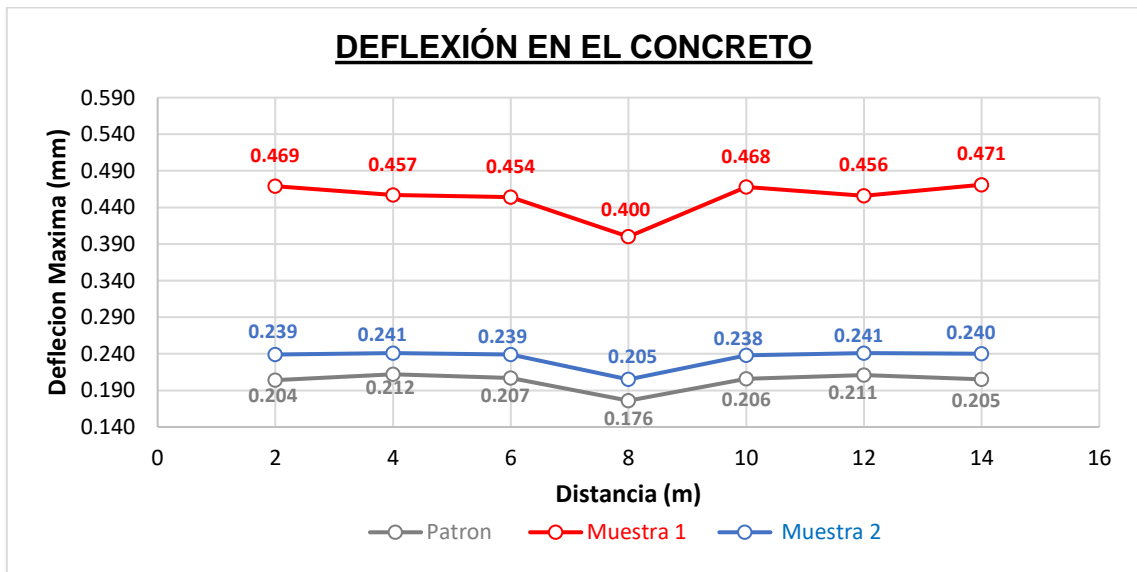
**Grafico 26.** Deflexiones máximas en la subbase - muestra 6



Fuente: Propio.

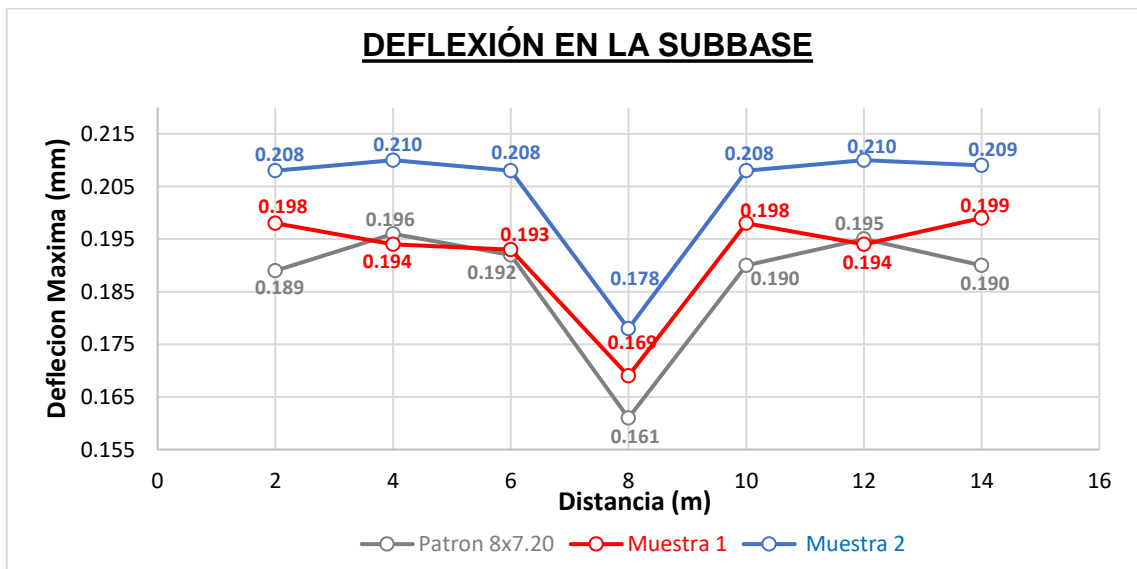
En el grafico 27 y grafica 28 se muestran las deflexiones máximas en el concreto y subbase respectivamente cuando el gradiente térmico es positivo (temperatura de la losa parte superior > inferior) en las losas de concreto de 8.00m de largo por 7.20m de ancho, que se encuentran en la primera cuadra de la calle Luis Galvani.

**Grafico 27.** Resumen de las deflexiones máximas para el gradiente térmico positivo en el concreto de las losas de 8.00x7.20m.



Fuente: Propio

**Grafico 28.** Resumen de las deflexiones máximas para el gradiente térmico positivo en la subbase de las losas de 8.00x7.20m.



Fuente: Propio

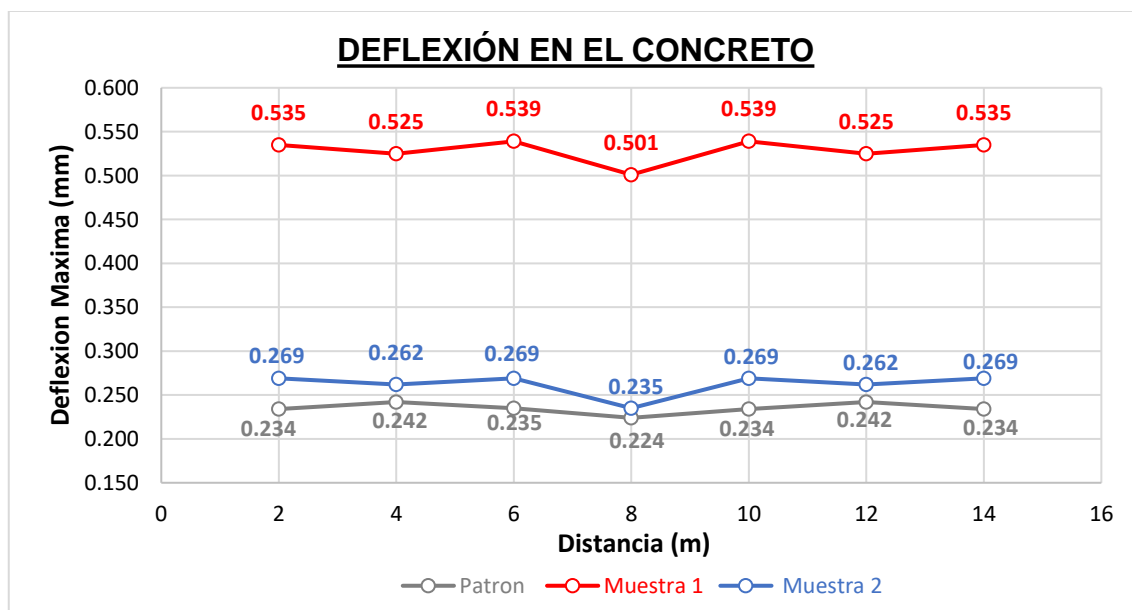
En el grafico 27 se puede observar las deflexiones máximas en el concreto con un gradiente termico positivo, obteniéndose una deflexión de 0.471mm en la muestra 1, siendo muy superior a la deflexión en modelo patrón con un valor de 0.212mm, mientras que en la muestra 2 se obtuvo

una deflexión máxima de 0.241mm, estando casi cerca al valor patrón de la losa.

En el grafico 28 se puede observar las deflexiones máximas en la subbase con un gradiente termico positivo, obteniéndose una deflexión de 0.210mm en la muestra 2, siendo muy superior a la deflexión en modelo patrón con un valor de 0.196mm, mientras que en la muestra 1 se obtuvo una deflexión máxima de 0.199mm, estando casi cerca al valor patrón de la losa.

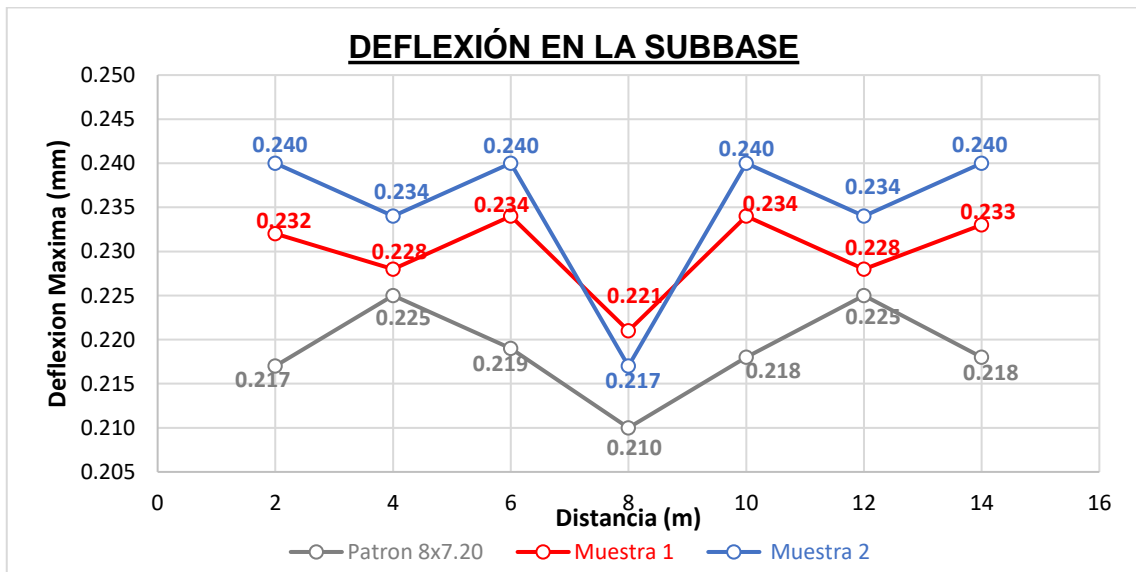
En el grafico 29 y grafica 30 se muestran las deflexiones máximas en el concreto y subbase respectivamente cuando el gradiente térmico es negativo (temperatura de la losa parte superior < inferior) en las losas de concreto de 8.00m de largo por 7.20m de ancho, que se encuentran en la primera cuadra de la calle Luis Galvani.

**Grafico 29.** Resumen de las deflexiones máximas para el gradiente térmico negativo en el concreto de las losas de 8.00x7.20m.



Fuente: Propio

**Grafico 30.** Resumen de las deflexiones máximas para el gradiente térmico negativo en la subbase de las losas de 8.00x7.20m.



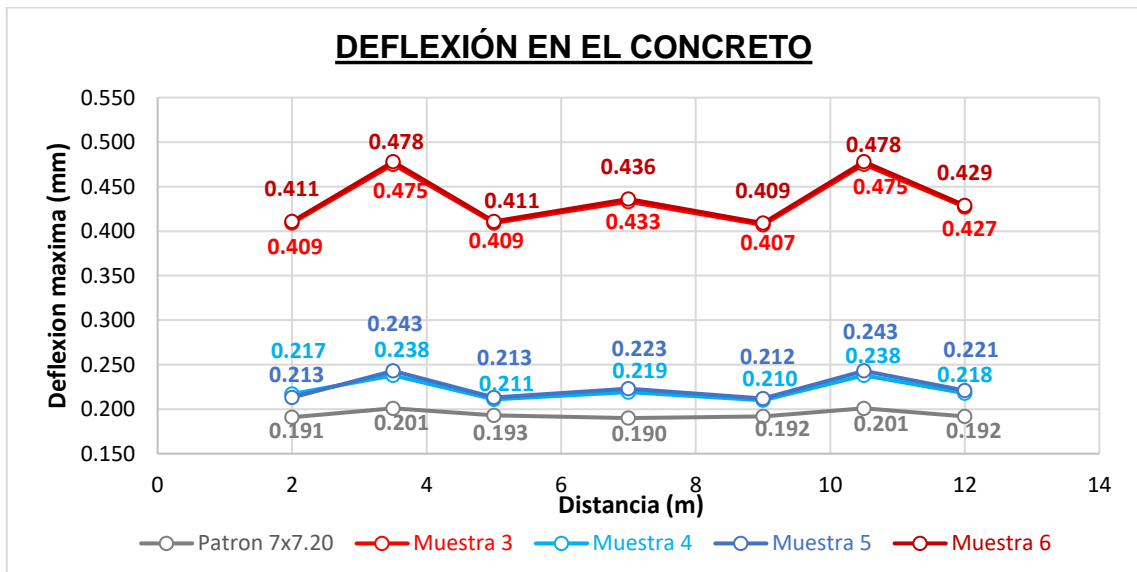
Fuente: Propio

En el grafico 29 se puede observar las deflexiones máximas en el concreto con un gradiente termico negativo, obteniéndose una deflexión de 0.539mm en la muestra 1, siendo muy superior a la deflexión en modelo patrón con un valor de 0.242mm, mientras que en la muestra 2 se obtuvo una deflexión máxima de 0.269mm, estando casi cerca al valor patrón de la losa.

En el grafico 30 se puede observar las deflexiones máximas en la subbase con un gradiente termico negativo, obteniéndose una deflexión de 0.240mm en la muestra 2, siendo muy superior a la deflexión en modelo patrón con un valor de 0.225mm, mientras que en la muestra 1 se obtuvo una deflexión máxima de 0.234mm, estando casi cerca al valor patrón de la losa.

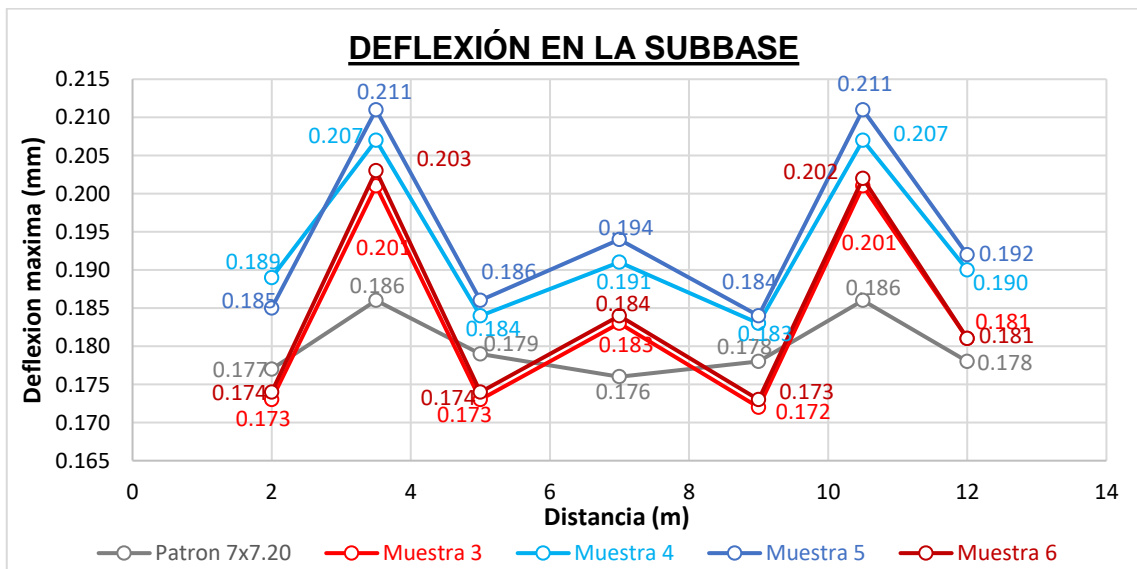
En el grafico 31 y grafica 32 se muestran las deflexiones máximas en el concreto y subbase respectivamente cuando el gradiente térmico es positivo (temperatura de la losa parte superior > inferior) en las losas de concreto de 7.00m de largo por 7.20m de ancho, que se encuentran en la segunda y tercera cuadra de la calle Luis Galvani.

**Grafico 31.** Resumen de las deflexiones máximas para el gradiente térmico positivo en el concreto de las losas de 7.00x7.20m.



Fuente: Propio

**Grafico 32.** Resumen de las deflexiones máximas para el gradiente térmico positivo en la subbase de las losas de 7.00x7.20m.



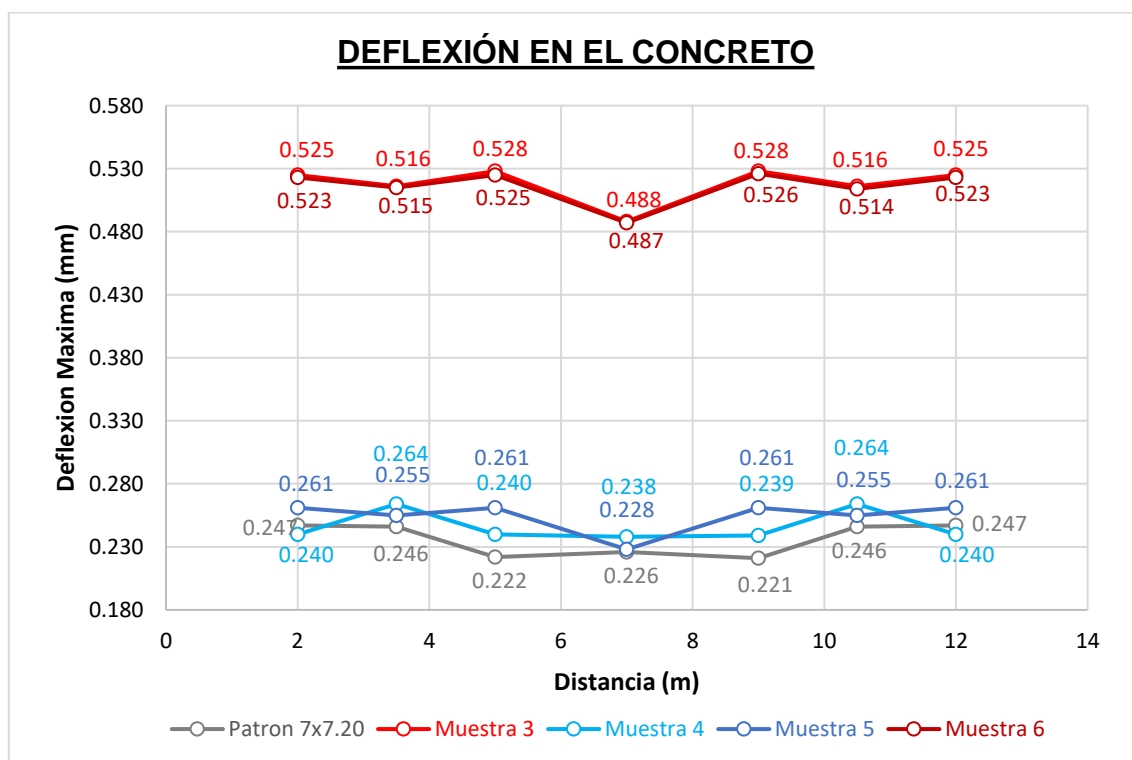
Fuente: Propio

En el grafico 30 se puede observar las deflexiones máximas en el concreto con un gradiente termico positivo, obteniéndose una deflexión de 0.478mm en la muestra 6 y 0.475mm en la muestra 3, siendo ellos muy superior a la deflexión en modelo patrón con un valor de 0.201mm, mientras que en las muestras 4 y 5 se obtuvieron las deflexiones correspondientes a de 0.238mm y 0.243mm, estando casi cerca al valor patrón de la losa.

En el grafico 31 se puede observar las deflexiones máximas en la subbase con un gradiente termico positivo, obteniéndose una deflexión de 0.211mm en la muestra 5 y 0.207mm en la muestra 4, siendo ellos muy superior a la deflexión en modelo patrón con un valor de 0.186mm, mientras que en las muestras 3 y 6 se obtuvieron las deflexiones correspondientes a de 0.201mm y 0.203mm, estando casi cerca al valor patrón de la losa.

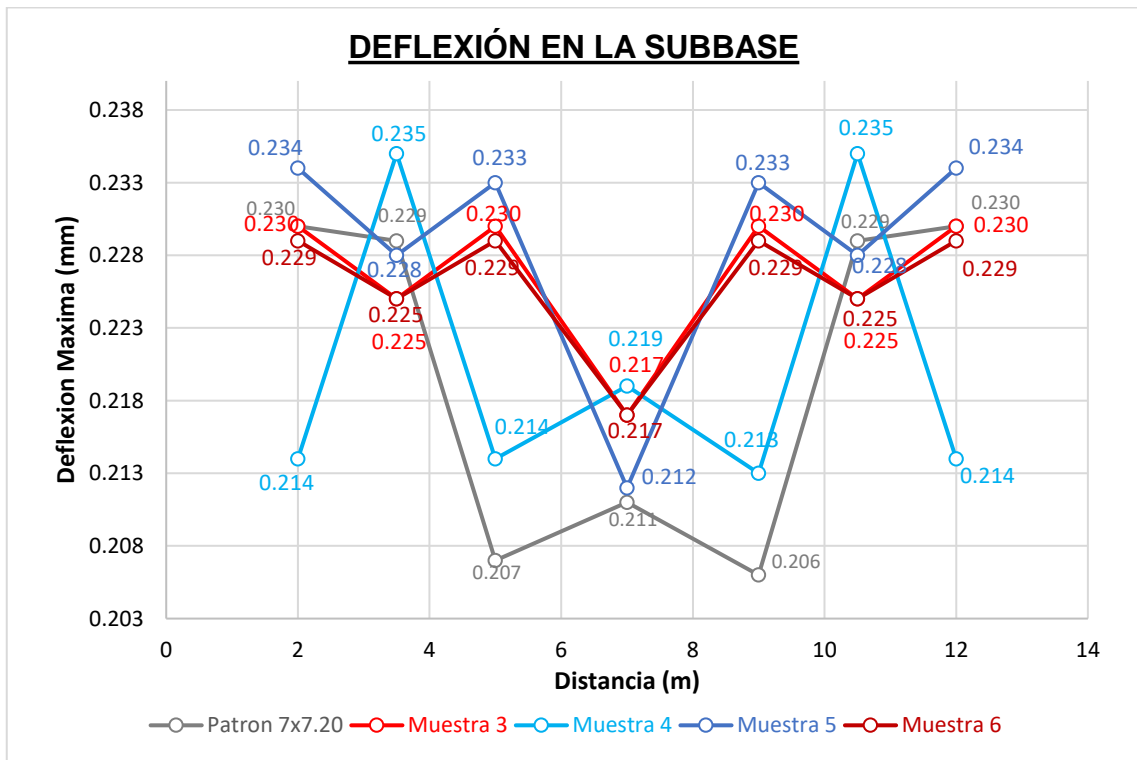
En el grafico 33 y grafica 34 se muestran las deflexiones máximas en el concreto y subbase respectivamente cuando el gradiente térmico es negativo (temperatura de la losa parte superior < inferior) en las losas de concreto de 7.00m de largo por 7.20m de ancho, que se encuentran en la segunda y tercera cuadra de la calle Luis Galvani.

**Grafico 33.** Resumen de deflexiones máximas para el gradiente térmico negativo en el concreto de las losas de 7.00x7.20m.



Fuente: Propio

**Grafico 34.** Resumen de deflexiones máximas para el gradiente térmico negativo en subbase de las losas de 7.00x7.20m.



Fuente: Propio

En el grafico 33 se puede observar las deflexiones máximas en el concreto con un gradiente termico negativo, obteniéndose una deflexión de 0.526mm en la muestra 6 y 0.528mm en la muestra 3, siendo ellos muy superior a la deflexión en modelo patrón con un valor de 0.247mm, mientras que en las muestras 4 y 5 se obtuvieron las deflexiones correspondientes a de 0.264mm y 0.261mm, estando casi cerca al valor patrón de la losa.

En el grafico 34 se puede observar las deflexiones máximas en la subbase con un gradiente termico negativo, obteniéndose una deflexión de 0.234mm en la muestra 5 y 0.235mm en la muestra 4, siendo ellos muy superior a la deflexión en modelo patrón con un valor de 0.230mm, mientras que en las muestras 3 y 6 se obtuvieron las deflexiones correspondientes a de 0.230mm y 0.229mm, estando casi cerca al valor patrón de la losa.



## 4.6. DISEÑO DEL PAVIMENTO

### 4.6.1. DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO

Para realizar el diseño del pavimento rígido de la calle Luis Galvani, se realizó con la metodología AASHTO 93, para la cual se trabajó con la siguiente la ecuación básica de diseño:

$$\text{Log}_{10}W_{82} = Z_r S_o + 7.35\text{Log}_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5-1.5}\right)}{1.25 \times 10^{19}} + (4.22 - 0.32P_i) \times \text{Log}_{10}\left(\frac{M_r C_{dx} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left[0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}}\right]}\right)$$

**Tabla 30.** Resumen De Variables De Diseño Con El Método De La AASHTO Para Pavimento Rígido

Parámetros		Valor	Und
Periodo de diseño	T	20.00	Años
Índice de serviciabilidad inicial	Pi	4.30	
Índice de serviciabilidad final	Pt	2.50	
Perdida de serviciabilidad	ΔPSI	1.80	
Desviación estándar	So	0.35	
Confiabilidad	R	90%	
Desviación normal estándar	Zr	-1.282	
CBR de la subrasante	Cbr	63%	
Módulo de reacción de la subrasante	K	608.00	psi
Resistencia a la compresión del concreto	f <sub>c</sub>	300	Kg/cm <sup>2</sup>
Módulo elástico del concreto	E <sub>c</sub>	3.72E+06	psi
Módulo de ruptura del concreto	S'c	638.05	psi
Espesor de subbase	e	15.00	cm
Coefficiente de transferencia de carga	J	3.8	
Coefficiente de drenaje	Cd	1.00	

Fuente: Propio

Resolviendo la ecuación básica para determinar el diseño del pavimento rígido, reemplazando datos y por interacción se obtiene el espesor de la los de:

$$\log(12.5 \times 10^6) = -1.282 \times 0.35 + 7.35 \times \log(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{LOG}\left(\frac{4.30 - 2.50}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{0.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times 2.5) \times \log\left(\frac{638.045 \times 1 \times (0.09D)^{0.75} - 1.132}{1.51 \times 3.8(0.09D)^{0.75} - \frac{7.38}{(3723340/608)^{0.25}}}\right)$$

Resolviendo la ecuación sale

$$\mathbf{D = 25 \text{ cm}}$$

#### 4.6.2. DISEÑO DE BASE GRANULAR

Para determinar la dimensión del espesor de la capa del afirmado se basará con el Manual de carreteras – suelos y pavimentos, capítulo XI Afirmados donde nos indica la utilización la ecuación del método NAASRA, que realiza una relación del valor de soporte del suelo (CBR) y la carga que actúa sobre el afirmado, expresada de repeticiones de EE.

$$e = (219 - 211 \times (\log_{10} CBR) + 58 \times (\log_{10} CBR)^2) \times \log_{10} \left( \frac{N_{rep}}{120} \right)$$

**Donde:**

e = espesor o grosor de la capa de afirmado en mm.

CBR = Valor de soporte de la subrasante

Nrep = Número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

**Datos:**

CBR de la subrasante = 63%

Nrep = 12 773,747.00 tn

$$e = (219 - 211 \times (\log_{10} 63) + 58 \times (\log_{10} 63)^2) \times \log_{10} \left( \frac{12\,773,747.00}{120} \right)$$

$$\mathbf{e = 15 \text{ cm}}$$

#### 4.6.3. ESPESOR DE LA SOBRECAPA DE ASFALTO –SEGÚN CATALOGO MTC

Para realizar el diseño del sobrecapa se optó tomar el “MANUAL DE CARRETERAS – SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS – SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS R.D.N° 10-2014-MTC/14 - CAPITULO XII PAVIMENTOS FLEXIBLES PAGINA 128. Sección 12.2 Secciones de

Estructuras de Pavimento Flexible, pagina 145 – cuadro 12.16 Numero Estructural Requerido para Pavimentos Flexibles (NS) – Periodo de Diseño 20 Años”.

**1ro. Numero de Repeticiones de EE tn (W18)**

La losa de concreto fracturada actúa como una “base granular” y el refuerzo se diseña como si se tratará de un “pavimento flexible”, donde a continuación se indican los pasos para determinar el  $SN_f$ :

- a.- Para calcular la cantidad de ESALs para pavimento flexible, se deben usar los factores equivalentes de carga correspondientes. Si el tránsito futuro fue predicho para un pavimento rígido, el número de ESALs debe ser transformado en un número para pavimentos flexibles, esto se determina dividiendo el ESALs obtenido para el pavimento rígido entre 1.5.

Donde:

ESALs en pavimento rígido

ESALs en pavimento rígido	<b>W18= 12,773,747.00 Tn</b>
---------------------------	------------------------------

Se divide entre 1.5 el ESAL del pavimento rígido determinado.

ESALs en pavimento flexible	<b>W18= 8, 337,543.33 Tn</b>
-----------------------------	------------------------------

Una vez obtenido el nuevo ESAL  $W18= 8, 337,543.33 t$ , se toma el cuadro 12.2 Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 t, en el Carril de Diseño. Se determina el tipo de tráfico pesado en EE y Rango de tráfico pesado expresado en EE.

**Tabla 31.** Número de las Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 t, en el Carril de Diseño.

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T <sub>P5</sub>	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T <sub>P6</sub>	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T <sub>P7</sub>	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T <sub>P8</sub>	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T <sub>P9</sub>	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T <sub>P10</sub>	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T <sub>P11</sub>	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T <sub>P12</sub>	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T <sub>P13</sub>	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T <sub>P14</sub>	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE

Fuente: Elaboración propia

Fuente: MTC (Sección suelos y pavimentos manual de carreteras)

## 2do. CBR DEL SUBRASANTE

Se toma del resultado de laboratorio.

CBR Subrasante:  $CBR = 63.0\%$

**Tabla 32.** MTC cuadro 12.16 Numero Estructural Requerido para Pavimentos Flexibles (NS) – Diseño 20 Años

**Cuadro 12.16**  
**Número Estructural Requerido para Pavimentos Flexibles (SN) – Periodo de diseño 20 años**

CATALOGO DE NÚMEROS ESTRUCTURALES (SN) REQUERIDOS POR TIPO DE TRAFICO Y DE SUB RASANTE Carpetas Asfálticas en Caliente + Base Granular + Subbase Granular						
TIPO SUB RASANTE CLASE DE TRANSITO	Inadecuada CBR < 3 % (*)	Pobre 3 % ≤ CBR < 6 % (*)	Regula	Buena	Muy Buena	Excelente
			6 % ≤ CBR < 10 %	10 % ≤ CBR < 20 %	20 % ≤ CBR < 30 %	CBR ≥ 30 %
Tr0 75,000 < Rep. EE ≤ 150,000			2.136	1.871	1.557	1.392
Tr1 150,000 < Rep. EE ≤ 300,000			2.470	2.165	1.809	1.625
Tr2 300,000 < Rep. EE ≤ 500,000			2.702	2.367	1.979	1.780
Tr3 500,000 < Rep. EE ≤ 750,000			2.956	2.593	2.173	1.959
Tr4 750,000 < Rep. EE ≤ 1'000,000			3.107	2.725	2.283	2.059
Tr5 1'000,000 < Rep. EE ≤ 1'500,000			3.434	3.012	2.521	2.274
Tr6 1'500,000 < Rep. EE ≤ 3'000,000			3.866	3.395	2.841	2.561
Tr7 3'000,000 < Rep. EE ≤ 5'000,000			4.206	3.707	3.105	2.797
Tr8 5'000,000 < Rep. EE ≤ 7'500,000			4.63	4.103	3.449	3.107
Tr9 7'500,000 < Rep. EE ≤ 10'000,000			4.837	4.300	3.624	3.267
Tr10 10'000,000 < Rep. EE ≤ 12'500,000			5.092	4.552	3.869	3.501
Tr11 12'500,000 < Rep. EE ≤ 15'000,000			5.226	4.679	3.985	3.609
Tr12 15'000,000 < Rep. EE ≤ 20'000,000			5.341	4.883	4.173	3.786
Tr13 20'000,000 < Rep. EE ≤ 25'000,000			5.907	5.323	4.580	4.172
Tr14 25'000,000 < Rep. EE ≤ 30'000,000			6.052	5.460	4.708	4.293

(\*) Previa a la colocación de la estructura del pavimento, se requiere Estabilización de suelos, que será materia de Estudio Especial  
- Con el Suelo Estabilizado la estructura del pavimento a colocar, Corresponderá a la de un Suelo Regular (CBR≥6% a CBR<10%)

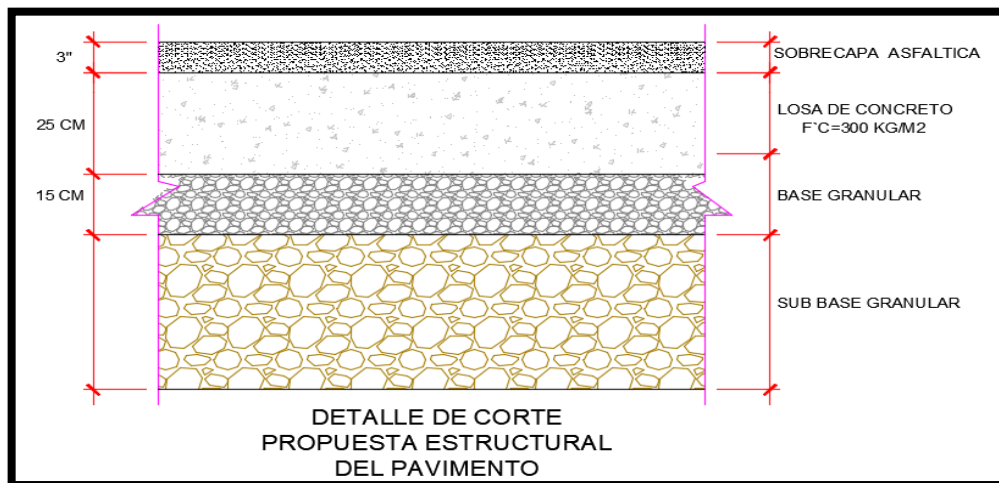
Fuente: MTC (Sección suelos y pavimentos manual de carreteras)

**3ro. Determinación del espesor de refuerzo**

Se concluye que teniendo clase de tránsito (Tr9 7500,000<Rep. EE ≤ 10'000,000) Y Tipo de sub rasante (excelente CBR ≥ 30%) se concluye con estos datos el espesor del sobre capa.

$$SN = 3.267 \text{ pulgadas} = 3 \text{ pulgadas}$$

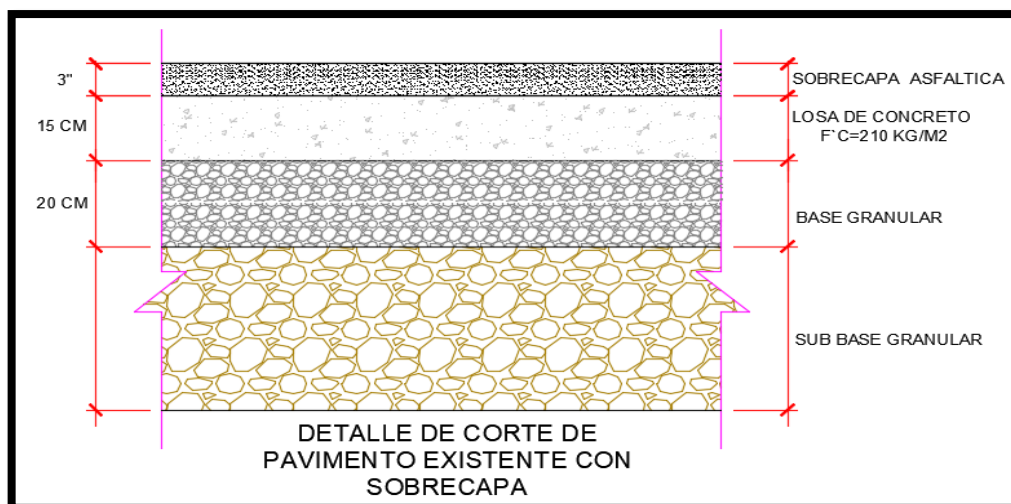
**Figura 44.** Detalle propuesta estructural del pavimento según diseño



Fuente: propia

En la figura 44 se detalla la estructura del pavimento compuesto calculado según AASHTO 93 Y MTC, se determina que la estructura está compuesta con un espesor de 15cm de base granular, 25cm de losa de concreto y una sobrecapa de asfalto de 3" de espesor.

**Figura 45.** Detalle pavimento existente con sobrecapa de asfalto según diseño.



Fuente: propia

En la figura 45 se detalla la estructura del pavimento rígido existente, la cual está compuesta con un espesor de 20cm de base granular, y un promedio 15cm de losa de concreto, a esto se adiciona la sobrecapa de asfalto de 3" de espesor.

#### 4.6.4. PRESUPUESTO DE LAS PROPUESTAS ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

**Tabla 33.** Costo de una rehabilitación del pavimento rígido por M2

PRESUPUESTO - REHABILITACION PAVIMENTO RIGIDO EN 1 M2					
TESIS:		FACTORES ACTUANTES EN EL COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA CALLE LUIS GALVANI - ATE VITARTE			
CLIENTE:		WILFREDO EFRAIN DOMINGO MORALES - EDGAR JUNIOR ELESCANO QUINTO			
LUGAR:		CALLE LUS GALVANI. DISTRITO DE ATE VITARTE - LIMA			
Item	Descripción	Und	Metrado	Precio	Sub total
				Unitario m2	
<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
1.01	DEMOLICION DE PAVIMENTO RIGIDO C/EQUIPO (LOSA DE CONCRETO) E=0.15 M	m2	1.00	45.46	214.22
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
2.01	EXCAVACION A NIVEL SUB-RASANTE MATERIAL SUELTOC/CARGADOR FRONTAL 160-195HP	m2	1.00	4.66	
2.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON CARGADOR MAS VOLQUETE 15M3 DM	m2	1.00	6.09	
<b>3</b>	<b>PAVIMENTOS</b>				
<b>3.01</b>	<b>PAVIMENTOS RIGIDO</b>				
03.01.01	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUB-RASANTE C/EQUIPO	m2	1.00	3.37	
03.01.02	BASE GRANULAR E=0.15 M.COMPACTACION CON MOTONIVELADORA Y RODILLO	m2	1.00	18.98	
03.01.03	CONCRETO f'c=300 kg/cm2 E=0.25 M	m2	1.00	84.79	
<b>4</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				
<b>4.01</b>	<b>SEÑALIZACION HORIZONTAL</b>				
04.01.01	PINTURA LINEAL DISCONTINUA E=0.10M	m	1.00	5.98	
04.01.02	PINTURA LINEAL CONTINUA E=0.10M	m	1.00	9.85	
04.01.03	PINTURA DE SIMBOLOS Y LETRAS	m2	1.00	35.04	
<b>4.02</b>	<b>SEÑALIZACION VERTICAL</b>				
04.02.01	SEÑALES PREVENTIVAS VERTICALES DE FIBRE DE VIDRIO DE 0.60X0.60M DE ALTURA DE 2.40M EMPOTRADO SOBRE DADO DE CONCRETO DE 0.40M CON POSTE METALICO	und	NO CUENTA		
	<b>COSTO DIRECTO (S/.)</b>				<b>214.22</b>
	GASTOS GENERALES (10%)		0.10		<b>21.42</b>
	UTILIDAD (10%)		0.10		<b>21.42</b>
	<b>SUB TOTAL VALORIZACION</b>			<b>S/.</b>	<b>257.06</b>
	IMPUESTO (18%)		18.00%	<b>S/.</b>	<b>46.27</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO REFERENCIAL</b>				<b>S/303.33</b>

Fuente: propia

**Tabla 34.** Costo de un Mejoramiento del Pavimento M2

<b>PRESUPUESTO - MEJORAMIENTO PAVIMENTO RIGIDO EN 1 M2</b>					
TESIS	FACTORES ACTUANTES EN EL COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA CALLE LUIS GALVANI - ATE VITARTE				
CLIENTE:	WILFREDO EFRAIN DOMINGO MORALES - EDGAR JUNIOR ELESCANO QUINTO				
LUGAR:	CALLE LUIS GALVANI. DISTRITO DE ATE VITARTE - LIMA				
Item	Descripción	Und	Metrado	Precio	Sub total
				Unitario m2	
<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
1.01	DEMOLICION DE PAVIMENTO RIGIDO C/EQUIPO (LOSA DE CONCRETO) E=0.15 M	m2	1.00	45.46	223.16
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
2.01	EXCAVACION A NIVEL SUB-RASANTE MATERIAL SUELTOC/CARGADOR FRONTAL 160-195HP	m2	1.00	4.66	
2.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON CARGADOR MAS VOLQUETE 15M3	m2	1.00	6.09	
<b>3</b>	<b>PAVIMENTOS</b>				
<b>3.01</b>	<b>PAVIMENTOS RIGIDO</b>				
03.01.01	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUB-RASANTE C/EQUIPO	m2	1.00	3.37	
03.01.02	BASE GRANULAR E=0.15 m.COMPACTACION CON MOTONIVELADORA Y RODILLO	m2	1.00	18.98	
03.01.04	CONCRETO f <sub>c</sub> =300 kg/cm <sup>2</sup> E=0.25 M	m2	1.00	84.79	
03.01.04	TRATAMIENTOS DE FISURAS	m2	1.00	8.94	
<b>4</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				
<b>4.01</b>	<b>SEÑALIZACION HORIZONTAL</b>				
04.01.01	PINTURA LINEAL DISCONTINUA E=0.10M	m	1.00	5.98	
04.01.02	PINTURA LINEAL CONTINUA E=0.10M	m	1.00	9.85	
04.01.03	PINTURA DE SIMBOLOS Y LETRAS	m2	1.00	35.04	
<b>4.02</b>	<b>SEÑALIZACION VERTICAL</b>				
4.02.01	SEÑALES PREVENTIVAS VERTICALES DE FIBRE DE VIDRIO DE 0.60X0.60M DE ALTURA DE 2.40M EMPOTRADO SOBRE DADO DE CONCRETO DE 0.40M CON POSTE METALICO	und	NO CUENTA		
	<b>COSTO DIRECTO (S/.)</b>				<b>223.16</b>
	GASTOS GENERALES (10%)		0.10		<b>22.32</b>
	UTILIDAD (10%)		0.10		<b>22.32</b>
	<b>SUB TOTAL VALORIZACION</b>			S/.	<b>267.80</b>
	IMPUESTO (18%)		18.00%	S/.	48.20
	<b>TOTAL PRESUPUESTO REFERENCIAL</b>				<b>S/.316.00</b>

Fuente: propia



**Tabla 35.** Costo del pavimento compuesto (concreto y asfalto) por M2

<b>PRESUPUESTO - MEJORAMIENTO PAVIMENTO COMPUESTO EN 1 M2</b>					
TESIS		FACTORES ACTUANTES EN EL COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA CALLE LUIS GALVANI - ATE VITARTE			
CLIENTE:		WILFREDO EFRAIN DOMINGO MORALES - EDGAR JUNIOR ELESCANO QUINTO			
LUGAR:		CALLE LUS GALVANI. DISTRITO DE ATE VITARTE - LIMA			
Item	Descripción	Und	Metrado	Precio	Sub total
				Unitario m2	
<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
1.01	DEMOLICION DE PAVIMENTO RIGIDO C/EQUIPO (LOSA DE CONCRETO) E=0.15 M	m2	1.00	45.46	264.92
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
2.01	EXCAVACION A NIVEL SUB-RASANTE MATERIAL SUELTOC/CARGADOR FRONTAL 160-195HP	m2	1.00	4.66	
2.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON CARGADOR MAS VOLQUETE 15M3	m2	1.00	10.65	
<b>3</b>	<b>PAVIMENTOS</b>				
<b>3.01</b>	<b>PAVIMENTOS RIGIDO</b>				
03.01.01	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUB-RASANTE C/EQUIPO	m2	1.00	3.37	
03.01.02	BASE GRANULAR E=0.15 m.COMPACTACIÓN CON MOTONIVELADORA Y RODILLO	m2	1.00	18.98	
03.01.04	CONCRETO f <sub>c</sub> =300 kg/cm2 E=0.25 M	m2	1.00	84.79	
<b>3.02</b>	<b>CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"</b>				
03.02.01	TRATAMIENTOS DE FISURAS	m	0.60	8.94	
03.02.02	RIEGO DE LIGA CON EQUIPO (RECAPEO)	m2	1.00	2.19	
03.02.03	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E=3" C/EQUIPO	m2	1.00	35.01	
<b>4</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				
<b>4.01</b>	<b>SEÑALIZACION HORIZONTAL</b>				
04.01.01	PINTURA LINEAL DISCONTINUA E=0.10M	m	1.00	5.98	
04.01.02	PINTURA LINEAL CONTINUA E=0.10M	m	1.00	9.85	
04.01.03	PINTURA DE SIMBOLOS Y LETRAS	m2	1.00	35.04	
<b>4.02</b>	<b>SEÑALIZACION VERTICAL</b>				
4.02.01	SEÑALES PREVENTIVAS VERTICALES DE FIBRE DE VIDRIO DE 0.60X0.60M DE ALTURA DE 2.40M EMPOTRADO SOBRE DADO DE CONCRETO DE 0.40M CON POSTE METALICO	und	NO CUENTA		
	<b>COSTO DIRECTO (S/.)</b>				<b>264.92</b>
	GASTOS GENERALES (10%)		0.10		<b>26.49</b>
	UTILIDAD (10%)		0.10		<b>26.49</b>
	<b>SUB TOTAL VALORIZACION</b>			<b>S/.</b>	<b>317.90</b>
	IMPUESTO (18%)		18.00%	<b>S/.</b>	<b>57.22</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO REFERENCIAL</b>				<b>S/375.12</b>

Fuente: propia

**Tabla 36.** Resumen del costo por metro cuadrado (m2)

ITEMS	DESCRIPCION	TOTAL
1	REHABILITACION PAVIMENTO RIGIDO	S/.303.33
2	MEJORAMIENTO PAVIMENTO RIGIDO	S/.316.00
3	MEJORAMIENTO PAVIMENTO COMPUESTO	S/.375.12

DIFERENCIA DE COSTO		
MEJOR. PAV. RIGIDO	S/.316.00	S/.12.67
REHAB. PAV. RIGIDO	S/.303.33	
DIFERENCIA DE COSTO		
MEJOR. PAV. COMPUESTO	S/.375.12	S/.71.80
REHAB. PAV. RIGIDO	S/.303.33	
DIFERENCIA DE COSTO		
MEJOR. PAV. COMPUESTO	S/.375.12	S/.59.13
MEJOR. PAV. RIGIDO	S/.316.00	

Fuente: propia

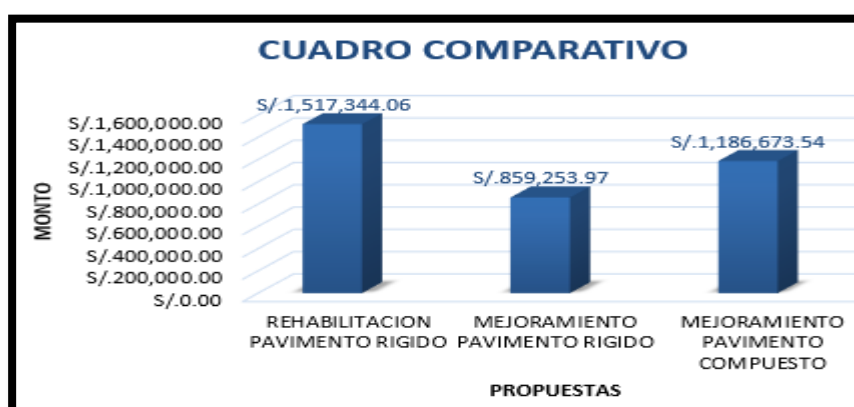
**Tabla 37.** Resumen del presupuesto evaluados

ITEMS	DESCRIPCION	TOTAL
1	REHABILITACION PAVIMENTO RIGIDO	S/.1,517,344.06
2	MEJORAMIENTO PAVIMENTO RIGIDO	S/.859,253.97
3	MEJORAMIENTO PAVIMENTO COMPUESTO	S/.1,186,673.54

DIFERENCIA DE COSTO		
REHAB. PAV. RIGIDO	S/.1,517,344.06	S/.658,090.09
MEJOR. PAV. RIGIDO	S/.859,253.97	
DIFERENCIA DE COSTO		
REHAB. PAV. RIGIDO	S/.1,517,344.06	S/.330,670.52
MEJOR. PAV. COMPUESTO	S/.1,186,673.54	
DIFERENCIA DE COSTO		
MEJOR. PAV. COMPUESTO	S/.1,186,673.54	S/.327,419.57
MEJOR. PAV. RIGIDO	S/.859,253.97	

Fuente: propia

**Gráfico 35.** Evaluación económica de las propuestas



Fuente: propia

En grafica 35 se puede apreciar la evaluación económica, para lo cual se ha realizado una estimación de costos para las tres alternativas. Para el caso del refuerzo rehabilitación de pavimento se ha determinado un monto S/ 1, 383,348.47, mientras que para el mejoramiento del pavimento rígido el costo tiende a ser S/ 734,145., pero al realizar un mejoramiento de la vía con pavimento compuesto nos da un costo de S/ 989,008.42.

## **4.7. PRUEBA Y DISCUSIÓN DE HIPÓTESIS**

Después de la evaluación y determinación del comportamiento del pavimento rígido ante los factores actuantes, se hizo el análisis de datos respectivamente para responder las interrogantes de la investigación y comprobar la veracidad de las hipótesis.

### **4.7.1. Para hipótesis general: la hipótesis planteada es correcta**

Para la hipótesis general, “Los factores que actúan en el comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani - Ate Vitarte – 2019, son el suelo, el tráfico, el clima y los materiales de la estructura del pavimento.” se analizó la variable comportamiento del pavimento rígido respecto a los factores actuantes, para lo cual según lo evaluado y analizado estos factores si influyen con el pasar del tiempo en el pavimento rígido.

### **4.7.2. Para hipótesis específico “a”: la hipótesis planteada es correcta**

En el aspecto del comportamiento funcional del pavimento rígido según el cálculo de PCI se encuentra en el rango de 40 a 25 con una clasificación MALO, y según el cálculo obtenido del IRI el pavimento se encuentra en el rango de 3.6 a 6.4 (m/km) dentro de una categoría REGULAR. Esto nos indica que el pavimento rígido se encuentra en mal estado, el cual es perjudicado por lo factores actuante como el tráfico y el clima a nivel funcional, por lo cual la hipótesis planteada si cumple.

### **4.7.3. Para hipótesis específico “b”: la hipótesis planteada es correcta**

En el aspecto del comportamiento estructural del pavimento rígido según el cálculo del software EVERFe.2.24, las muestras malas presentan mayores esfuerzos y deflexiones que el pavimento en buen estado, esto debido a q los factores actuantes como el suelo, el tráfico, el clima y los materiales de la estructura del pavimento influyen desfavorablemente al pavimento, por lo cual la hipótesis planteada si cumple.

## CAPITULO V: DISCUSION DE RESULTADOS

La presente investigación tuvo como objetivo Determinar los factores actuantes en el comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani - Ate Vitarte - 2019. La investigación busca determinar qué factores actuantes (suelo, tráfico, clima y los materiales de la estructura del pavimento) afectan directamente al desgaste y perjuicio del pavimento rígido. Para ello se realizaron los ensayos de campo, ensayos de laboratorio y modelamiento del pavimento existente.

Primero para determinar el comportamiento funcional del pavimento rígido, se tuvo que realizar las evaluaciones del PCI e IRI.

Para el cálculo del PCI, el pavimento rígido se evaluó en 3 tramos en un total de vía de 845.79 metros. En la cuadra 1 se calculó el valor de 41.50 (regular), en la cuadra 2 nos dio un valor de 34.15 (malo) y finalmente en la cuadra 3 nos dio un valor de 35.25 (malo), al final se calculó estado general resultándonos un PSI de 36.97 encontrándose en el rango de 40 a 25 correspondiente a un pavimento en un estado MALO. La superficie de concreto presenta deterioros como Losa dividida con una incidencia de 38.98% (L=12.71%, M=14.41%, H=11.86%), Deterioro de sello de junta con una incidencia de 47.46% (M=19.49%, H=27.98%), Grieta lineal con una incidencia de 14.41% (L=5.08%, M=1.69, H=7.63%), Parcheo grande con una incidencia de 29.66% (L=25.42%, M=1.69%, H=2.54%), Parcheo pequeño con una incidencia de 3.39% (L=0.85%, H=2.54%), Pulimento de agregados con una incidencia de 28.81%, Popouts con una incidencia de 6.78%, Punzonamiento con una incidencia de 5.08% (L=0.85%, M=1.69%, H=2.54%), Mapa de grietas con una incidencia de 20.34% (L=17.80%, M=2.54%), Descascaramiento de junta con una incidencia de 17.80% (L=5.08%, M=5.08%, H=7.63%), resultándonos con un porcentaje de falla funcional de 69.32% siendo el sello de junta con mayor incidencia de 47.46%, así como también con un porcentaje de falla estructural de 30.68%, siendo la falla de losas divididas la más representativa con una incidencia de 38.98%. En la tesis Jenny Sánchez Ramírez, 2017 "EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO DE LA AV. RAMÓN CASTILLA, CHULUCANAS, MEDIANTE EL MÉTODO PCI" seleccionan un total

de vía de 2020 metros, en la cual evalúa 5 secciones obteniendo un PSI menor en la sesión 4 con un valor de 24.8 (muy malo), mientras se obtiene un PSI mayor en la sección de 5 con un valor de 81.7 (muy bueno).

Para el cálculo del IRI, se trabajó con el equipo de rugosímetro de merlín, en la cual las lecturas tomadas fueron cada 2.00m, se ha determinado que es necesario medir 400 desviaciones en relación a la cuerda promedio, de una manera consecutiva a lo largo de la vía evaluada. El IRI promedio en el carril izquierdo es igual a 6.365m/km en toda el área de estudio, mientras en el carril derecho es 6.38 m/km, para luego obtener el IRI global de vía con un valor 6.37 m/km resultándonos un a clasificación regular según el banco mundial, pero según el rango del ministerio de transporte y comunicaciones del Perú el estado vial resulta ser MUY MALO. Se determina que el tramo 1 de lado derecho e izquierdo el IRI es REGULAR, mientras que el tramo 2 de lado derecho e izquierdo el IRI es MALO. En la tesis de William Edwin Tapia Ruiz, 2018 “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FUNCIONAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO DEL JR. JOSE SABOGAL CDRA. 01-08 UTILIZANDO EL RUGOSÍMETRO MERLIN Y LAS PROPUESTAS DE TÉCNICAS DE REHABILITACIÓN”, toma las lecturas para las desviaciones cada 1.80m, haciendo un total de 1171 lecturas obteniendo un IRI promedio en el carril izquierdo igual a 6.83 m/km, mientras tanto en el carril derecho es 6.50 m/km, el cual lo clasifica como MUY MALO según según el rango del ministerio de transporte y comunicaciones del Perú

Para determinar el comportamiento estructural del pavimento rígido, se tuvo que realizar los análisis y modelaciones con el programa EVERFe 2.24 de elementos finitos, para determinar las deformaciones y esfuerzos máximas que se producen en las losa de los pavimentos. Se determinó que la subrasante tiene un CBR mayor al 30%, con un valor de 63%, mientras que la sub base granular del pavimento rígido en mal estado que es un 53.28% presenta un CBR de 40.5%, mientras que el pavimento en buen estado presenta un CBR de 85%. Los espesores la losa varían de 13 a 16 cm, con una resistencia variable de 271 a 321kg/cm<sup>2</sup>. Mientras que los factores más importantes y que afecta al pavimento rígido son la temperatura y las cargas de los vehículos,

donde las temperaturas ambiente máximas alcanzadas fue de 33.2°C, provocado una temperatura en la parte superior de pavimento rígido de 43.1°C y una temperatura en la parte inferior de 39.1°C, mientras que tiempos más fríos alcanzo una temperatura ambiente de 11.1°C, provocado una temperatura en la parte superior de pavimento rígido de 14.2°C y una temperatura en la parte inferior de 16.2°C. La calle Luis Galvani está ubicado en una zona industrial, esto provoca que circulen por encima del pavimento rígido vehículos pesados, es por esto que se trabajó con ejes triples del tipo 3RD y con ejes dobles del tipo 2RD, los cuales generan mayores deformaciones y flexiones en el pavimento. Realizado los cálculos en el programa EVERFe 2.24, se determinó que para los mayores esfuerzo y deformaciones máximas se generan en el borde de las losas, mientras que los esfuerzos y deflexiones mínimas se producen en el centro de losa y en encima de la junta, además las deflexiones máximas se presentan en los pavimentos en mal estado y cuando la gradiente térmica es negativa. Según el Ing. Carlos Manuel Lituma Vintimilla, 2018 en la tesis “ANÁLISIS DE RESPUESTAS MECÁNICAS DE LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS COLOCADOS EN LAS VÍAS URBANAS DEL CANTÓN CUENCA” para determinar los esfuerzos y deflexiones trabaja con el software método infinito KENSLABS, el cual trabaja con un 70% de la vía analizadas con un CBR de la subrasante comprendido entre 2 y 4%, con un módulo de reacción de la subbase-subrasante promedio de 42.5 Mpa/m, sobre la cual están apoyadas losas de dimensiones menores a 3.50 m de largo y con un espesor variable entre 22 a 16 cm. En el análisis de resultados, para las posibles posiciones de las cargas vehiculares sobre la losa, se determinó que las mayores deformaciones y esfuerzos son producidos por un eje simple dual de 11.0 ton sobre las juntas del pavimento existente. Debido a no contar con la información de las variaciones de temperatura en las losas en la región no fue posible evaluar el desempeño de los pavimentos para esfuerzos combinados por gradiente térmico y cargas.

## CONCLUSIONES

- Habiéndose evaluado y analizado los factores actuantes en el comportamiento del pavimento rígido se determinó que el tráfico, el clima y los materiales de la estructura del pavimento, son aquellos factores que influyen en el comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani - Ate Vitarte.
- Habiéndose evaluado el comportamiento funcional del pavimento rígido por el método PCI, se determinó un PCI igual a 36.97, encontrándose en el rango de 40 a 25 es decir, la condición que presenta la vía en estudio evaluada, es de clasificación MALA., mientras que de acuerdo al método IRI el valor obtenido es igual a 6.37 m/km, encontrándose en el rango de 3.6 a 6.4 (m/km) es decir, la condición que presenta la vía en estudio evaluada, es REGULAR. Ya que las fallas provocadas según método PCI son ocasionadas por el tráfico (cargas) y el clima (temperatura), mientras que según método IRI los desplazamientos verticales son ocasionados por las cargas de los vehículos.
- Habiéndose analizado el comportamiento estructural del pavimento rígido con el software EVERFe.2.24, se obtuvo la deflexión máxima de 0.539 mm y el esfuerzo máximo de 1.103 Mpa, los cuales son producidos en los paños de la losa de concreto en mal estado, cuyas características es: el material de la base SM (graba bien graduada con arena), con un CBR (al 95% de o.c.h) de 40.50%, la losa de concreto con una resistencia a la compresión de 315 Kg/cm<sup>2</sup>, el gradiente termico negativo las cuales son producida cuando la temperatura ambiente es 11.1 °C y cuando la carga del vehículo se encuentra a 5m del bode de la losa.



## RECOMENDACIONES

- Se recomienda a las entidades como Cálida, Enel, Sedapal, etc, cuando ejecutan sus proyectos en las vías públicas, reponer los materiales y espesores correctos según requiere dicha estructura.
- A las municipalidades se recomienda realizar las evaluaciones de los pavimentos rígidos existentes, antes de realizar una rehabilitación de la vía, esto debido a que no todas las secciones de la vía están dañadas, por lo cual al realizar el mejoramiento de la vía tiende a tener un menor costo en comparación con una rehabilitación.
- Se recomienda a las municipalidades realizar las evaluaciones del pavimento rígido periódicamente cada 2 años, dependiendo de la medición de rugosidad y tipos de fallas existentes en el pavimento, para cual nos permitirá tomar decisiones respecto al tipo de solución que se podrían brindar a la vía (tratamientos de fisuras, cambio de losa, etc.)
- Para determinar el diseño de la estructura del pavimento compuesto, se debe tener en cuenta el tipo de uso para el cual está diseñado la vía, es por ello que se debe tomar todos los estudios necesarios, tales como el estudio de suelo, trafico, resistencia del concreto, temperatura del medio ambiente, etc.
- Se sugiere la aplicación del programa EverFE 2.24 para determinar los esfuerzos y deflexiones máximas y mínimas de una losa, ya que es uno de los programas más completo debido a que trabaja con casi todos los factores actuantes en el pavimento.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

### A. BIBLIOGRAFIA

- Iván, M. & Julio, P. (2013). La Importancia De Cumplir Los Niveles De Servicio De La Infraestructura Carretera En México. México D.F: Universidad Nacional Autónoma De México.
- Ana, F. (2012). Rehabilitación De Pavimentos Fisurados Por Reflexión Implementado Sistemas De Membrana Antifisura S.A.M.I. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana
- Raúl, R. (2015). Cálculo Del Índice De Condición Del Pavimento (Pci) Barranco - Surco – Lima. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Javier, M. (2005). Técnicas De Rehabilitación De Pavimentos De Concreto Utilizando Sobrecapas De Refuerzo. Piura: Universidad De Piura.
- Ing. Edwin, A. (2012). Innovación Del Método Vizir En Estrategias De Conservación Y Mantenimiento De Carreteras Con Bajo Volumen De Tránsito. Lima: Universidad Nacional De Ingeniería
- Cecilia, P. (2018). “Evaluación Funcional De Pavimento Rígido Tramo Avenida Loja (Cuenca)”. Cuenca – Ecuador: Universidad De Cuenca.
- Méndez, C. (1995). Metodología Guía Para Elaborar Diseños De Investigación En Ciencias Económicas, Contables Y Administrativas. Bogotá: McGraw – Hill.
- M.Sc. Ing. José R, (2018), Ingeniería De Pavimentos Variables Diseño ICG- TOMO 1. Lima.
- M.Sc. Ing. José R, (2018), Ingeniería De Pavimentos Variables Diseño ICG- TOMO 2. Lima.
- RNE. CE.010 – pavimentos urbanos. Lima.
- Ing. Esp. Luis R, V. V. Pavement Condition Index (pci) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.
- MTC - MANUAL DE CARRETERAS, suelo, geología, geotecnia y pavimentos.

## B. PAGINAS WEB

- Evolución del pavimento en el Perú, (2012). Disponible en: <https://es.scribd.com/document/249277953/Historia-Del-Pavimento-en-El-Peru>.
- Pavimentos de concreto: Estado de arte de los pavimentos en el Perú. (2016). Disponible en: <http://www.asocem.org.pe/productos-b/pavimentos-de-concreto-estado-de-arte-de-los-pavimentos-en-el-peru>.
- Manual de carreteras suelo, geología, geotecnia y pavimentos. (2013). Disponible en: [http://cdnweb.construccion.org/normas/files/tecnicas/Manual\\_Suelos\\_Pavimentos.pdf](http://cdnweb.construccion.org/normas/files/tecnicas/Manual_Suelos_Pavimentos.pdf)
- TIPOS Y NIVELES DE INVESTIGACIÓN. Marisol Hernández (2000). Disponible en: <http://metodologiadeinvestigacionmarisol.blogspot.com/2012/12/tipos-y-niveles-de-investigacion.html>

## **ANEXOS**

- ANEXO 01: Matriz de consistencia.
- ANEXO 02: Plano de ubicación del área.
- ANEXO 03: Estudio de suelo.
- ANEXO 04: Estudio de tráfico.
- ANEXO 05: Estudio de clima.
- ANEXO 06: Ensayo de material (sub base y losa de concreto)
- ANEXO 07: Índice de Condición del Pavimento Rígido (PCI).
- ANEXO 08: Índice de Rugosidad Internacional del Pavimento Rígido (IRI).
- ANEXO 09: Análisis estructural – elementos finitos (EverFE 2.24)
- ANEXO 10: Diseño de pavimento.
- ANEXO 11: Presupuesto.
- ANEXO 12: Panel fotográfico
- ANEXO 13: Planos

# **ANEXOS**

**“ANEXO 01: Matriz  
de consistencia”.**

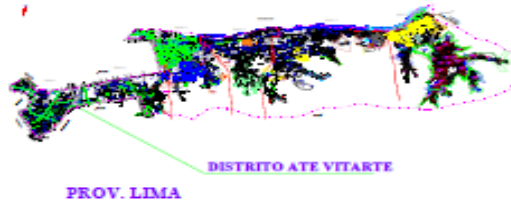
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿Cuáles son los factores actuantes en el comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani - Ate Vitarte - 2019?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b> Determinar los factores actuantes en el comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani - Ate Vitarte - 2019.</p>	<p><b>HIPÓTESIS PRINCIPAL</b> Los factores que actúan en el comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani - Ate Vitarte - 2019, son el suelo, el tráfico, el clima y los materiales de la estructura del pavimento.</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> factores actuantes</p> <p><b>INDICADORES:</b> Suelo Tráfico clima Material (sub base y losa de concreto)</p>	<p><b>TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACION</b></p> <p><b>Tipo de la Investigación:</b> Aplicada</p> <p><b>Nivel de la Investigación:</b> Explicativa</p> <p><b>METODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION:</b></p> <p><b>Método:</b> Científico</p> <p><b>Diseño:</b> Transaccional Descriptivo correlacional</p> <p>M <math>\begin{cases} \text{O1} \\ \text{O2} \end{cases}</math> r</p> <p>M= Muestra O= Observación r= Relación</p> <p><b>TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS</b> Observacional</p> <p><b>POBLACION Y MUESTRA:</b> <b>-Población:</b> Sistema vial de la Calle Luis Galvani, cuadra 1, cuadra 2 y cuadra 3</p> <p><b>-Muestra:</b> no probabilístico La estructura del pavimento rígido.</p>
<p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b> ¿Qué factores actúan en el comportamiento funcional del pavimento rígido en la calle Luis Galvani - Ate Vitarte - 2019?</p>	<p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> Establecer los factores que actúan en el comportamiento funcional del pavimento rígido en la calle Luis Galvani - Ate Vitarte - 2019.</p>	<p><b>HIPÓTESIS SECUNDARIO</b> Los factores que actúan en el comportamiento funcional del pavimento rígido en la calle Luis Galvani - Ate Vitarte - 2019, son el tráfico y el clima.</p>	<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> comportamiento del pavimento rígido</p> <p><b>INDICADORES:</b> Funcional Estructural</p>	
<p>¿Cuáles de los factores actúan en el comportamiento estructural del pavimento rígido en la calle Luis Galvani - Ate Vitarte - 2019?</p>	<p>Analizar los factores que actúan en el comportamiento estructural del pavimento rígido en la calle Luis Galvani - Ate Vitarte - 2019.</p>	<p>Se tienen como factores que actúan en el comportamiento estructural del pavimento rígido en la calle Luis Galvani - Ate Vitarte - 2019 al suelo, y materiales de la estructura del pavimento.</p>		

**“ANEXO 02: Plano  
de ubicación”.**

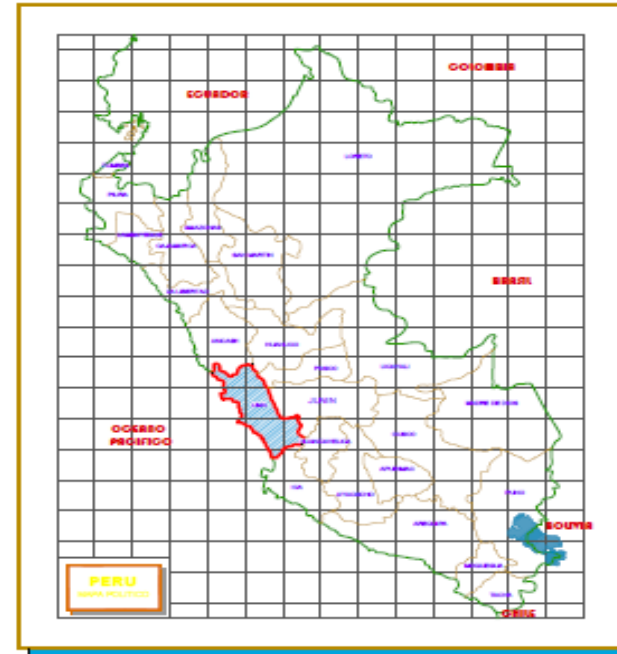




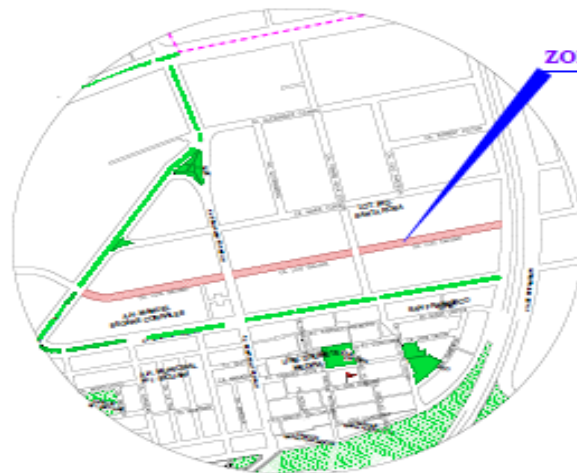
**LOCALIZACION**  
(DISTRITO DE ATE VITARTE)



PROV. LIMA  
DISTRITO ATE VITARTE



**LOCALIZACION**  
LIMA




**ZONA DE EVALUACIÓN**

**UBICACION**  
Escala: 1:50

	<b>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</b>		<b>01</b>
	PROGRAMA DE TITULACION EN INGENIERIA CIVIL (CURSO MODALIDAD FULL-TIME DE 10 SEMESTRES)		
<b>COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA CALLE LUIS GALVANI Y MEJORAMIENTO MEDIANTE LA APLICACION DEL PAVIMENTO MIXTO</b>			
<b>ORGANIZACIÓN Y SOCIALIZACIÓN</b>			
Docente I: SILVANO E. DOMINGO MORALES	Docente II: JUNIOR R. BARRONDO QUISPE		
Docente III: ING. FRANCISCO GONZALO ROMA	Docente IV: INDEGADA		
Lugar: ATE VITARTE - LIMA	Fecha: JUNIO - 2016		

**“ANEXO 03:  
Estudio de suelo”.**

	<b>FORMATO</b>	Código	AE-FO-01-1
	<b>REGISTRO ESTRATIGRÁFICO (CALICATAS Y TRINCHERAS)</b>	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1


Proyecto	: Comportamiento del Pavimento Rígido en la Calle Luis Galvani y Mejoramiento Mediante la Aplicación del Pavimento Mixto	Informe N°:	IGC19-LEM-007-10
Propietario	: Bacchs. Eleascano Quinto Junior Edgar / Domingo Morales Wilfredo Efrain	Muestreado por :	J. Paulino
Código del Proyecto	: —	Ensayado por :	J. Gutiérrez
Ubicación de Proyecto	: Calle Luis Galvani - Distrito de Ate Vitarte - Provincia Lima -Región Lima	Fecha de Ensayo:	9/4/2019
Material	: Terreno de Fundación	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: —	Profundidad Total:	1,85 m
Sondaje / Calicata	: C-2	Norte:	—
N° de Muestras	: 2	Este:	—
Progresiva	: Cuadra 2 Progresiva km 0+037	Cota:	—

REGISTRO DE SONDAJES					
PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACIÓN	
				SUCS	AASHTO
0.1		Losas de Concreto	—	—	—
0.20		Grava pobremente gradada con limo y arena	M-2-1	GP - GM	A-2-6 (0)
0.30		Grava bien gradada con arena 	M-2-2	GW	A-2-4 (2)
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
1.60					
1.70					
1.80					
1.90					
2.00					
2.10					
2.20		**** Fin de excavación ****			

**OBSERVACIONES:**

Excavaciones realizadas de forma manual

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM		D:	JEFE LEM		D:
Nombre y Firma		M:	Nombre y Firma		M:
		A:	 Noemí Sánchez Huanán INGENIERA CIVIL - CIP N° 196929 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.		 Jony C. Gutiérrez Adanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-12
	<b>DENSIDAD NATURAL POR EL MÉTODO DE REEMPLAZO DE ARENA EN EXCAVACIÓN MÉTODO DEL CONO DE ARENA</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2019
		Página	1 de 1

**PROYECTO** : Comportamiento del Pavimento Rígido en la Calle Luis Galvani y Mejoramiento Mediante la Aplicación del Pavimento Misto REGISTRO N°: IGC19-LEM-557-11  
**SOLICITANTE** : Bacho, Eleascano Quinto Junior Edgar / Domingo Morales Wilfredo Efraim REALIZADO POR : R. Leyva  
**CÓDIGO DE PROYECTO** : — REVISADO POR : J. Gutiérrez  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : Calle Luis Galvani - Distrito de Ate Vitarte - Provincia Lima - Región Lima FECHA DE ENSAYO : 23/02/2019  
**ATENCIÓN** : Terreno de Fundación TURNO : Día

**Capa** : Base  
**Procedencia** : Almacén de Cartera  
**N° De Muestra** : —

PRUEBA N°	1				
CAPA	1				
Espezor	0.30				
PROGRESIVA	Cuadra 02 Km 0+043				
1 PESO DEL PRASCO + ARENA (g)	9933				
2 PESO DEL PRASCO + ARENA QUE QUEDA (g)	3560				
3 PESO DE ARENA EMPLEADA (1) - (2) (g)	3370				
4 PESO DE ARENA EN EL CONO (g)	1747				
5 PESO DE ARENA EN EXCAVACIÓN (3) - (4) (g)	1623				
6 DENSIDAD DE LA ARENA (g/cm <sup>3</sup> )	1.39				
7 VOLUMEN DE MATERIAL EXTRAÍDO (6) / (5) (cm <sup>3</sup> )	1081				
8 PESO DEL RECIPIENTE + MATERIAL EXTRAÍDO (g)	2577				
9 PESO DEL RECIPIENTE (g)	235				
10 PESO DEL MATERIAL EXTRAÍDO (8) - (9) (g)	2442				
11 DENSIDAD HUMEDA (10) / (7) (g/cm <sup>3</sup> )	2.28				

**CONTENIDO DE HUMEDAD**


12 LECTURA CORREGIDA DE SPEEDY (ASTM D4966-19)	4.6				
13 DENSIDAD SECA (11) / (1 + (12) / 100) (g/cm <sup>3</sup> )	2.140				
14 MÁXIMA DENSIDAD SECA CORREGIDA PROCTOR (g/cm <sup>3</sup> )	2.258				
15 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD PROCTOR (%)	6.3				
16 GRADO DE COMPACTACIÓN (13) / (14) * 100 (%)	95.74				

**UBICACIÓN DE PUNTOS:**

- |                   |    |
|-------------------|----|
| 1) Lado izquierdo | 4) |
| 2)                | 5) |
| 3)                | 6) |

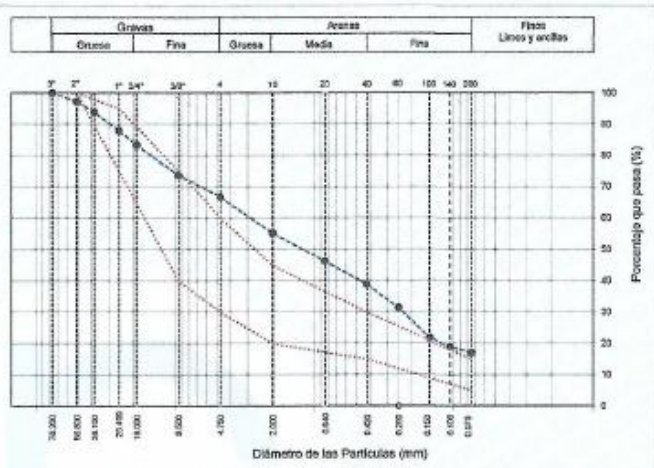
INGEOCONTROL SAC		
LABORATORIO	JEFE DE LABORATORIO	CONTROL DE CALIDAD
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>Noemí Q. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA SCIENTIFICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA SCIENTIFICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



	<b>INFORME</b>	Código	AE-P0-01
	<b>ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS</b>	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

**Proyecto:** Comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani y Mejoramiento mediante la aplicación del pavimento mixto. **Registro N°:** IGC19-LEM-657-02  
**Solicitante:** Junior Edgar Escobedo Quinto / Wilfredo Efraín Domingo Morales. **Muestreado por:** Solicitante  
**Atención:** Junior Edgar Escobedo Quinto / Wilfredo Efraín Domingo Morales. **Ensayado por:** L. Malos  
**Ubicación de Proyecto:** Calle Luis Galvani - Ate Vitarte - Lima. **Fecha de Ensayo:** 20/5/2019  
**Código de Proyecto:** --- **Turno:** Diurno  
**Código de Muestra:** Béase **Profundidad:** 0.15 - 0.35 m  
**Sondaje / Calicata:** C-1 **Norte:** ---  
**N° de Muestra:** M-1 **Este:** ---  
**Progresiva:** Cuadra 2 / km 000+043 **Oeste:** ---

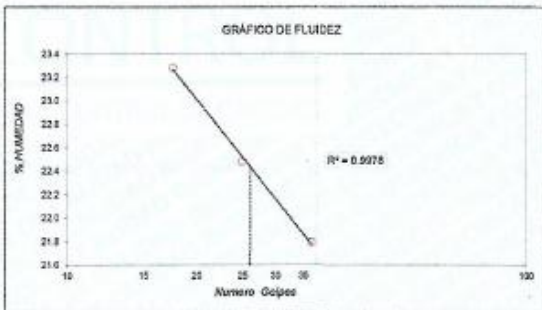
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	CE.010 GRAD. B
5"	76.200	100.0	
2"	50.800	97.2	100 - 100
1 1/2"	38.100	93.9	
1"	25.400	87.9	75 - 95
3/4"	19.000	83.3	40 - 75
3/8"	9.500	73.7	
N° 4	4.750	65.8	20 - 60
N° 10	2.000	55.2	20 - 45
N° 20	0.840	46.3	
N° 40	0.425	33.9	15 - 30
N° 60	0.250	31.4	
N° 100	0.150	21.8	
N° 140	0.106	18.9	
N° 200	0.075	17.0	05 - 15



CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.5
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL ASTM D2488	SM - Arena limosa con grava de TM-2", fines no plásticos de color gris claro en condición parcialmente húmeda.
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de material ajeno al suelo.

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secado al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"




LÍMITE LÍQUIDO	22
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	---
ÍNDICE DE LIQUIDEZ (I <sub>L</sub> )	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Múltiple

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-1-b (0)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena limosa con grava

CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	33.2
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	49.8
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	17.0

INGEOCONTROL SAC		
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma: 	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	<b>ODC - LEM</b> Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.

	<b>FORMATO</b>		Código	AE-FO-15
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	2 de 3
Proyecto	Comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani y Mejoramiento mediante la aplicación del pavimento mixto		Registro N°:	IOC19-LEM-557-04
Propietario	Junior Edgar Elescano Quinto / Wilfredo Efraín Domingo Morales		Muestreado por :	J. Torres
Código del Proyecto	Junior Edgar Elescano Quinto / Wilfredo Efraín Domingo Morales		Ensayado por :	J. Pauline
Ubicación de Proyecto	Calle Luis Galvani - Ate Vitarte - Lima		Fecha de Ensayo:	29/5/2018
Material	Base		Turno:	Diurno
Identificación	Base		Profundidad:	0.15 - 0.35 m
Procedencia	C-1		Norte:	---
N° de Muestra	M-1		Este:	---
Progresiva	Cuadra 2 / km 000+043		Cola:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1883**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	20		6		22	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	9,783		9,095		8,493	
Peso molde (gr.)	4,591		4,597		4,794	
Peso suelo compactado (gr.)	5,202		4,098		4,759	
Volumen del molde (cm³)	2,124		2,135		2,129	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,449		2,341		2,241	
Densidad Seca (gr./cm³)	2,259		2,161		2,073	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	91.4		91.3		86.7	
Tara + suelo húmedo (gr.)	350.4		397.1		347.5	
Tara + suelo seco (gr.)	339.5		373.2		337.9	
Peso de agua (gr.)	20.9		23.9		19.6	
Peso de suelo seco (gr.)	248.1		269.9		241.2	
Humedad (%)	8.4		8.3		8.1	


EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
<b>NO EXPANSIVO</b>											

PENETRACIÓN													
Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 20				Molde N° 6				Molde N° 22			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		65	3.4			77	3.8			85	4.2		
0.050		103	5.1			176	8.7			249	12.3		
0.075		103	5.1			243	12.0			333	16.0		
0.100	70.307	192	9.5	60.0	<b>71.1</b>	303	16.2	30.0	<b>42.7</b>	493	22.9	22.0	<b>31.3</b>
0.150		600	29.8			598	29.0			750	38.6		
0.200	105.480	1170	57.9	100.0	<b>100.5</b>	911	45.1	61.0	<b>57.8</b>	895	44.2	46.0	<b>43.8</b>
0.300		2339	114.3			1551	75.8			1257	65.7		
0.400		3157	155.3			2057	101.8			1578	86.2		
0.500		3941	195.1			2503	123.9			1583	78.7		

**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL  
 \* ---  
 \*

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM		D:	JEFE LEM		D:
Nombre y firma:	M:		Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:
	A:		 <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



	<b>FORMATO</b>		Código	AE-FO-15	
	<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR</b>			Versión	01
				Fecha	30-04-2018
				Página	1 de 3

Proyecto	: Comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani y Mejoramiento mediante la aplicación del pavimento mixto	Registro N°:	IGC19-LEM-657-04
Propietario	: Junior Edgar Elescano Quinto / Wilfredo Efraín Domingo Morales	Muestreado por :	J. Torres
Código del Proyecto	: Junior Edgar Elescano Quinto / Wilfredo Efraín Domingo Morales	Ensayado por :	J. Paulino
Ubicación de Proyecto	: Calle Luis Galvani / Ate Vitarte / Lima	Fecha de Ensayo:	22/5/2019
Material	: Base	Turno:	Díurno
Identificación	: Base	Profundidad:	0.15 - 0.35
Procedencia	: C-1	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: Cuadra 2 / km 000+043	Otra:	---

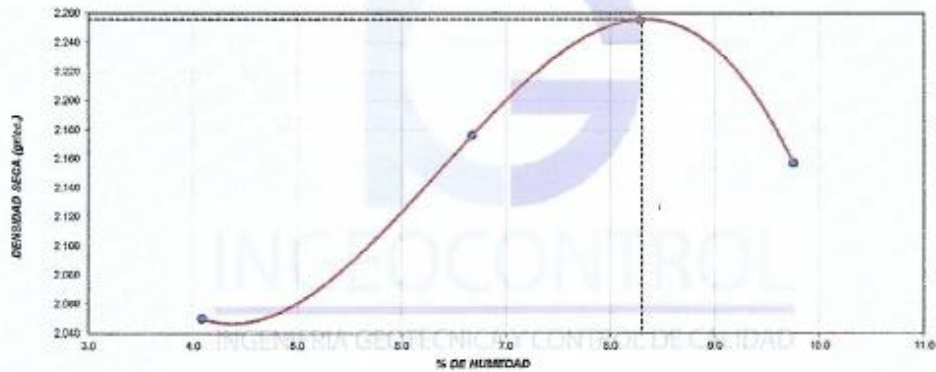
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1585**

Volumen Molde	2123	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	6292	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.134	2.322	2.443	2.367
Contenido de agua	%	4.1	6.7	8.3	9.7
Densidad Seca	gr/cc	2.050	2.176	2.256	2.157

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	<b>2.256 gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>Contenido Humedad Óptima:</b>	<b>8.30 %</b>
------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	---------------


**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

INGEOCONTROL S.A.C.			
TECNICO LEM	D	JEFE LEM	D
Nombre y firma	M	Nombre y firma	M
	A	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A

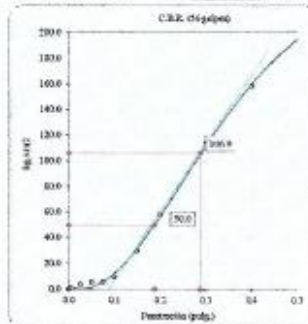
	<b>FORMATO</b>		Código	AE-FO-15
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	3 de 3

Proyecto	: Comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani y Mejoramiento mediante la aplicación del pavimento mixto	Registro N°:	IGC19-LEM-557-04
Propietario	: Junior Edgar Elescano Quinto / Wilfredo Efraim Domingo Morales	Muestreado por :	J. Torres
Código del Proyecto	: Junior Edgar Elescano Quinto / Wilfredo Efraim Domingo Morales	Ensayado por :	J. Pélino
Ubicación de Proyecto	: Calle Luis Galvani - Ate Vitarte - Lima	Fecha de ensayo:	20/01/2019
Material	: Base	Turno:	Diurno
Identificación	: Base	Profundidad:	0.15 - 0.35 m
Procedencia	: C-1	Norte:	—
N° de Muestra	: M-1	Este:	—
Progresiva	: Cuadro 2 / km 000+043	Oeste:	—

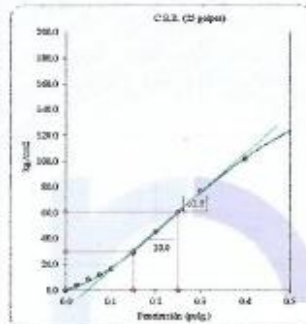
**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1983**

**Datos de muestra**

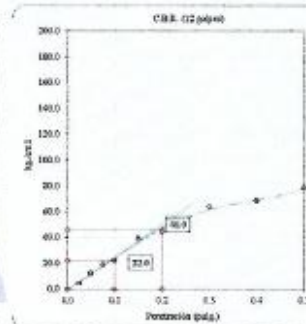
Máxima Densidad Seca  $2.250 \text{ gr/cm}^3$       Óptimo Contenido de Humedad  $6.00 \%$   
 Mínima Densidad Seca al 95%  $2.143 \text{ gr/cm}^3$



C.B.R. (0.1') 56 GOLPES: 71.1 %

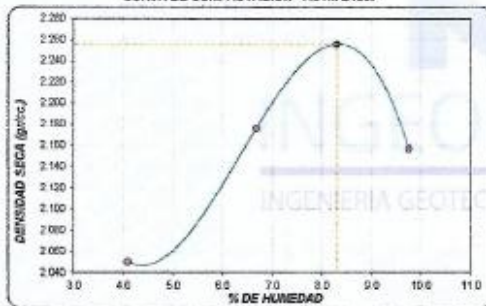


C.B.R. (0.1') 25 GOLPES: 42.7 %



C.B.R. (0.1') 12 GOLPES: 31.3 %

**CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1': 71.1 %  
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1': 40.5 %

**CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2': 100.0 %  
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2': 55.0 %

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

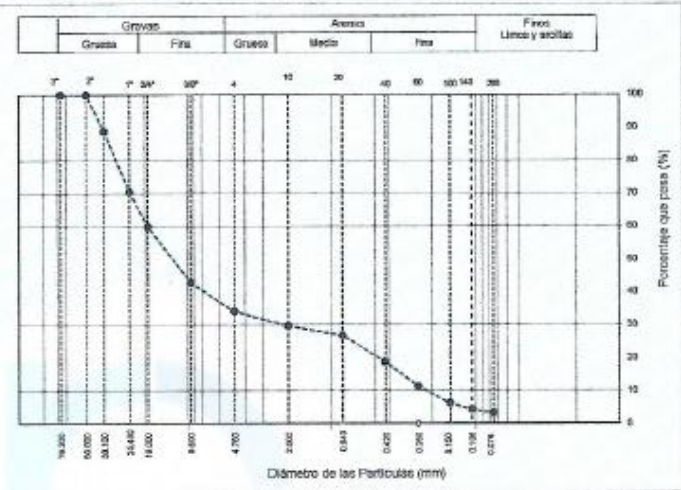
<b>INGEOCONTROL SAC</b>			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:



	<b>FORMATO</b>		Cópies	AS-FO-01
	<b>ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS</b>		Versión	01
			Fecha	07-08-2018
			Página	1 de 1

Proyecto	Comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani y Mejoramiento	Registro N°:	IGC19-LEM-667-01
Solicitante	Junior Edgar Eleascano Quirto / Wilfredo Eltram Domingo Morales	Muestreado por:	Schickler
Atención	Junior Edgar Eleascano Quirto / Wilfredo Eltram Domingo Morales	Ensayado por:	L. Melos
Ubicación de Proyecto	Calle Luis Galvani - Ate Vitarte - Lima	Fecha de Ensayo:	20/5/2019
Código de Proyecto	---	Turno:	Diurno
Código de Muestra	Subsuelo	Profundidad:	0.35 - 1.85 m
Sondaje / Calicata	C-1	Norte:	---
N° de Muestra	M-1	Este:	---
Progresiva	Cuadra 2 / km.000+048	Otra:	---

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECÍFICO
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	86.9	
1"	25.400	70.5	
3/4"	19.000	60.0	
3/8"	9.500	42.8	
N° 4	4.750	34.2	
N° 10	2.000	29.8	
N° 20	0.840	26.8	
N° 40	0.425	18.8	
N° 60	0.250	11.3	
N° 100	0.150	6.2	
N° 140	0.106	4.2	
N° 200	0.075	3.2	



CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.3
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 ± 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	GW - Grava bien graduada con arena en condición parcialmente húmeda
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Se eliminaron tamaños mayores a 3"

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 ± 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto
TAMIZ SEPARADOR	N°4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"




LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	---
ÍNDICE DE LIJUREZ (I <sub>L</sub> )	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

CONTENIDO DE GRANA PRESENTE EN EL SUELO %	65.8
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	31.0
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	3.2

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	GW
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-2-4 (1)
NOMBRE DEL GRUPO	Grava bien graduada con arena

INGEOCONTROL S.A.C.			
Nombre y firma: 	D:	Nombre y firma:  <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - C.M. N°: 195029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
	M:		
	A:		

	<b>FORMATO</b>		Código	AE-PO-18
	<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR</b>		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 3

Proyecto	: Comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani y Mejoramiento mediante la aplicación del pavimento mixto	Registro N°:	IGC19-LEM-567-03
Propietario	: Junior Edgar Eliscano Quinto / Wilfredo Efraín Domingo Morales	Muestreado por :	J. Torres
Código del Proyecto	: Junior Edgar Eliscano Quinto / Wilfredo Efraín Domingo Morales	Ensayado por :	J. Paulino
Ubicación de Proyecto	: Calle Luis Galvani - Ate Vitarte - Lima	Fecha de Ensayo:	22/5/2019
Material	: Subrasante	Turno:	Díurno
Identificación	: Subrasante	Profundidad:	0.35 - 1.85
Procedencia	: C-1	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: Cuadra 2 / km 000+043	Octa:	---

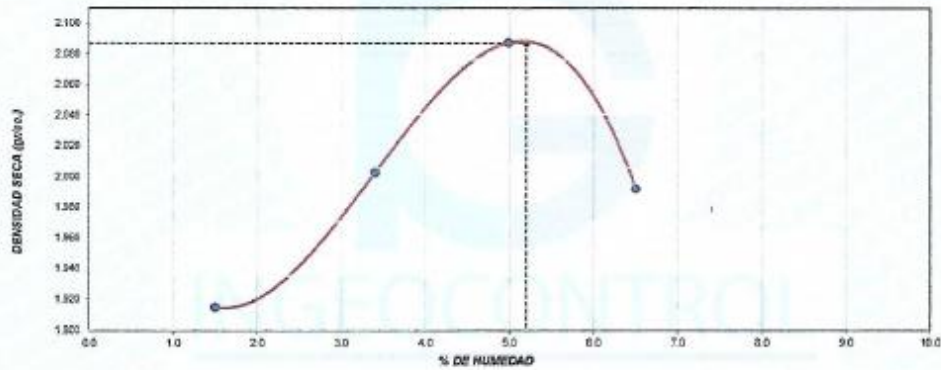
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2123	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	6292	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumétrico Humedo	gr.	1.944	2.071	2.191	2.122
Contenido de agua	%	1.5	3.4	5.0	6.5
Densidad Seca	gr/cc	1.915	2.003	2.057	1.993

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	2.087	gr/cm <sup>3</sup> .	<b>Contenido Humedad Óptima:</b>	5.20 %
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	--------

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**




**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista o identificada por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma	M:	Nombre y firma	M:
	A:	 Noemi C. Sánchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



	<b>FORMATO</b>		Código	AE-FO-15
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	2 de 3

Proyecto	: Comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani y Mejoramiento mediante la aplicación del pavimento mixto	Registro N°:	IGC19-LEM-667-03
Propietario	: Junior Edgar Eleascano Quinto / Wilfredo Efraín Domingo Morales	Muestreado por :	J. Torres
Código del Proyecto	: Junior Edgar Eleascano Quinto / Wilfredo Efraín Domingo Morales	Ensayado por :	J. Paulino
Ubicación de Proyecto	: Calle Luis Galvani - Ate Vitarte - Lima	Fecha de Ensayo:	26/5/2019
Material	: Subrasante	Turno:	Diurno
Identificación	: Subrasante	Profundidad:	0.35 - 1.65 m
Procedencia	: C-1	Norte:	—
N° de Muestra	: M-1	Este:	—
Progresiva	: Cuadra 2 / km 000+043	Oeste:	—

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1883**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	15		7			27
Número de capas	5		5			5
Número de golpes	56		25			10
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	3,497		3,004		3,104	
Peso molde (gr.)	4,781		4,587		4,781	
Peso suelo compactado (gr.)	4,886		4,417		4,323	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2,130		2,130		2,134	
Densidad húmeda (gr./cm <sup>3</sup> )	2,290		2,060		2,026	
Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )	2,089		1,963		1,925	


CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	76.7		142.3		68.3	
Tara + suelo húmedo (gr.)	330.1		369.4		333.9	
Tara + suelo seco (gr.)	317.3		359.2		320.7	
Peso de agua (gr.)	12.8		11.2		13.2	
Peso de suelo seco (gr.)	240.6		215.9		252.4	
Humedad (%)	5.3		5.2		5.2	

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
<b>NO EXPANSIVO</b>											

Penetración (pasg)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	Molde N° 19				Molde N° 7				Molde N° 27			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %
0.025		116	5.7			80	4.0			84	4.2		
0.050		381	18.9			225	11.1			168	8.3		
0.075		1236	60.7			564	28.9			239	12.6		
0.100	70.307	1063	52.3	75.0	106.7	850	41.1	37.0	52.8	345	17.1	20.0	28.4
0.150		2435	120.6			1142	59.5			578	28.6		
0.200	105.460	2810	139.1	145.0	137.5	1604	74.5	71.3	67.8	602	30.7	43.0	49.8
0.300		4095	201.3			1787	87.8			1201	61.0		
0.400		5442	269.5			2453	121.5			1460	73.3		
0.500		6177	305.8			3591	177.8			1631	80.8		

**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL

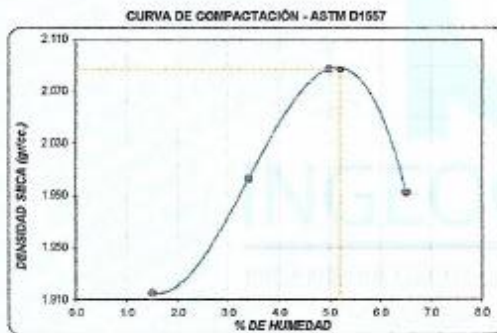
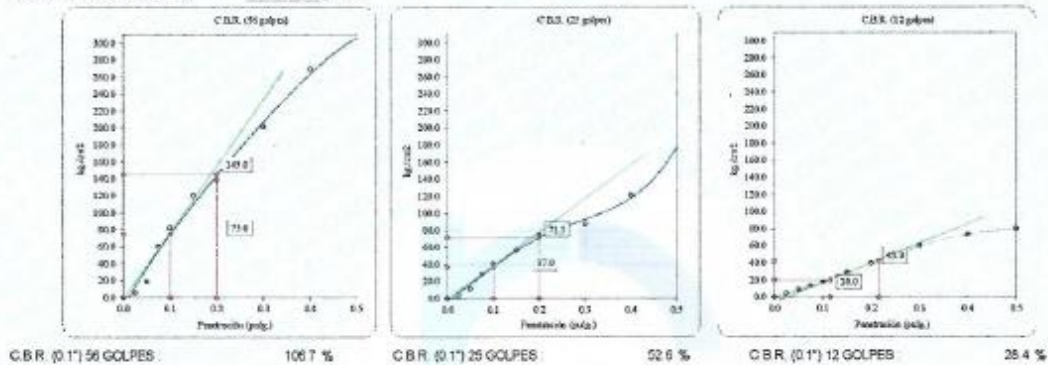
<b>INGEOCONTROL SAC</b>			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma	M:	Nombre y firma	M:
	A:	 <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

	<b>FORMATO</b>		Código	AE-FO-15
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	3 de 3

Proyecto	: Comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani y Mejoramiento mediante la aplicación del pavimento mixto	Registro N°:	IGC19-LEM-557-03
Propietario	: Junior Edgar Elascano Quinto / Wilfredo Efraim Domingo Morales	Muestreado por :	J. Torres
Código del Proyecto	: Junior Edgar Elascano Quinto / Wilfredo Efraim Domingo Morales	Ensayado por :	J. Paulino
Ubicación de Proyecto	: Calle Luis Galvani - Ate Vitarte - Lima	Fecha de Ensayo:	26/5/2019
Material	: Subrasante	Turno:	Diurno
Identificación	: Subrasante	Profundidad:	0.35 - 1.85 m
Procedencia	: C-1	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: Cuadra 2 / km 000+043	Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1883**


**Datos de muestra**  
Máxima Densidad Seca : 2.087 gr./cm<sup>3</sup>      Óptimo Contenido de Humedad : 5.20 %  
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.953 gr./cm<sup>3</sup>



**OBSERVACIONES:**  
\* Muestra provista e identificada por el solicitante  
\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL  
\* ---  
---

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D	JEFE LEM	D
Nombre y firma:	M	Nombre y firma:	M
	A	 <b>Noemi G. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N° 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A



	<b>FORMATO</b>	Código	AE-FO-01-1
	<b>REGISTRO ESTRATIGRÁFICO (CALICATAS Y TRINCHERAS)</b>	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1


Proyecto	: Comportamiento del Pavimento Rígido en la Calle Luis Galvani y Mejoramiento Mediante la Aplicación del Pavimento Mixto	Informe N°:	IGC10-LEM-057-00
Propietario	: Bachs. Elescano Quinto Junior Edgar / Domingo Morales Wilfredo Efraim	Muestreado por :	J. Paulino
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	J. Gutiérrez
Ubicación de Proyecto	: Calle Luis Galvani - Distrito de Ate Vitarte - Provincia Lima - Región Lima	Fecha de Ensayo:	9/4/2019
Material	: Terreno de Fundación	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---	Profundidad Total:	1.85 m m
Sondaje / Calicata	: C-1	Norte:	---
N° de Muestras	: 2	Este:	---
Progresiva	: Cuadra 3 Progresiva km 0+043	Cota:	---

REGISTRO DE SONDAJES					
PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACIÓN	
				SUCS	AASHTO
0.1		Losas de Concreto	---	---	---
0.20		Arena Límica con Grava	M-1-1	SM	A-1-b (0)
0.32					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
1.60					
1.70					
1.80					
1.90					
2.00					
2.10					
2.20		**** Fin de excavación ****			

**OBSERVACIONES:**

Excavaciones realizadas de forma manual

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM		D:	JEFE LEM		D:
Nombre y firma:	M:		Nombre y firma:	M:	
	A:		 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 199029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony E. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

	<b>INFORME</b>	Código	AE-PD-12
	<b>DENSIDAD NATURAL POR EL MÉTODO DE REEMPLAZO DE ARENA EN EXCAVACIÓN MÉTODO DEL CONO DE ARENA</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2019
		Plano	1 de 1

**PROYECTO** : Comportamiento del Pavimento Rígido en la Calle Luis Galvani y Mejoramiento Mediante la Aplicación del Pavimento Mixto REGISTRO N°: IGC194-LEM-257-12  
**SOLICITANTE** : Bachs. Elescano Quinto Junior Edgar / Domingo Morales Wilfredo Efraim REALIZADO POR : R. Leyva  
**CÓDIGO DE PROYECTO** : --- REVISADO POR : J. Gutiérrez  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : Calle Luis Galvani - Distrito de Ate Vitarte - Provincia Lima - Región Lima FECHA DE ENSAYO : 23/5/2019  
**ATENCIÓN** : Terreno de Fundación TURNO : Diurno

**Capa** : Base  
**Procedencia** : Afirmado de Cantera  
**N° De Muestra** : ---

PRUEBA N°		1				
CAPA		1				
Espesor		0.30				
PROGRESIVA		Cuadra 03 Km 0+037				
1	PESO DEL FRASCO + ARENA (g)	6820				
2	PESO DEL FRASCO + ARENA QUE QUEDA (g)	5998				
3	PESO DE ARENA EMPLEADA (1) - (2) (g)	3252				
4	PESO DE ARENA EN EL CONO (g)	1747				
5	PESO DE ARENA EN EXCAVACIÓN (3) - (4) (g)	1905				
6	DENSIDAD DE LA ARENA (g/cm³)	1.39				
7	VOLUMEN DE MATERIAL EXTRAÍDO (5) / (8) (cm³)	858				
8	PESO DEL RECIPIENTE + MATERIAL EXTRAÍDO (g)	2703				
9	PESO DEL RECIPIENTE (g)	665				
10	PESO DEL MATERIAL EXTRAÍDO (8) - (9) (g)	2038				
11	DENSIDAD HÚMEDA (10) / (7) (g/cm³)	2.51				

**CONTENIDO DE HUMEDAD**


12	LECTURA CORREGIDA DE SPEEDY (ASTM D6944-10)	10.0				
13	DENSIDAD SECA (11) / [1 + (12) / 100] (g/cm³)	2.280				
14	MÁXIMA DENSIDAD SECA CORREGIDA PROCTOR (g/cm³)	2.303				
15	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD PROCTOR (%)	6.9				
16	GRADO DE COMPACTACIÓN (13) / (14) * 100 (%)	96.0				

**UBICACIÓN DE PUNTOS:**

- |                   |    |
|-------------------|----|
| 1) Lado izquierdo | 4) |
| 2)                | 5) |
| 3)                | 6) |

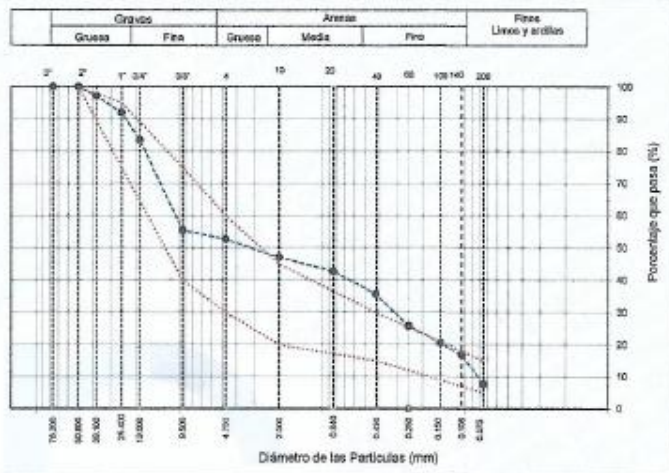
INGEOCONTROL S.A.C.		
LABORATORIO	JEFE DE LABORATORIO	CONTROL DE CALIDAD
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



	<b>FORMATO</b>		Código	AE-FC-01	
	<b>ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS</b>			Versión	01
				Fecha	07-06-2018
				Folios	1 de 1

Proyecto	Comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani y Mejoramiento mediante la aplicación del pavimento mixto	Registro N°:	IGC19-LEM-567-06
Solicitante	Junior Edgar Escobedo Quinto / Wilfredo Efraim Domingo Morales	Muestreado por:	Solicitante
Atención	Junior Edgar Escobedo Quinto / Wilfredo Efraim Domingo Morales	Ensayado por:	L. Marios
Ubicación de Proyecto	Calle Luis Galvani - Ate Vitarte - Lima	Fecha de Ensayo:	20/02/19
Código de Proyecto	---	Turno:	Duino
Código de Muestra	Base	Profundidad:	0.15 - 0.35 m
Sonda / Calibres	C-2	Norte:	---
N° de Muestra	M-2	Este:	---
Progresiva	Cuadra 3 / km 000+037	Oeste:	---

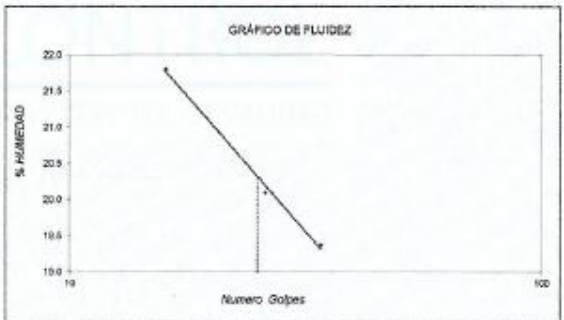
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913			
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	CE. 010 GRAD. B
3"	75.200	100.0	
2"	50.800	100.0	100 - 100
1 1/2"	38.100	97.2	
1"	25.400	91.9	75 - 95
3/4"	19.000	83.5	40 - 75
3/8"	9.500	65.5	
N° 4	4.750	52.7	30 - 60
N° 10	2.000	47.0	20 - 45
N° 20	0.840	42.8	
N° 40	0.425	35.7	15 - 30
N° 60	0.250	25.8	
N° 100	0.150	20.6	
N° 140	0.106	16.9	
N° 200	0.075	7.7	05 - 15



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.0
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 ± 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	GP-GM - Grava pobremente graduada con limo y arena color beige claro en condición parcialmente húmeda.
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de material ajeno al suelo

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secado al horno a 110 ± 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto
TAMIZ SEPARADOR	N°4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"




LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	20
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (I <sub>c</sub> )	---
ÍNDICE DE LIQUEZ (I <sub>L</sub> )	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D3487)	GP - GM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-2-B (0)
NOMBRE DEL GRUPO	Grava pobremente graduada con limo y arena

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	47.3
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	45.0
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	7.7

INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM Nombre y firma: 	D:	JEFE LEM Nombre y firma:  <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - E.I.P.N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:	CAC - LEM Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:
---	----	---	----	--	----

	<b>FORMATO</b>		<b>Código</b>	AE-FO-15
	<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR</b>		<b>Versión</b>	01
			<b>Fecha</b>	30-04-2018
			<b>Página</b>	1 de 3

<b>Proyecto</b>	: Comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani y Mejoramiento mediante la aplicación del pavimento mido	<b>Registro N°:</b>	IGC19-LEM-557-03
<b>Propietario</b>	: Junior Edgar Eleascano Quinto / Wilfredo Efraim Domingo Morales	<b>Muestreado por :</b>	J.Torres
<b>Código del Proyecto</b>	: Junior Edgar Eleascano Quinto / Wilfredo Efraim Domingo Morales	<b>Ensayado por :</b>	J. Paulino
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: Calle Luis Galvani - Ate Vitarte - Lima	<b>Fecha de Ensayo:</b>	22/5/2019
<b>Material</b>	: Base	<b>Turno:</b>	Díamo
<b>Identificación</b>	: Base	<b>Profundidad:</b>	0.15 - 0.35
<b>Procedencia</b>	: C-2	<b>Norte:</b>	---
<b>N° de Muestra</b>	: M-2	<b>Este:</b>	---
<b>Progresiva</b>	: Cuadra 3 / km 000+037	<b>Cota:</b>	---

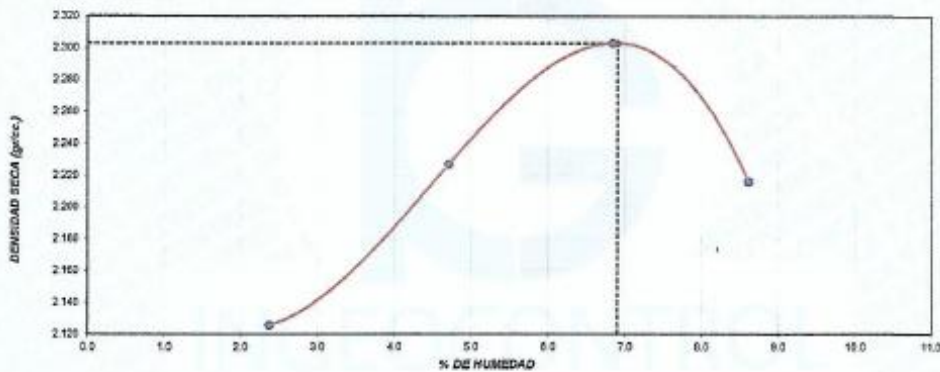
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1558**

<b>Volumen Molde</b>	2123	cm <sup>3</sup>
<b>Peso Molde</b>	6292	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumétrico Humedo	gr.	2.176	2.332	2.461	2.407
Contenido de agua	%	2.4	4.7	6.8	8.6
Densidad Seca	gr/cc	2.126	2.227	2.303	2.217

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	2.303	gr/cm <sup>3</sup> .	<b>Contenido Humedad Óptima:</b>	6.99	%
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	------	---

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**




**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- \* ---

<b>INGEOCONTROL SAC</b>			
<b>TECNICO LEM</b>	<b>D:</b>	<b>JEFE LEM</b>	<b>D:</b>
Nombre y firma:	<b>M:</b>	Nombre y firma:	<b>M:</b>
	<b>A:</b>	 <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	<b>A:</b>



	<b>FORMATO</b>		<b>Código</b>	<b>AE-FO-16</b>
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>		<b>Versión</b>	<b>01</b>
			<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
			<b>Página</b>	<b>2 de 3</b>
<b>Proyecto</b>	Comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani y Mejoramiento mediante la aplicación del pavimento mixto		<b>Registro N°:</b>	<b>IGC19-LEM-557-03</b>
<b>Propietario</b>	Junior Edgar Eleascano Quinto / Wilfredo Efraín Domingo Morales		<b>Muestreado por :</b>	J. Torres
<b>Código del Proyecto</b>	Junior Edgar Eleascano Quinto / Wilfredo Efraín Domingo Morales		<b>Ensayado por :</b>	J. Paulino
<b>Ubicación de Proyecto</b>	Calle Luis Galvani - Ave Vitarte - Lima		<b>Fecha de Ensayo:</b>	28/5/2019
<b>Materiales</b>	Base		<b>Tamaño:</b>	Dúmo
<b>Identificación</b>	Base		<b>Profundidad:</b>	0.15 - 0.35 m
<b>Procedencia</b>	C-2		<b>Noriec:</b>	---
<b>N° de Muestra</b>	M-2		<b>Este:</b>	---
<b>Progresiva</b>	Cuadra 3 / km 000+037		<b>Color:</b>	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1883**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	2		4		1	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	55		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	50,120		9,841		9,725	
Peso molde (gr.)	4,812		4,732		4,627	
Peso suelo compactado (gr.)	5,318		5,109		4,098	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2,127		2,131		2,138	
Densidad húmeda (gr./cm <sup>3</sup> )	2,500		2,397		2,302	
Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )	2,339		2,247		2,169	


CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	91.4		85.3		86.7	
Tara + suelo húmedo (gr.)	482.3		521.3		475.3	
Tara + suelo seco (gr.)	429.0		484.0		452.3	
Peso de agua (gr.)	53.3		37.3		23.0	
Peso de suelo seco (gr.)	375.6		446.7		429.3	
Humedad (%)	6.9		6.7		7.1	

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
<b>NO EXPANSIVO</b>											

Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	Molde N° 2				Molde N° 4				Molde N° 1			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %
0.025		152	7.5			153	7.6			153	7.6		
0.050		161	8.0			322	17.9			273	13.5		
0.075		268	13.2			502	24.9			477	23.8		
0.100	79.207	714	35.4	68.0	36.7	676	33.5	62.0	33.2	692	34.3	44.0	22.5
0.150		1200	59.4			1207	62.8			1208	59.8		
0.200	105.460	1525	74.4	143.0	135.8	1574	82.8	124.0	117.8	1555	74.8	98.0	52.5
0.300		3002	176.3			3194	158.1			2695	132.0		
0.400		4367	246.9			4295	209.7			3385	167.8		
0.500		6143	304.4			6194	259.2			3714	183.8		

**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIERIA GEOLOGICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.  
 \*

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOLOGICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOLOGICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

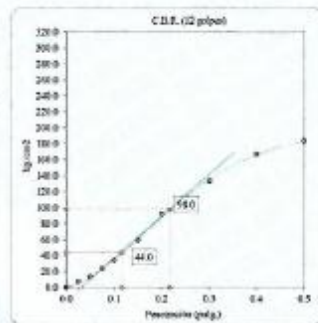
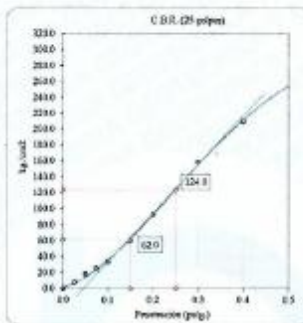
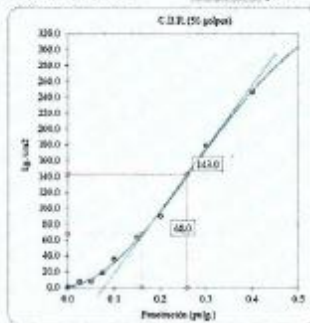
	<b>FORMATO</b>		Código	AE-FO-15
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	3 de 3

Proyecto	: Comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani y Mejoramiento mediante la aplicación del pavimento mixto	Registro N°:	IGC19-LEM-557-03
Propietario	: Junior Edgar Elascano Quinto / Wilfredo Efraim Domingo Morales	Muestreado por :	J. Torres
Código del Proyecto	: Junior Edgar Elascano Quinto / Wilfredo Efraim Domingo Morales	Ensayado por :	J. Paulino
Ubicación de Proyecto	: Calle Luis Galvani - Ate Vitarte - Lima	Fecha de Ensayo:	26/5/2019
Material	: Base	Turno:	Duermo
Identificación	: Base	Profundidad:	0,15 - 0,35 m
Procedencia	: C-2	Norte:	---
N° de Muestra	: M-2	Este:	---
Progresiva	: Cuadra 3 / km 000+037	Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1883**

**Datos de muestra:**

Máxima Densidad Seca \_\_\_\_\_ 2.301 gr./cm<sup>3</sup>      Óptimo Contenido de Humedad \_\_\_\_\_ 6.90 %  
Máxima Densidad Seca al 95% \_\_\_\_\_ 2.189 gr./cm<sup>3</sup>

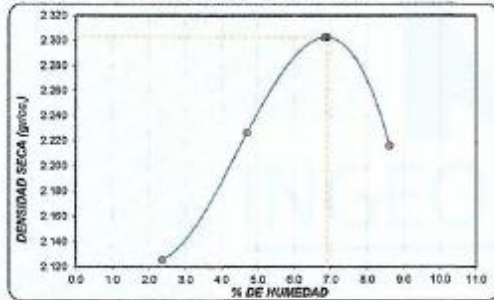


C.B.R. (0.1') 66 GOLPES:      96.7 %

C.B.R. (0.1') 26 GOLPES:      88.2 %

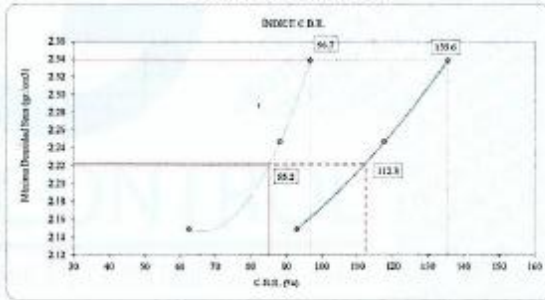
C.B.R. (0.1') 12 GOLPES:      82.6 %

**CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1':      96.7 %  
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1':      88.2 %

**CURVA CBR vs DENSIDAD SECA**



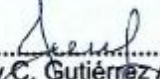


C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2':      135.5 %  
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2':      112.3 %


**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGECONTROL

**INGECONTROL SAC**

<b>TECNICO LEM</b>	D:	<b>JEFE LEM</b>	D:	<b>QCC - LEM</b>	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:



	<b>FORMATO</b>	Código	AE-PG-01
	<b>ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS</b>	Versión	01
		Fecha	07-05-2019
		Página	1 de 1

**Proyecto:** Comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani y Mejoramiento mediante la aplicación del pavimento mixto  
**Registro N°:** IGC19-LEM-557-07  
**Solicitante:** Junior Edgar Elescano Quinto / Wilfredo Efraín Domingo Morales  
**Muestreado por:** Solicitante  
**Atención:** Junior Edgar Elescano Quinto / Wilfredo Efraín Domingo Morales  
**Ensayado por:** L. Matos  
**Ubicación de Proyecto:** Calle Luis Galvani - Ate Vitarte - Lima  
**Fecha de Ensayo:** 20/5/2019  
**Código de Proyecto:** ---  
**Turno:** Diurno

**Código de Muestra:** Subrasante  
**Profundidad:** 0.35 - 1.50 m  
**Sondaje / Calicata:** C-2  
**Norte:** ---  
**N° de Muestra:** M-2  
**Este:** ---  
**Progresiva:** Cuadra 3 / km 000-037  
**Cota:** ---

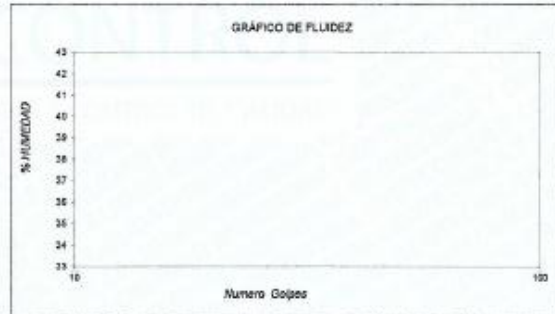
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECÍFICO
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	88.1	
1"	25.400	59.1	
3/4"	19.000	58.0	
3/8"	9.500	29.3	
N° 4	4.750	31.3	
N° 10	2.000	27.1	
N° 20	0.840	23.7	
N° 40	0.425	15.6	
N° 80	0.250	7.9	
N° 100	0.150	3.0	
N° 140	0.106	1.1	
N° 200	0.075	0.2	



CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.0
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	GW - Grava bien graduada con arena en condición parcialmente húmeda
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Se eliminaron tamaños mayores a 3"

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto
TAMIZ SEPARADOR	N°4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"



LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (%)	---
ÍNDICE DE LIQUIDEZ (IL)	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	68.7
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	31.0
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	0.2

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	GW
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3022)	A-2-4 (2)
NOMBRE DEL GRUPO	Grava bien graduada con arena

INGEOCONTROL SAC

<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma: 	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	<b>COO - LEM</b> Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
--	--	---

**“ANEXO 04:  
Estudio de tráfico”.**



Tesis :

"Comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani y mejoramiento mediante la aplicación del pavimento mixto"

Testistas:

Bach. Domingo Morales Wilfredo Echein

Fecha 11/04/2019

Bach. Elicsano Quinto Junior Edger

Revisado por Ing. Francisco Godíño Poma

Elaborado por

Bach. Domingo Morales Wilfredo Echein - Bach. Elicsano Quinto Junior Edger

Estación E - 1

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO		CALLE LUIS GALVANI																		ESTACION							
SENTIDO		CUADRA 2									CUADRA 2									Cuadra 2							
UBICACION		Cuadra 2																		E-1							
																				DIA Y FECHA							
																				Jueves		11		Abril		2019	
HORA	SENTIDO	MOTO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%				
					PICK UP	PANEL	RURAL (combó)		2E	>=3E	2E	3E	4E	251/252	253	351/352	>=353	2T2	2T3	3T2	>=3T3						
00-01	Ida																						0	0.00%			
	vuelta		1																				1	0.05%			
01-02	Ida																						0	0.00%			
	vuelta																						0	0.00%			
02-03	Ida																						0	0.00%			
	vuelta																						0	0.00%			
03-04	Ida																						0	0.00%			
	vuelta																						0	0.00%			
04-05	Ida		1																				1	0.05%			
	vuelta																						0	0.00%			
05-06	Ida	1	5	2					2		4												14	0.65%			
	vuelta	7	4							5	1												17	0.78%			
06-07	Ida	24	7		1		1	2	4	3	14	8											54	2.49%			
	vuelta	18	9	1		1			3	1	12	1											48	2.21%			
07-08	Ida	30	28	14	15	8	6	5	3	11	2	2	1			1							106	4.88%			
	vuelta	36	35	18	21	10	4		19	2	1				1								127	5.85%			
08-09	Ida	7	26	13	19	9		6	3	9	2	1	3		2	1	1						102	4.70%			
	vuelta	10	38	19	12	6	5		13	1			1	2	1	2					1		111	5.12%			
09-10	Ida	9	17	9	7	3		3	2	7			1		1								60	2.76%			
	vuelta	5	10	5	8	4		4		4	4				4			1					45	2.07%			
10-11	Ida	8	19	9	14	7	2	3		6	1				1				1			1	72	3.32%			
	vuelta	5	15	8	12	6				4	1				1								52	2.40%			
11-12	Ida	5	29	14	11	5	3	6		11	2	1					3				2	1	93	4.29%			
	vuelta	10	13	7	6	3				9	1						1				1		51	2.35%			
12-13	Ida	6	23	12	11	5	2	2		12	1	2			2	1							79	3.64%			
	vuelta	4	19	9	5	3				11		2			1								54	2.49%			
13-14	Ida	3	16	8	6	3	4	3		13	3	2											61	2.81%			
	vuelta	2	13	6	9	4	1			9	1	1	2										48	2.21%			
14-15	Ida	4	22	11	17	9	6	1		3	6	3	3		2	3							90	4.15%			
	vuelta	3	16	8	13	6	3			5	3	1			1	1							60	2.76%			
15-16	Ida	5	18	9	23	11	4	2		1	8	1		1	2	2							87	4.01%			
	vuelta	1	14	7	17	9				4	5	2	2		1								60	2.76%			
16-17	Ida	6	21	10	11	5	1	2		3	5	2		1		1							68	3.15%			
	vuelta	11	19	9	11	6	3			6	3	1	1		1								71	3.27%			
17-18	Ida	4	19	10	22	11	5	1		11	4					1							88	4.06%			
	vuelta	15	24	12	14	7				9	2	1											84	3.87%			
18-19	Ida	16	17	9	18	9	2	6		4	6												87	4.01%			
	vuelta	26	16	8	14	7				7	18		1		1	1							99	4.56%			
19-20	Ida	8	13	6	11	5	7	7	3		2	4											66	3.04%			
	vuelta	12	9	4	9	5	3			1		3	5										51	2.35%			
20-21	Ida	2	2	1	4	2	2	1	3														17	0.78%			
	vuelta	4	1	1	2	1	1				2												12	0.55%			
21-22	Ida	1	1	1					1	6	5	6											20	0.92%			
	vuelta	1			1						3	2											2	0.09%			
22-23	Ida	1	1																				7	0.32%			
	vuelta	1	1	1	1																		4	0.18%			
23-24	Ida																						1	0.05%			
	vuelta		2																				0	0.00%			
RESUMEN	Ida	95	293	145	190	92	45	50	21	10	119	60	13	9	1	11	12	1	2	2	2						
	vuelta	125	269	135	156	78	22	0	4	6	118	47	7	7	4	10	5	1	0	1	1						
TOTAL		221	562	280	346	170	67	50	25	16	237	107	20	16	5	21	17	2	2	3	3		2170	100.00%			
%		10.18%	25.90%	12.90%	15.94%	7.83%	3.09%	2.30%	1.15%	0.74%	10.92%	4.93%	0.92%	0.74%	0.23%	0.97%	0.78%	0.09%	0.09%	0.14%	0.14%		100.00%				



Tesis :

"Comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani y mejoramiento mediante la aplicación del pavimento mixto"

Tesistas:

Bach. Domingo Morales Wilfredo Elthain

Fecha 11/04/2019

Bach. Eiescano Quinto Junior Edger

Revisado por Ing. Francisco Godínez Poma

Elaborado por

Bach. Domingo Morales Wilfredo Elthain - Bach. Eiescano Quinto Junior Edger

Estación E - 1

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO		CALLE LUIS GALVANI																		ESTACION			
SENTIDO		CUADRA 2									CUADRA 2									E-1			
UBICACION		Cuadra 2																		DIA Y FECHA			
		Viernes 12 Abril 2019																					
HORA	SENTIDO	MOTO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%
					PIK UP	PANEL	RURAL (comba)		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	T2	T3	ST2	>=ST3		
00-01	ida		1																			1	0.03%
	vuelta	2				1	1															4	0.14%
01-02	ida																					0	0.00%
	vuelta																					0	0.00%
02-03	ida																					0	0.00%
	vuelta																					0	0.00%
03-04	ida		1																			1	0.03%
	vuelta																					0	0.00%
04-05	ida					1																1	0.03%
	vuelta	1																				1	0.03%
05-06	ida	5	3		3	1	4	1	2		1	3									23	0.79%	
	vuelta	1	2	1	2	1	1	1	1		7	2	1								19	0.65%	
06-07	ida	6	19	10	13	6	3	5	5		4	8	12	2							73	2.52%	
	vuelta	3	25	13	11	5	7	7	3	4	9	8	2								83	2.84%	
07-08	ida	5	21	10	34	17	7	7	3	4	9	8	2								127	4.35%	
	vuelta	2	28	14	31	16	10	10			12	1									114	3.90%	
08-09	ida	17	33	16	23	11	14	8	4	1	7	6		1		3	1	1			147	5.03%	
	vuelta	7	31	16	17	8	8	8	2	2	4	2									95	3.25%	
09-10	ida	11	26	13	18	9	13	7	6		3	5				4			1	1	117	4.00%	
	vuelta	3	27	14	13	7	8	8			7	3							1	1	83	2.84%	
10-11	ida	8	21	10	19	9	5	6			9	6	1	3	1	2	1	1		1	103	3.52%	
	vuelta	1	28	14	13	7	3	3			6	2	1	2	1						78	2.67%	
11-12	ida	9	31	15	18	9	9	6		1	11	2				1	2				106	3.63%	
	vuelta	6	29	15	15	8	5	5			18	4									100	3.42%	
12-13	ida	10	24	12	16	8	9	4			19	8	4		1	1	2				118	4.04%	
	vuelta	2	17	9	19	9	7	7			8	1	1								73	2.50%	
13-14	ida	4	22	11	18	9	11	2			5	6	2								90	3.08%	
	vuelta	3	18	9	14	7	6	1	1	11	1										70	2.40%	
14-15	ida	6	17	9	14	7	9	6			9	3	1	1			2				84	2.87%	
	vuelta	5	23	11	19	9	6	6	1	6	2	2				2	1				87	2.98%	
15-16	ida	5	22	11	21	11	12	10			1	4	4	1		2	1				105	3.59%	
	vuelta	7	18	9	19	10	7	7	1	6	4					2	1				84	2.87%	
16-17	ida	10	31	15	15	7	16	2			3	5		3	1	2	1				111	3.88%	
	vuelta	5	21	11	9	5	11				8	2									72	2.46%	
17-18	ida	5	33	16	21	11	22	4			15	13				3			1		144	4.93%	
	vuelta	22	11	11	5	19					19	4									91	3.11%	
18-19	ida	4	35	17	18	9	24	6	7		21	14	1				2			1	159	5.44%	
	vuelta	3	45	23	13	6	5		1		7	4	1								108	3.70%	
19-20	ida	3	23	12	5	3	26	1	6		14	8	5								106	3.63%	
	vuelta	13	6	1	1	6					6	4	1								38	1.30%	
20-21	ida	2	15	7	5	2	21	2	2	2	5	3	1		1						68	2.33%	
	vuelta	9	5	1		1				1		3									20	0.68%	
21-22	ida	6	3																		9	0.31%	
	vuelta	2	1																		3	0.10%	
22-23	ida	1	1																		2	0.07%	
	vuelta	1		1																	1	0.03%	
23-24	ida	1		1																	2	0.07%	
	vuelta	1																			1	0.03%	
RESUMEN	ida	105	388	192	262	129	196	77	35	9	139	94	20	8	4	18	12	2	2	2	3		
	vuelta	50	360	182	210	105	103	0	2	12	133	51	7	2	1	4	2	0	0	1	0		
TOTAL		155	748	374	472	234	299	77	37	21	272	145	27	10	5	22	14	2	2	3	3	2922	100.00%
%		5.30%	25.60%	12.80%	16.15%	8.01%	10.23%	2.64%	1.27%	0.72%	9.31%	4.96%	0.92%	0.34%	0.17%	0.75%	0.48%	0.07%	0.07%	0.10%	0.10%	100.00%	



Tesis :

\*Comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani y mejoramiento mediante la aplicación del pavimento mixto\*

Tesistas:

Bach. Domingo Moreles Wilfredo Ehlén  
Bach. Elicsano Quinto Junior Edger

Fecha 11/04/2019

Revisado por Ing. Francisco Godíño Poma

Elaborado por

Bach. Domingo Moreles Wilfredo Ehlén - Bach. Elicsano Quinto Junior Edger

Estación E-1

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO		CALLE LUIS GALVANI					ESTACION		Cuadra 2																
SENTIDO		CUADRA 2		CUADRA 2		E-1		E-1																	
UBICACIÓN		Cuadra 2					DIA Y FECHA		Sabado 11 Abril 2019																
HORA	SENTIDO	MOTO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%		
					PICK UP	PANEL	RURAL (combi)		2E	>>2E	2E	3E	4E	251/252	253	351/352	>>353	2T2	2T3	3T2	>>3T3				
00-01	ida		1	0	0	0																		1	0.05%
00-01	vuelta		1	1	1	1																		3	0.14%
01-02	ida		0	0	0	0																		0	0.00%
01-02	vuelta		0	0	0	0																		0	0.00%
02-03	ida		0	0	0	0																		0	0.00%
02-03	vuelta		0	0	0	0																		0	0.00%
03-04	ida		0	0	0	0																		0	0.00%
03-04	vuelta		0	0	0	0																		0	0.00%
04-05	ida		1	1	1	0																		3	0.14%
04-05	vuelta		0	0	0	0	1					2	1											4	0.19%
05-06	ida		5	18	9	1	1	7	2	2														54	2.55%
05-06	vuelta		1	8	4	0	0	5			3													21	0.99%
06-07	ida		11	27	13	7	3	11	4	7				2										110	5.19%
06-07	vuelta		8	12	6	2	1	5			1						1							48	2.26%
07-08	ida		27	33	17	9	5	12	2	6				1										136	6.42%
07-08	vuelta		14	3	2	21	10	5			2						1						1	75	3.54%
08-09	ida		14	37	18	17	8	2	6	9	1													130	6.13%
08-09	vuelta		9	21	10	10	5	11			7													74	3.49%
09-10	ida		7	40	20	15	7	19	2	5														132	6.23%
09-10	vuelta		2	40	20	11	6	21			6												1	110	5.19%
10-11	ida		12	40	20	16	8	1	4	3	1													119	5.61%
10-11	vuelta		7	33	17	11	6	10			2													94	4.43%
11-12	ida		12	53	26	20	10	25	6					1										185	8.73%
11-12	vuelta		8	52	26	12	6	6			1													135	6.37%
12-13	ida		8	23	12	11	5	27	2															108	5.09%
12-13	vuelta		4	21	10	12	6	6																63	2.97%
13-14	ida		7	18	9	9	5	17	4		1													75	3.54%
13-14	vuelta		3	13	6	22	11	8																64	3.02%
14-15	ida		2	14	7	16	8	14	2															63	2.97%
14-15	vuelta		11	6	11	5	6																	39	1.84%
15-16	ida		2	6	3	9	5	12	2															39	1.84%
15-16	vuelta		1	9	4	6	3	9																32	1.51%
16-17	ida		2	5	2	11	5	9	4															38	1.79%
16-17	vuelta		2	7	4	3	2	4																22	1.04%
17-18	ida		2	3	1	10	5	16	6	3														46	2.17%
17-18	vuelta		1	2	1	5	2	12																23	1.08%
18-19	ida		1	0	0	0	14	5	7															27	1.27%
18-19	vuelta		0	0	5	2	11																	18	0.85%
19-20	ida		0	0	0	0	1	3	4															8	0.38%
19-20	vuelta		0	0	2	1	2																	5	0.24%
20-21	ida		1	1	2	1	1		2															7	0.33%
20-21	vuelta		0	0	1	0	3																	4	0.19%
21-22	ida		0	0	0	0			1															1	0.05%
21-22	vuelta		1	0	0	0																		1	0.05%
22-23	ida		0	0	1	1																		2	0.09%
22-23	vuelta		0	0	0	0																		0	0.00%
23-24	ida		1	0	0	0																		1	0.05%
23-24	vuelta		0	0	0	0																		0	0.00%
RESUMEN	ida		111	322	159	155	77	187	54	50	5	115	23	7	4	2	3	8	1	1	1	1	0		
RESUMEN	vuelta		60	234	117	135	66	125	0	3	1	65	12	3	0	1	5	5	0	0	1	1	2		
TOTAL			171	556	276	290	143	312	54	53	6	180	35	10	4	3	8	13	1	1	2	2		2120	100.00%
%			8.07%	26.23%	13.02%	13.68%	6.79%	14.72%	2.55%	2.50%	0.28%	8.49%	1.65%	0.47%	0.19%	0.14%	0.38%	0.61%	0.05%	0.05%	0.09%	0.09%		100.00%	





Tesis :

"Comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani y mejoramiento mediante la aplicación del pavimento mixto"

Testistas:

Bach. Domingo Morales Wilfredo Ehlain

Fecha 11/04/2019

Bach. Elescano Quinto Junior Edger

Revisado por Ing. Francisco Godínez Poma

Elaborado por

Bach. Domingo Morales Wilfredo Ehlain - Bach. Elescano Quinto Junior Edger

Estación E - 1

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO		CALLE LUIS GALVANI										ESTACION								Cuadra 2					
SENTIDO		CUADRA 2					CUADRA 2					CODIGO DE LA ESTACION								E-1					
UBICACION		Cuadra 2										DIA Y FECHA								Domingo 14 Abril 2019					
HORA	SENTIDO	MOTO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%		
					PICK UP	PANEL	RURAL (cambal)		2E	>=3E	2E	3E	4E	251/252	253	351/352	>=353	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
00-01	ida			1																		1	0.06%		
	vuelta			1	1	1																3	0.18%		
01-02	ida																					0	0.00%		
	vuelta																					0	0.00%		
02-03	ida			1																		1	0.06%		
	vuelta				1																	1	0.06%		
03-04	ida																					0	0.00%		
	vuelta																					0	0.00%		
04-05	ida		1	3																		6	0.37%		
	vuelta		1	2																		3	0.18%		
05-06	ida	1	6	12	1																	35	2.14%		
	vuelta		3	7																		11	0.67%		
06-07	ida	2	7	14	3	1	24	4														55	3.36%		
	vuelta		8	15	2	1	6															32	1.96%		
07-08	ida	6	14	28	9	4	28	3														92	5.63%		
	vuelta	5	10	10	5	4	4															34	2.08%		
08-09	ida	4	13	26	13	7	24	2														89	5.44%		
	vuelta	5	7	15	11	5	8															51	3.12%		
09-10	ida	4	14	28	21	10	21	1	1													100	6.12%		
	vuelta	4	10	21	12	6	7															60	3.67%		
10-11	ida	3	13	25	22	11	16	2	1													93	5.69%		
	vuelta	4	9	17	12	6	5															53	3.24%		
11-12	ida	1	10	19	20	10	15	2														77	4.71%		
	vuelta		9	19	7	4	2															41	2.51%		
12-13	ida	2	14	27	10	5	19	1	2													80	4.89%		
	vuelta	2	12	24	7	3	6															54	3.33%		
13-14	ida	3	15	27	8	4	14	5	4													78	4.77%		
	vuelta	1	15	30	15	8	2		2													73	4.48%		
14-15	ida	3	9	18	9	5	25	7	1													77	4.71%		
	vuelta		8	15	11	5	6		3													48	2.94%		
15-16	ida	6	13	10	5	13																47	2.87%		
	vuelta	1	8	16	4	2	5															36	2.20%		
16-17	ida	1	8	17	13	6	15	1	1													62	3.79%		
	vuelta	2	5	11	9	4	4															35	2.14%		
17-18	ida	2	7	14	7	4	3	1														38	2.32%		
	vuelta	1	5	9	2	1	1															19	1.16%		
18-19	ida	9	17	6	3	2	1															38	2.32%		
	vuelta		8	15	5	2																30	1.83%		
19-20	ida	6	12	5	3	1	2															29	1.77%		
	vuelta	7	14	2	1																	34	1.47%		
20-21	ida	4	7	3	1																	15	0.92%		
	vuelta	1	3																			4	0.24%		
21-22	ida	1	2	1	1																	5	0.31%		
	vuelta		1	1																		1	0.06%		
22-23	ida	1	1																			2	0.12%		
	vuelta			1	1																	1	0.06%		
23-24	ida			1																		1	0.06%		
	vuelta																					0	0.00%		
RESUMEN	ida	32	156	313	161	80	235	34	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	vuelta	20	121	245	112	54	57	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		52	277	558	273	134	292	34	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1635	100.00%		
%		3.18%	16.94%	34.13%	16.70%	8.20%	17.86%	2.08%	0.92%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%			





Tesis:

"Comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani y mejoramiento mediante la aplicación del pavimento mixto"

Tesistas:

Bach. Domingo Morales Wilfredo Ethein  
Bach. Elicsaco Quinto Junior Edger

Fecha 11/04/2019

Revisado por Ing. Francisco Godíño Poma

Elaborado por

Bach. Domingo Morales Wilfredo Ethein - Bach. Elicsaco Quinto Junior Edger

Estación E-1

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO		CALLE LUIS GALVANI										ESTACION		Cuadra 2				TOTAL	%				
SENTIDO		CUADRA 2					CUADRA 2					CÓDIGO DE LA ESTACION		DÍA Y FECHA									
UBICACIÓN		Cuadra 2										E-1		Lunes 15 Abril 2019									
HORA	SENTIDO	MOTO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%
					PICK UP	PANEL	RURAL (combi)		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	ida		2	4	0	0																6	0.20%
	vuelta		1	1	0	0																2	0.07%
01-02	ida		1	1	0	0																2	0.07%
	vuelta		0	1	0	0																1	0.03%
02-03	ida		0	0	0	0																0	0.00%
	vuelta		0	1	0	0																1	0.03%
03-04	ida		1	1	0	0																4	0.14%
	vuelta		1	1	0	0				2												2	0.07%
04-05	ida		3	5	0	1	2			6	1											18	0.61%
	vuelta		2	4	0	1	1			3	2											14	0.48%
05-06	ida		6	12	2	5	6	1	3	6	2	1										45	1.53%
	vuelta		5	11	1	1	2		2	2	3	1										31	1.05%
06-07	ida		13	25	2	5	21	4	4	16	5	2	2									103	3.50%
	vuelta		10	19	4	7	5		1	21	3		1									72	2.44%
07-08	ida		14	28	10	21	19	3	5	20	8	5										149	5.06%
	vuelta		12	24	5	10	12		1	13	6	4										95	3.22%
08-09	ida		12	25	15	31	13	3	4	2	16	8	2	2	1							139	4.72%
	vuelta		10	19	11	22	9		2	11	4	2	2	2								96	3.26%
09-10	ida		9	19	8	17	12	4	6	31	6	2										122	4.14%
	vuelta		10	21	8	15	11		1	20	5	1										96	3.26%
10-11	ida		6	13	6	11	9	5	4	19	13	1	1									97	3.29%
	vuelta		7	15	6	12	13			14	4	1										77	2.61%
11-12	ida		10	19	10	21	22	2		16	5		1									110	3.73%
	vuelta		8	15	10	20	9		3	9	3	1										81	2.75%
12-13	ida		11	21	10	20	14	4		5	4	1										130	4.07%
	vuelta		9	18	7	13	12			11	2											76	2.58%
13-14	ida		12	23	7	14	16	5		4	6											113	3.84%
	vuelta		10	19	4	9	6			2	4											62	2.12%
14-15	ida		7	14	10	20	24	2		7	9	1										100	3.39%
	vuelta		9	18	6	13	5			12	1											68	2.31%
15-16	ida		11	22	10	21	23	1		16	11											130	4.41%
	vuelta		6	13	7	14	5			12	2											65	2.14%
16-17	ida		6	11	9	19	24	6		18		2	1									104	3.53%
	vuelta		9	18	12	23	4			6	2	1										81	2.75%
17-18	ida		9	17	12	25	32	6	4	21	5	2	2									146	4.96%
	vuelta		10	21	8	16	13			16	4											94	3.19%
18-19	ida		15	30	11	22	28	7	7													149	5.06%
	vuelta		10	21	6	12	6		1													58	1.97%
19-20	ida		8	16	7	15	26	8	7													101	3.43%
	vuelta		6	13	5	10	6															45	1.53%
20-21	ida		4	7	2	4	22	2	2													46	1.56%
	vuelta		2	4	3	5	4															24	0.81%
21-22	ida		1	2	0	0																3	0.10%
	vuelta		0	0	0	0																0	0.00%
22-23	ida		0	0	0	0																0	0.00%
	vuelta		0	0	0	0																0	0.00%
23-24	ida		0	0	0	0																0	0.00%
	vuelta		0	0	0	0																0	0.00%
RESUMEN	ida	92	161	315	131	272	353	63	46	4	221	92	19	9	3	14	7	1	2	1	1		
	vuelta	62	137	277	108	203	123	0	4	4	152	45	11	3	3	7	3	0	0	1	1		
TOTAL		154	298	592	239	475	476	63	50	8	373	137	30	12	6	21	10	1	2	2	2	2946	100.00%
%		5.23%	10.12%	20.10%	7.94%	16.12%	16.10%	2.14%	1.70%	0.27%	12.68%	4.88%	1.02%	0.41%	0.20%	0.71%	0.34%	0.03%	0.07%	0.07%	0.07%	100.00%	



Tesis:

"Comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani y mejoramiento mediante la aplicación del pavimento mixto"

Testistas:

Bach. Domingo Moreles Wilfredo Ethain

Fecha: 11/04/2010

Bach. Erescano Quinto Junior Edger

Revisado por: Ing. Frendico Godíño Poma

Elaborado por:

Bach. Domingo Moreles Wilfredo Ethain - Bach. Erescano Quinto Junior Edger

Estación: E-1

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO		CALLE LUIS GALVANI										ESTACION		Cuadra 2				TOTAL	%					
SENTIDO		CUADRA 2					CUADRA 2					CODIGO DE LA ESTACION		E-1										
UBICACION		Cuadra 2										DIA Y FECHA		Martes 18 Abril 2010										
HORA	SENTIDO	MOTO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER						
					PICK UP	PANEL	RURAL (combis)		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01	ida		0	0	0	0																0	0.00%	
00-01	vuelta		1	0	0	0																	1	0.03%
01-02	ida		0	0	0	0																	0	0.00%
01-02	vuelta		1	0	0	0																	1	0.03%
02-03	ida		0	0	0	0																	0	0.00%
02-03	vuelta		0	0	0	0																	0	0.00%
03-04	ida		1	0	0	0																	1	0.03%
03-04	vuelta		0	0	0	0																	0	0.00%
04-05	ida		2	3	1	0				1		1											8	0.23%
04-05	vuelta		4	0	2	0				1													7	0.20%
05-06	ida		9	3	2	0	2	2	2	6	2												28	0.80%
05-06	vuelta		30	3	3	0	1			3	1												21	0.60%
06-07	ida		5	15	9	5	3	17	4	5	2	16	8	1	1				1				92	2.64%
06-07	vuelta		2	15	6	4	0	9		1	11	2	1	1				1			1		54	1.55%
07-08	ida		32	44	24	10	6	27	6	8	1	19	6	1	1			2	1				183	5.19%
07-08	vuelta		36	51	27	19	9	11		5	2	1								1			141	4.04%
08-09	ida		15	48	24	23	12	16	5	6	1	12	5	2	2			1	1				173	4.96%
08-09	vuelta		9	64	30	15	6	7		3	3	1						1					139	3.99%
09-10	ida		9	66	35	23	12	9	4	5		11	6	1				1	1			1	184	5.28%
09-10	vuelta		7	69	36	19	9	7		2	8	3								1			161	4.62%
10-11	ida		7	50	24	22	9	48	3	1	1	7	5					1	1	1			181	5.19%
10-11	vuelta		2	44	24	15	6	5				4	1	2							1		103	2.95%
11-12	ida		6	34	15	15	6	32	4	2		12		1									129	3.70%
11-12	vuelta		7	26	15	13	6	2				10	3					1					83	2.38%
12-13	ida		8	45	21	16	9	21	2			18	9	3				1					153	4.39%
12-13	vuelta		3	34	15	6	3	4				6	3	2									76	2.18%
13-14	ida		5	56	30	20	12	25	2	1		9	5		1			1					167	4.79%
13-14	vuelta		3	43	21	14	6	4				3	2	1									97	2.78%
14-15	ida		4	48	24	20	9	30	1	2		5	1					1					147	4.22%
14-15	vuelta		5	44	24	16	9	4			1	7	2	1						1			113	3.24%
15-16	ida		5	54	27	23	12	32	8			1	2	1				2	1			1	169	4.85%
15-16	vuelta		6	58	27	15	9	15				4	3										138	3.96%
16-17	ida		8	34	18	10	6	31	3			9	6		1			1					127	3.64%
16-17	vuelta		6	27	12	8	3	3				11		1				1					72	2.06%
17-18	ida		4	23	12	15	9	25	2	2		16	15	2	1			1			1		138	3.96%
17-18	vuelta		2	22	9	9	6	6				14	5		2								78	2.24%
18-19	ida		3	20	9	16	6	31	4	9	1	19	12	1	1			1	1			1	135	3.87%
18-19	vuelta		3	18	9	12	6	5			1	5	8						2				69	1.98%
19-20	ida		2	30	6	6	3	24		4		13	4	2									74	2.12%
19-20	vuelta		1	12	6	3	0	2				2	1										27	0.77%
20-21	ida		2	3	0	0	0			2													7	0.20%
20-21	vuelta		1	2	0	2	0	1															6	0.17%
21-22	ida		1	0	0	0	0	1		1													3	0.09%
21-22	vuelta		0	0	1	0	2																3	0.09%
22-23	ida		0	0	0	0	0																0	0.00%
22-23	vuelta		0	0	0	0	0																0	0.00%
23-24	ida		0	0	0	0	0																0	0.00%
23-24	vuelta		0	0	0	0	0																0	0.00%
RESUMEN	ida		113	562	285	227	114	301	50	50	5	168	87	15	7	5	13	7	2	1	3	2		
RESUMEN	vuelta		73	545	264	176	78	88	0	3	8	95	38	10	1	0	4	5	0	1	1	0		
TOTAL			186	1107	549	403	192	489	50	53	13	263	125	25	8	5	17	12	2	2	4	2	3487	100.00%
%			5.33%	31.75%	15.74%	11.56%	5.51%	13.45%	1.43%	1.52%	0.37%	7.54%	3.58%	0.72%	0.23%	0.14%	0.49%	0.34%	0.06%	0.06%	0.11%	0.06%	100.00%	



Título :

"Comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani y mejoramiento mediante la aplicación del pavimento rígido"

Teóricas:

Bach. Domingo Morales Wilfredo Efraín

Fecha 11/04/2019

Bach. Elexaco Quinto Junior Edger

Revisado por Ing. Francisco Godíño Poma

Elaborado por


Bach. Domingo Morales Wilfredo Efraín - Bach. Elexaco Quinto Junior Edger

Estación E - 1

FORMATO RESUMEN DEL DÍA - CLASIFICACION VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

TIEMPO		CALLE LUIS GALVANI										ESTACION								Cuadra 2				
SENTIDO		CUADRA 2					CUADRA 2					E-1								E-1				
UBICACION		Cuadra 2										DIA Y FECHA								Miércoles 17 Abril 2019				
HORA	SENTIDO	MOTO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%	
					PICK UP	PANEL	RURAL (bomb)		3E	>=3E	3E	3E	4E	251/252	253	351/352	>=353	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01	Ida		1																				1	0.04%
	vuelta		1	1																			2	0.07%
01-02	Ida																						0	0.00%
	vuelta																						0	0.00%
02-03	Ida																						0	0.00%
	vuelta																						0	0.00%
03-04	Ida		1																				1	0.04%
	vuelta																						0	0.00%
04-05	Ida																						2	0.26%
	vuelta		1																				3	0.22%
05-06	Ida	1	2	1	5	2	11	2	2														27	1.38%
	vuelta	1	1	1	2		2		1														8	0.60%
06-07	Ida	11	24	12	5	3	13	3	4														111	4.13%
	vuelta	5	17	8	5	3	10		6	1													64	2.38%
07-08	Ida	12	11	5	16	8	15	2	4														102	3.80%
	vuelta	11	16	8	13	7	9		2	1													85	3.16%
08-09	Ida	13	21	11	26	13	12	4	4														138	5.14%
	vuelta	3	19	10	23	12	6		19	3													96	3.57%
09-10	Ida	9	13	6	18	9	9	5	5														101	3.76%
	vuelta	7	10	5	13	7	12		16	3													75	2.79%
10-11	Ida	4	11	6	11	6	21	5	4														88	3.28%
	vuelta	1	7	3	11	5	9		2	7													50	1.86%
11-12	Ida	5	19	9	21	11	18	3															112	4.17%
	vuelta	1	21	10	11	5	8		21	1													78	2.90%
12-13	Ida	8	13	7	18	9	21	4															98	3.65%
	vuelta	1	17	9	16	8	7		18	1													81	3.03%
13-14	Ida	7	9	5	16	8	12	4															113	4.23%
	vuelta	4	13	6	7	4	8		16	1													59	2.20%
14-15	Ida	9	7	4	22	11	27	4	2														107	3.88%
	vuelta	6	11	5	11	5	4		4	1													48	1.79%
15-16	Ida	12	15	8	10	5	18	3	4														107	3.88%
	vuelta	6	11	6	13	6	3		13	1													61	2.27%
16-17	Ida	11	21	11	24	12	12	6	6														129	4.80%
	vuelta	3	18	9	23	11	7		17	1													93	3.46%
17-18	Ida	12	21	10	22	11	13	4	7														126	4.69%
	vuelta	4	16	8	19	9	5		14	1													82	3.05%
18-19	Ida	6	17	9	22	11	17	3	6														97	3.61%
	vuelta	5	20	10	17	8	8		2	1													71	2.64%
19-20	Ida	8	18	9	11	6	11	6	8														100	3.72%
	vuelta	3	11	5	8	4	3		2	1													34	1.27%
20-21	Ida	7	6	3	7	3	24	3	4														57	2.12%
	vuelta	5	1	1	4	2	1																14	0.52%
21-22	Ida	4	3	1	3	1	15	1	1														29	1.08%
	vuelta	2	1	0	3	1	3																10	0.37%
22-23	Ida		1	0																			1	0.04%
	vuelta																						0	0.00%
23-24	Ida																						0	0.00%
	vuelta																						0	0.00%
RESUMEN	Ida	139	234	117	257	129	311	62	61	0	211	83	25	7	5	8	10	0	2	0	1			
	vuelta	67	212	105	197	97	106	0	12	2	169	24	10	1	0	3	7	1	1	2	1			
TOTAL		206	446	222	454	226	417	62	73	2	380	107	35	10	5	17	17	1	3	2	2	2687	100.00%	
%		7.67%	16.60%	8.26%	16.90%	8.41%	15.52%	2.31%	2.72%	0.07%	14.14%	3.88%	1.30%	0.37%	0.19%	0.63%	0.61%	0.04%	0.11%	0.07%	0.07%	100.00%		

ESTUDIO DE TRAFICO			
	Título :	Comportamiento del peaje rodado en la calle Luis Galvani y mejoramiento mediante la aplicación del peaje misto	
	Elaborado por :	Dach, Domingo-Morales Wilfredo Edwin Dach, Eleazar Quinto Junior Edgar	Fecha : Revisado por : Detallado :
		Dach, Domingo-Morales Wilfredo Edwin - Dach, Eleazar Quinto Junior Edgar	11/04/19a (17/04/19) Ing. E-1
CONTEO VEHICULAR - CALLE LUIS GALVANI - ATE VITARTE - LIMA			

### 1. RESUMEN DE AFORO DEL TRAFICO

MEDO DE TRANSPORTE	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	TOTAL	%
<b>Heliciclos Ligeros (V.L.)</b>									
Auto	221.00	255.00	171.00	52.00	154.00	186.00	306.00	1,145.00	8%
Auto	562.00	740.00	586.00	377.00	298.00	1,107.00	446.00	3,694.00	23%
Patino Waga	280.00	374.00	376.00	558.00	582.00	549.00	322.00	2,851.00	18%
Camioneta (pick up)	345.00	472.00	290.00	273.00	224.00	403.00	454.00	2,472.00	16%
Paseo	170.00	234.00	143.00	134.00	475.00	152.00	226.00	1,574.00	10%
Camión	17.00	389.00	312.00	292.00	475.00	459.00	417.00	2,332.00	15%
Motociclos	50.00	77.00	54.00	24.00	53.00	53.00	62.00	396.00	2%
<b>Total de V.L.</b>	<b>1,696.00</b>	<b>2,259.00</b>	<b>1,603.00</b>	<b>1,430.00</b>	<b>2,290.00</b>	<b>2,859.00</b>	<b>2,033.00</b>	<b>14,758.00</b>	<b>92%</b>
<b>Heliciclos Pesados (V.P.)</b>									
Camión 2 Ejes	25.00	37.00	53.00	15.00	50.00	53.00	73.00	306.00	2%
Camión 3 Ejes	15.00	21.00	8.00	-	8.00	13.00	2.00	67.00	0%
Camión 2 Ejes	227.00	212.00	187.00	-	373.00	203.00	300.00	1,702.00	11%
Camión 3 Ejes	107.00	145.00	25.00	-	137.00	125.00	117.00	657.00	4%
Camión 4 Ejes	25.00	37.00	15.00	-	30.00	25.00	35.00	147.00	1%
Semi Tractor 251 - 252	15.00	10.00	4.00	-	12.00	8.00	10.00	60.00	0%
Semi Tractor 253	5.00	5.00	3.00	-	5.00	5.00	5.00	28.00	0%
Semi Tractor 351 - 352	21.00	22.00	8.00	-	21.00	17.00	17.00	106.00	1%
Semi Tractor 353	17.00	14.00	13.00	-	10.00	12.00	17.00	83.00	0%
Tractor 272	2.00	2.00	1.00	-	1.00	2.00	1.00	9.00	0%
Tractor 273	2.00	2.00	1.00	-	2.00	2.00	3.00	12.00	0%
Tractor 372	3.00	3.00	2.00	-	2.00	4.00	3.00	18.00	0%
Tractor 373	3.00	3.00	2.00	-	2.00	2.00	2.00	14.00	0%
<b>Total de V.P.</b>	<b>474.00</b>	<b>583.00</b>	<b>318.00</b>	<b>15.00</b>	<b>654.00</b>	<b>515.00</b>	<b>654.00</b>	<b>3,209.00</b>	<b>19%</b>
<b>Total de Heliciclos</b>	<b>2,170.00</b>	<b>2,842.00</b>	<b>1,921.00</b>	<b>1,445.00</b>	<b>2,944.00</b>	<b>3,407.00</b>	<b>2,687.00</b>	<b>17,967.00</b>	<b>100%</b>

### 2. TRÁNSITO MEDIO DIARIO SEMANAL (TMDS)

Se obtiene a través de la siguiente relación

$$TMDS = \frac{TS}{7}$$

TMDS: Tránsito Medio Diario Semanal

TS: Tránsito durante una semana

En función a esta relación, en el siguiente cuadro se indica el TMDS correspondiente a los diferentes tramos del proyecto

TRÁNSITO DIARIO (TDI)								TMDS
JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	TOTAL	
2,170.00	2,842.00	2,120.00	1,425.00	2,948.00	3,407.00	2,687.00	17,967.00	2,569.57

### 3. TRÁNSITO MEDIO DIARIO ANUAL (TMDA)

Lo determinamos a partir de la siguiente fórmula

$$TMDA = TMDS \pm Ke$$

$$TMDA = TMDS \pm K \frac{S}{\sqrt{n}} \left( \frac{N-n}{N-1} \right)$$

Donde

TMDA: Tránsito Medio Diario Anual

TMDS: Tránsito Medio Diario Semanal

K: Número de desviaciones estándar correspondiente al nivel de confiabilidad deseado

k = 1.54, para un nivel de confiabilidad del 90%

k = 1.96, para un nivel de confiabilidad del 95%

s: Estimación de la desviación estándar poblacional

S: Estimación de la desviación estándar muestral

N: Número de días al año (365)

n: Número de días en una semana (7 días)

Día de Año 'Y':  $\mu = 7.00$  Día del año 'Y':  $\mu = 365$  Confiabilidad 'Y':  $\mu = 1.96$

Cálculo de la Desviación Estándar Muestral 'S':

$S = 626.70$

Cálculo de la Desviación Estándar Poblacional 's':


$s = 254.91$

Cálculo de Tránsito Medio Diario Anual 'TMDA':

$Mx_{max} = 3,027.00$

$Mx_{min} = 2,027.00$

**TMDA = 3,027.00** vehículos/día

ESTUDIO DE TRAFICO	
	Título: "Comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani y mejoramiento mediante la aplicación del pavimento misto"
Elaborado por:	Bach. Domingo Morales Wilfredo Echarín Bach. Diezcano Quinto Junior Edgar
Fecha:	11/04/19a 17:04:19
Revisado por:	Ing.
Estado:	E-1

**CONTEO VEHICULAR - CALLE LUIS GALVANI - ATE VITARTE - LIMA**

**4. PROYECCIÓN DEL TRÁNSITO MEDIO DIARIO**

Se determina a partir de la siguiente relación:

Donde: TMDA<sub>n</sub>: Tránsito Medio Diario Anual en el año n  
TMDA<sub>1</sub>: Tránsito Medio Diario Anual Inicial  
r: Razón de crecimiento anual  
n: Número de años a partir del año inicial

$$TMDA_n = TMDA_1 \times (1 + r)^n$$

Las proyecciones del tránsito de los vehículos se considera para un horizonte de planeamiento de 1 año para los procesos de aprobación, licitación y ejecución de obra y 20 años para el periodo de vida útil de la obra por lo tanto, el número de años para la proyección del tráfico, a partir del presente año, es de n = 20 años. Con relación a la razón de crecimiento, no se cuenta con registros del flujo de tránsito por años, pero considerando que la calle en estudio, es una calle recientemente (poco) por el flujo vehicular que presenta, ya que esta calle integra nuevas calles, con viviendas pobladas en proceso de crecimiento y desarrollo, estimamos que la tasa de crecimiento vehicular, una vez pavimentada la calle, sea del 4% anual.

En el cuadro siguiente se indica la proyección del Tránsito Medio Diario Anual para los diferentes años de vida útil del Proyecto:

TMDA	r (%)	TMDA <sub>n</sub>										
		ANO 0	PERIODO DE DISEÑO (10 AÑOS)									
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
3,027.00	4	3,027	3,148	3,274	3,405	3,541	3,683	3,830	3,983	4,143	4,309	4,481
		n=0	n=1	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10

TMDA	r (%)	TMDA <sub>n</sub>									
		PERIODO DE DISEÑO (20 AÑOS)									
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
3,027.00	4	4895	4946	5040	5142	5251	5367	5490	5620	5757	5903
		n=11	n=12	n=13	n=14	n=15	n=16	n=17	n=18	n=19	n=20

**5. CÁLCULO DEL TRÁNSITO VEHICULAR ACUMULADO**

El Tránsito Acumulado lo obtenemos a través de la siguiente fórmula:

Donde: TVA: Tránsito acumulado de vehículos en n años  
TV<sub>1</sub>: Tránsito de vehículos en el año inicial  
r: Razón de crecimiento anual (r = 4%)  
n: Número de años del tráfico acumulado (n = 5)

$$TVA = TV_1 \times \left[ \frac{(1 + r)^n - 1}{r} \right]$$

Los resultados del cálculo del Tránsito Vehicular Acumulado son los que se evidencian a continuación:


TRÁNSITO VEHICULAR ACUMULADO DE 10 AÑOS					
TMDA INICIAL (2017)	Nº VEH. INICIAL (2017)	TMDA FINAL (2027)	Nº VEH. FINAL (2027)	PERIODO DE DISEÑO (n)	Nº VEH. ACUM. (2027)
(1)	(2) = (1) x 20%	(3)	(4) = (3) x 20%	(5)	(6) = (2) x (5) + (4) x (5)
3,027.00	11,482.00	4,481.00	15,239.00	10.00	13,742.00.00

TRÁNSITO VEHICULAR ACUMULADO DE 20 AÑOS					
TMDA INICIAL (2017)	Nº VEH. INICIAL (2017)	TMDA FINAL (2027)	Nº VEH. FINAL (2027)	PERIODO DE DISEÑO (n)	Nº VEH. ACUM. (2027)
(1)	(2) = (1) x 20%	(3)	(4) = (3) x 20%	(5)	(6) = (2) x (5) + (4) x (5)
3,027.00	11,482.00	9,023.00	30,758.00	20.00	38,256.00.00

**6. ÍNDICE MEDIO DIARIO (IMD)**

$$IMD = \frac{3,027.00}{\text{vehículo/día}}$$

**ESTUDIO DE TRAFICO**

	Título :	"Compartimiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani y reasfaltamiento mediante la aplicación del pavimento rto"				
	Teléfono:	Bach. Domingo Morales Wilfredo Elhain	Fecha :	11/04/19 a 17/04/19		
	Elaborado por:	Bach. Diacoro Quinto Junior Edgar	Revisado por :	Ing.		
	Revisado por:	Bach. Domingo Morales Wilfredo Elhain - Bach. Diacoro Quinto Junior Edgar	Edición :	E-1		

**DETERMINACION DEL EBAL (EJES EQUIVALENTES) - JR. ATAHUALPA**

**1. RESUMEN DE AFORO DEL TRAFICO**

MEDO DE TRANSPORTE	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	TOTAL	%
<b>Vehículos Ligeros (V.L.)</b>									
Moto	221.00	356.00	171.00	52.00	154.00	186.00	206.00	1.146.00	6%
Auto	952.00	748.00	595.00	277.00	298.00	1,107.00	446.00	3,924.00	22%
Station Wagon	260.00	374.00	276.00	88.00	582.00	549.00	222.00	2,851.00	16%
Camioneta (pick up)	346.00	472.00	290.00	273.00	234.00	403.00	454.00	2,472.00	14%
Panel	170.00	294.00	143.00	134.00	475.00	182.00	226.00	1,674.00	9%
Camión	67.00	389.00	312.00	382.00	475.00	489.00	417.00	2,332.00	13%
Micra	50.00	77.00	54.00	34.00	83.00	50.00	42.00	390.00	2%
<b>Total de V.L.</b>	<b>1,996.00</b>	<b>2,369.00</b>	<b>1,902.00</b>	<b>1,020.00</b>	<b>2,282.00</b>	<b>2,858.00</b>	<b>2,033.00</b>	<b>14,758.00</b>	<b>82%</b>
<b>Vehículos Pesados (V.P.)</b>									
Camión 2 Ejes	25.00	37.00	53.00	15.00	50.00	53.00	73.00	306.00	2%
Camión 3 Ejes	15.00	21.00	6.00	-	8.00	13.00	2.00	65.00	0%
Camión 2 Ejes	237.00	272.00	180.00	-	373.00	263.00	380.00	1,725.00	9%
Camión 3 Ejes	107.00	146.00	36.00	-	137.00	126.00	107.00	666.00	4%
Camión 4 Ejes	20.00	27.00	10.00	-	30.00	25.00	36.00	147.00	1%
Semir Tractor 251 - 262	16.00	10.00	4.00	-	12.00	8.00	10.00	60.00	0%
Semir Tractor 263	5.00	5.00	3.00	-	6.00	5.00	5.00	29.00	0%
Semir Tractor 301 - 302	21.00	22.00	8.00	-	21.00	17.00	17.00	106.00	1%
Semir Tractor >=303	17.00	14.00	13.00	-	10.00	12.00	17.00	83.00	0%
Tractor 2T2	2.00	2.00	1.00	-	1.00	2.00	1.00	9.00	0%
Tractor 2T3	2.00	2.00	1.00	-	2.00	2.00	3.00	12.00	0%
Tractor 3T2	3.00	3.00	2.00	-	2.00	4.00	2.00	16.00	0%
Tractor >=3T3	3.00	3.00	2.00	-	2.00	2.00	2.00	14.00	0%
<b>Total de V.P.</b>	<b>474.00</b>	<b>503.00</b>	<b>318.00</b>	<b>15.00</b>	<b>684.00</b>	<b>631.00</b>	<b>694.00</b>	<b>3,209.00</b>	<b>18%</b>
<b>Total de Vehículos</b>	<b>2,470.00</b>	<b>2,872.00</b>	<b>2,120.00</b>	<b>1,035.00</b>	<b>2,966.00</b>	<b>3,487.00</b>	<b>2,727.00</b>	<b>17,967.00</b>	<b>100%</b>

**TIPIFICACIÓN VEHICULAR**

Vehículos Ligeros	14,758.00	82%
Vehículos Pesados	3,209.00	18%
<b>Total de Vehículos</b>	<b>17,967.00</b>	<b>100%</b>



**2. TRÁNSITO MEDIO DIARIO SEMANAL (TMDS)**

Se obtiene a través de la siguiente relación

$$TMDS = \frac{TS}{7}$$

TMDS: Tránsito Medio Diario Semanal  
TS: Tránsito durante una semana

En función a esta relación, en el siguiente cuadro se indica el TMDS correspondiente a las diferentes horas del proyecto

TRANSGITO DIARIO (TD)								TOTAL	TMDS
JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES			
2,170.00	2,322.00	2,120.00	1,035.00	2,966.00	3,487.00	2,687.00	17,967.00	2,567.00	

**3. FACTOR DE CORRECCIÓN DIARIA**

Factor de Corrección Diaria (FD)								
DA	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	TOTAL
TD	2,170.00	2,322.00	2,120.00	1,035.00	2,966.00	3,487.00	2,687.00	17,967.00
$\frac{TS}{TD}$	0.64534475	1.03253728	0.629866771	0.03503269	1.147643163	1.383385014	1.048747176	
FD	1.182546309	0.67657871	1.210346057	1.57000581	0.87050364	0.726102861	0.955340528	

$$\text{Factor Diario} = FD = \frac{1}{\frac{TD}{TMDS}}$$



**ESTUDIO DE TRAFICO**

	<b>Título :</b>	"Comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani y mejoramiento mediante la aplicación del pavimento malla"	<b>Fecha :</b>	11/04/19 a 17/04/19
	<b>Trabaja:</b>	Bach. Domingo Morales Wilfredo Estrin Bach. Deciano Quinto Junior Edger	<b>Revisado por :</b>	Ing.
	<b>Elaborado por</b>	Bach. Domingo Morales Wilfredo Estrin - Bach. Deciano Quinto Junior Edger	<b>Edición :</b>	E-1
	<b>DETERMINACION DEL EBAL (EJES EQUIVALENTES) - JR. ATAHUALPA</b>			

**4. TRANSITO PROMEDIO DIARIO SEMANAL (Corregido):**

MEDIO DE TRANSPORTE	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	TOTAL
<b>Vehículos Ligeros (V.L.)</b>								
Moto	261.43	136.17	207.06	81.64	134.19	136.33	196.80	1,154.21
Auto	664.82	887.12	673.23	434.90	259.86	814.93	426.00	3,000.75
Station Wagon	331.23	328.56	334.19	676.08	615.84	454.15	213.09	3,002.14
Camioneta (pick up)	405.30	414.86	361.15	426.62	203.90	296.67	433.72	2,538.02
Panel	201.10	206.57	173.15	210.38	413.89	141.34	215.91	1,561.36
Camión	75.26	262.67	377.78	468.45	414.78	345.26	366.38	2,306.57
Micro	59.15	67.65	65.39	53.38	54.90	36.91	59.23	396.46
<b>Total de V.L.</b>	<b>2,006.26</b>	<b>2,072.40</b>	<b>2,191.85</b>	<b>2,543.45</b>	<b>1,987.14</b>	<b>2,178.16</b>	<b>1,943.21</b>	<b>14,918.82</b>
<b>Vehículos Pesados (V.P.)</b>								
Omnibus 2 Ejes	29.57	30.50	64.19	23.55	43.57	39.02	69.74	302.13
Omnibus 3 Ejes	18.93	18.45	7.27	-	6.97	9.57	1.91	63.09
Camión 2 Ejes	286.36	268.95	217.95	-	326.01	193.81	363.03	1,618.82
Camión 3 Ejes	126.58	127.30	42.38	-	119.38	92.02	102.22	609.86
Camión 4 Ejes	23.86	23.72	12.11	-	26.14	18.40	33.44	137.67
Semi Tractor 251 - 252	18.93	8.73	4.84	-	10.46	5.89	9.95	58.45
Semi Tractor 253	5.91	4.39	3.63	-	5.23	3.46	4.76	27.63
Semi Tractor 351 - 352	24.84	19.33	9.89	-	18.30	12.51	16.24	100.91
Semi Tractor =>353	20.11	12.30	16.74	-	8.71	8.83	16.24	81.94
Trayler 2T2	2.37	1.76	1.21	-	0.67	1.47	0.96	8.63
Trayler 2T3	2.37	1.76	1.21	-	1.74	1.47	2.87	11.41
Trayler 3T2	3.95	2.64	2.42	-	1.74	2.94	1.91	15.20
Trayler =>3T3	3.95	2.64	2.42	-	1.74	1.47	1.91	13.73
<b>Total de V.P.</b>	<b>479.09</b>	<b>441.81</b>	<b>343.88</b>	<b>23.55</b>	<b>621.07</b>	<b>362.82</b>	<b>571.34</b>	<b>2,731.87</b>
<b>Total de Vehículos</b>	<b>2,485.35</b>	<b>2,514.21</b>	<b>2,535.73</b>	<b>2,567.00</b>	<b>2,608.21</b>	<b>2,540.98</b>	<b>2,514.55</b>	<b>17,650.69</b>

El Tránsito Medio Diario Semanal (Corregido):

2,521.88 Vehículos

**5. FACTOR DE AJUSTE ESTACIONAL**

<b>Me Generado</b>	Abril
<b>Edición</b>	cuacha 2
<b>Factor de Ajuste Estacional</b>	0.9036
<b>Factor de Ajuste Estacional</b>	1.005

MEDIO DE TRANSPORTE	TOTAL	TOTAL CORREGIDO
<b>Vehículos Ligeros (V.L.)</b>		
Moto	1,154.21	1,112.20
Auto	3,000.75	2,787.67
Station Wagon	3,002.14	2,850.86
Camioneta (pick up)	2,538.02	2,448.03
Panel	1,561.36	1,504.82
Camión	2,306.57	2,281.51
Micro	396.46	382.06
<b>Total de V.L.</b>	<b>14,918.82</b>	<b>14,378.48</b>
<b>Vehículos Pesados (V.P.)</b>		
Omnibus 2 Ejes	302.13	321.77
Omnibus 3 Ejes	63.09	67.19
Camión 2 Ejes	1,618.82	1,724.85
Camión 3 Ejes	609.86	649.80
Camión 4 Ejes	137.67	146.40
Semi Tractor 251 - 252	58.45	62.25
Semi Tractor 253	27.63	28.42
Semi Tractor 351 - 352	100.91	107.47
Semi Tractor =>353	81.94	87.26
Trayler 2T2	8.63	9.19
Trayler 2T3	11.41	12.16
Trayler 3T2	15.20	16.19
Trayler =>3T3	13.73	14.62
<b>Total de V.P.</b>	<b>136.82</b>	<b>144.62</b>
<b>Total de Vehículos</b>	<b>15,055.64</b>	<b>14,523.10</b>

## ESTUDIO DE TRAFICO

	Título : Comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvani y mejoramiento mediante la aplicación del pavimento rígido		
	Elaborado por : Bach. Domingo Morales Wilfredo Echarri	Fecha : 11/04/19 a 17/04/19	
	Bach. Decaro Quinto Junior Edgar	Revisado por : Ing.	
	Bach. Domingo Morales Wilfredo Echarri - Bach. Decaro Quinto Junior Edgar	Edición : 0 - 1	

### DETERMINACION DEL ESAL (EJES EQUIVALENTES) - JR. ATAHUALPA

El Tránsito Medio Diario Semanal (Corregido): 2,817.74 Vehículos

#### 6. INDICE MEDIO DIARIO ANUAL (MDA)

MEDO DE TRANSPORTE	AFORO VEHICULAR	TRANSITO DERIVADO	TRANSITO GENERADO	MD	MDA
<b>Vehículos Ligeros (V.L.)</b>					
Auto	1,112.00	-	-	159.00	56,036.00
Auto	3,766.00	-	-	541.00	197,468.00
Station Wagon	2,880.00	-	-	413.00	150,746.00
Camioneta (pick up)	2,446.00	-	-	349.00	127,366.00
Panel	1,506.00	-	-	215.00	76,475.00
Combo	2,282.00	-	-	322.00	117,500.00
Motoc	360.00	-	-	51.00	20,075.00
<b>Total de VL</b>	<b>14,378.00</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2,094.00</b>	<b>746,710.00</b>
<b>Vehículos Pesados (V.P.)</b>					
Camión 2 Ejes	320.00	-	-	46.00	16,790.00
Camión 3 Ejes	67.00	-	-	10.00	3,650.00
Camión 2 Ejes	1,724.00	-	-	246.00	89,790.00
Camión 3 Ejes	680.00	-	-	90.00	33,946.00
Camión 4 Ejes	146.00	-	-	21.00	7,665.00
Semi Tractor 251 - 252	62.00	-	-	9.00	3,266.00
Semi Tractor 253	26.00	-	-	4.00	1,460.00
Semi Tractor 261 - 262	107.00	-	-	15.00	5,475.00
Semi Tractor =303	67.00	-	-	12.00	4,360.00
Tractor 272	9.00	-	-	1.00	365.00
Tractor 273	12.00	-	-	2.00	730.00
Tractor 372	16.00	-	-	2.00	730.00
Tractor =373	16.00	-	-	2.00	730.00
<b>Total de VP</b>	<b>3,246.00</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>463.00</b>	<b>186,666.00</b>
<b>Total de Vehículos</b>	<b>17,624.00</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2,557.00</b>	<b>933,376.00</b>

#### 7. TASA DE CRECIMIENTO VEHICULAR (%)

Plantearmos las relaciones entre las bases de crecimiento anual del tráfico y las bases de crecimiento de las variables aplicativas de población y PBI.

- $t_p$  \* Tasa de Crecimiento Anual de Vehículos de Pasajeros
- $t_c$  \* Tasa de Crecimiento Anual de Vehículos de Carga
- $t_{pa}$  \* Tasa de Crecimiento Anual de la Población en el Área de Influencia
- $t_{pb}$  \* Tasa de Crecimiento Anual del PBI de la Región

Según el INEI, el resultado de los Censos Nacionales '97 de población, '97 de vivienda de Lima, arroja una base de crecimiento proyectado para el año 2010-2015

$$\frac{P_{(V.L.)}}{P_{(pob.)}} = \frac{P_{(V.P.)}}{P_{(PBI)}} \quad t_p * t_{pb} = 1.3 \%$$

Según el INEI - Dirección de Cuentas Nacionales se obtuvo un PBI referencial de 3.7%, lo cual representará el crecimiento de vehículos pesados

$$\frac{P_{(V.P.)}}{P_{(PBI)}} = \frac{P_{(PBI)}}{P_{(PBI)}} \quad t_c * t_{pb} = 3.7 \%$$

Con estas Consideraciones, tenemos:

Periodo de Diseño (n) 20 años


Tasa de Crecimiento de Vehículos Livianos -  $K_{(VL)}$ : 22.6731006

Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados -  $K_{(VP)}$ : 26.6660002

$$K_i = \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$



**ESTUDIO DE TRAFICO**

	<b>Título :</b>	"Comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Delavay y mejoramiento mediante la aplicación del pavimento rígido"		
	<b>Trabaja:</b>	Bach. Domingo Morales Wilfredo Echarri	<b>Fecha :</b>	11/04/19 a 11/04/19
	<b>Revisado por :</b>	Bach. Diezcano Quinto Junior Edgar	<b>Ing.:</b>	
<b>Elaborado por :</b>	Bach. Domingo Morales Wilfredo Echarri - Bach. Diezcano Quinto Junior Edgar	<b>Dibujado :</b>		0-1

**DETERMINACION DEL ESAL (EJES EQUIVALENTES) - JR. ATAHUALPA**

**EL EJE EQUIVALENTE (ES)**

Medio de Transporte	Long. Max. (m)	E. S. Delantero	Eje Simple Posterior			Eje Tandem		Eje Tridem
			1er Eje	2do Eje	3er Eje	1er Eje	2do Eje	
			Peso Max	Peso Max	Peso Max	Peso Max	Peso Max	
<b>Vehículos Livianos (V.L.)</b>								
Moto								-
Auto								-
Station Wagon								-
Camioneta (pick up)								-
Panel								-
Camión								-
Micro								-
<b>Vehículos Pesados (V.P.)</b>								
Camión 2 Ejes	13.20	7.00	11.00	-	-	-	-	-
Camión 3 Ejes	14.00	7.00	-	-	10.00	-	-	-
Camión 2 Ejes	12.30	7.00	11.00	-	-	-	-	-
Camión 3 Ejes	13.20	7.00	-	-	10.00	-	-	-
Camión 4 Ejes	13.20	7.00	-	-	-	-	-	23.00
Semi Tractor 2S1 - 2S2	20.50	7.00	11.00	-	-	-	10.00	-
Semi Tractor 2S3	20.50	7.00	11.00	-	-	-	-	25.00
Semi Tractor 3S1 - 3S2	20.50	7.00	11.00	-	-	10.00	10.00	-
Semi Tractor 3S3	20.50	7.00	-	-	-	-	10.00	25.00
Tractor 2T2	23.00	7.00	11.00	-	-	11.00	11.00	-
Tractor 2T3	23.00	7.00	11.00	11.00	-	-	10.00	-
Tractor 3T2	23.00	7.00	-	11.00	11.00	-	10.00	-
Tractor 3T3	23.00	7.00	-	11.00	-	10.00	10.00	-
			$\left(\frac{P}{30.5}\right)^4$	$\left(\frac{P}{30.5}\right)^4$		$\left(\frac{P}{15.25}\right)^4$	$\left(\frac{P}{15.25}\right)^4$	

Medio de Transporte	Long. Max. (m)	E. S. Delantero	Eje Simple Posterior			Eje Tandem		Eje Tridem	Total
			1er Eje	2do Eje	3er Eje	1er Eje	2do Eje		
			Peso Max	Peso Max	Peso Max	Peso Max	Peso Max		
<b>Vehículos Livianos (V.L.)</b>									
Moto		-	-	-	-	-	-	-	
Auto		-	-	-	-	-	-	-	
Station Wagon		-	-	-	-	-	-	-	
Camioneta (pick up)		-	-	-	-	-	-	-	
Panel		-	-	-	-	-	-	-	
Camión		-	-	-	-	-	-	-	
Micro		-	-	-	-	-	-	-	
<b>Vehículos Pesados (V.P.)</b>									
Camión 2 Ejes	13.20	1.2728	3.3948	-	-	-	-	4.6677	
Camión 3 Ejes	14.00	1.2728	-	-	2.3427	-	-	3.6156	
Camión 2 Ejes	12.30	1.2728	3.3948	-	-	-	-	4.6677	
Camión 3 Ejes	13.20	1.2728	-	-	3.7371	-	-	5.0098	
Camión 4 Ejes	13.20	1.2728	-	-	-	-	3.6984	4.9692	
Semi Tractor 2S1 - 2S2	20.50	1.2728	3.3948	-	-	-	3.4680	8.0927	
Semi Tractor 2S3	20.50	1.2728	3.3948	-	-	-	-	4.1640	
Semi Tractor 3S1 - 3S2	20.50	1.2728	3.3948	-	-	3.4680	3.4680	11.5237	
Semi Tractor 3S3	20.50	1.2728	-	-	-	-	3.4680	8.0928	
Tractor 2T2	23.00	1.2728	3.3948	-	-	3.3348	3.3348	11.2773	
Tractor 2T3	23.00	1.2728	3.3948	3.3948	-	-	3.4680	11.4005	
Tractor 3T2	23.00	1.2728	-	3.3948	3.3948	-	3.4680	11.4005	
Tractor 3T3	23.00	1.2728	-	3.3948	-	3.4680	3.4680	11.5237	

## ESTUDIO DE TRAFICO

	<b>Título :</b> "Comportamiento del pavimento rígido en la calle Luis Galvarry mejoramiento mediante la aplicación del pavimento rígido"		
	<b>Elaborado por :</b> Ing. Donato Quinto Junior Edgar	<b>Fecha :</b>	11/04/19 a 17/04/19
	<b>Revisado por :</b> Ing.	<b>Revisado por :</b>	Ing.
	<b>Elaborado por :</b> Ing. Donato Quinto Junior Edgar - Ing. Donato Quinto Junior Edgar	<b>Edición :</b>	0-1

### DETERMINACION DEL ESAL (EJES EQUIVALENTES) - JR. ATAHUALPA

Medio de Transporte	MCA	Eje Equivalente	Tasa Crecimiento Vr	ESAL
<b>Vehículos Ligeros (V.L.)</b>				
Moto	50,000.00	0.0001	22.6730	131.59
Auto	197,400.00	0.0001	22.6730	447.73
Chalán Wagon	150,740.00	0.0001	22.6730	341.00
Camioneta (veh. util)	127,300.00	0.0001	22.6730	288.00
Panel	70,470.00	0.0001	22.6730	177.00
Camión	117,500.00	0.0001	22.6730	268.40
Micro	20,070.00	0.0001	22.6730	48.52
<b>Vehículos Pesados (V.P.)</b>				
Camión 2 Ejes	16,700.00	4.8077	20.6800	2,220,300.41
Camión 3 Ejes	3,050.00	3.0198	20.6800	300,800.00
Camión 2 Ejes	60,700.00	4.8077	20.6800	11,940,004.28
Camión 3 Ejes	33,040.00	5.0000	20.6800	4,900,120.17
Camión 4 Ejes	7,000.00	4.2602	20.6800	1,007,114.00
Semi Tractor 201 - 202	3,200.00	0.0007	20.6800	764,070.00
Semi Tractor 203	1,400.00	0.7726	20.6800	360,741.20
Semi Tractor 201 - 202	5,470.00	11.5237	20.6800	1,071,344.00
Semi Tractor 1=202	4,200.00	0.6000	20.6800	1,124,700.00
Tractor 2T3	300.00	11.3773	20.6800	110,077.14
Tractor 2T3	700.00	11.4000	20.6800	240,200.00
Tractor 3T3	700.00	11.4000	20.6800	240,200.00
Tractor 1=3T3	700.00	11.5237	20.6800	242,040.9103
<b>DETERMINACION DEL ESAL</b>				<b>20,547,494.14</b>

#### 8. FACTOR DE DIRECCION (FD)

El coeficiente adoptado para este factor se debe a que la vía tiene un ancho de 6.20m, en donde las vehículos abordados son en ambos sentidos

Factor de Dirección (FD)

0.50

#### 10. FACTOR DE CARRIL (FC)

Se tendrá las siguientes consideraciones:

Factor Carril (FC)

1.00

IP de Carril en una Solo Dirección	% de ESAL en el Carril de Diseño
1	100
2	80 A 100
3	60 A 80
4	50 A 75

#### 11. CÁLCULO DEL W18:

$$W_{18} = ESAL \times FC \times FD$$

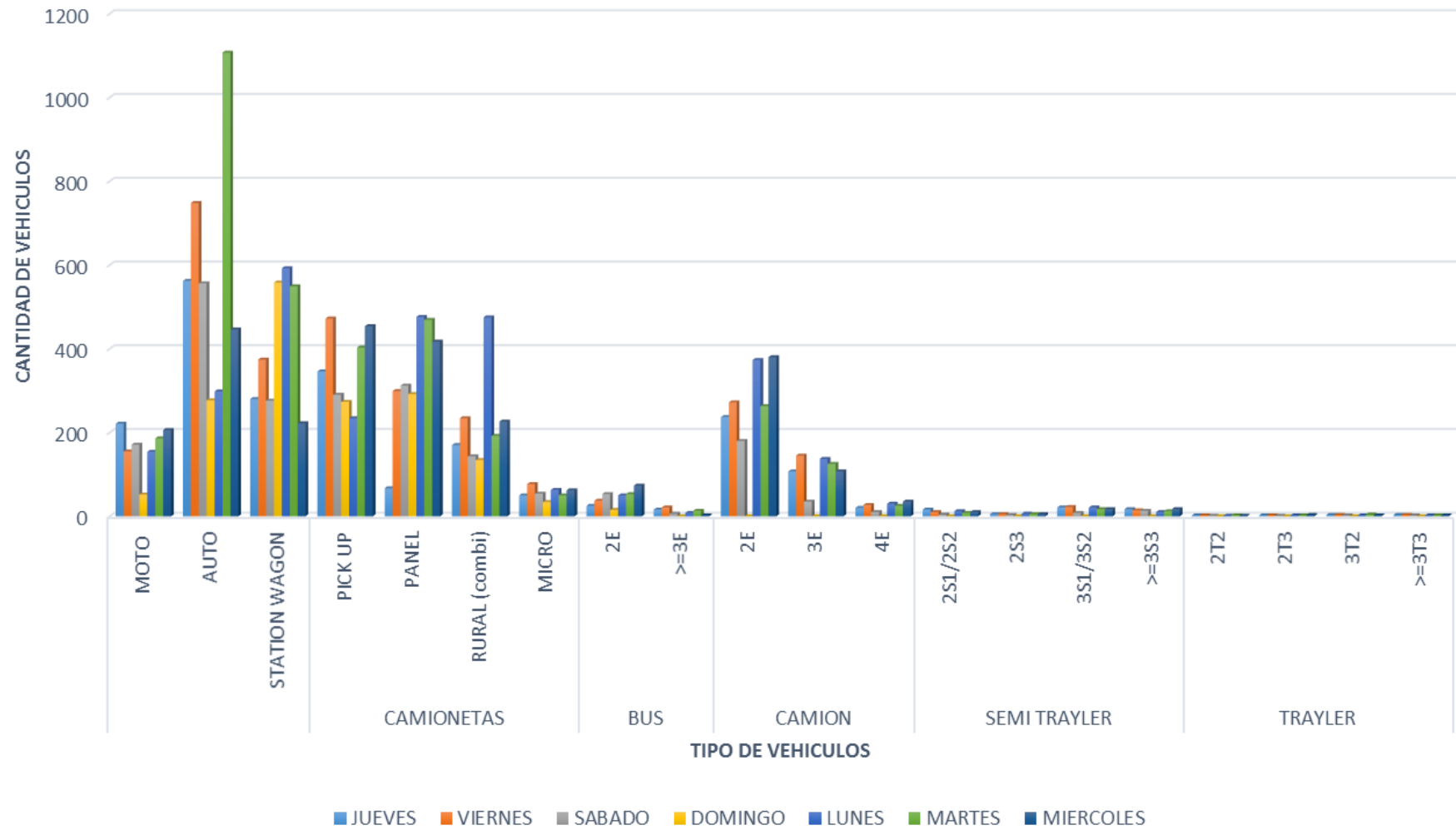
W18: Número esperado de repeticiones de ejes equivalentes a 0.2 t en el periodo de diseño.

W18: 12,773,747.00

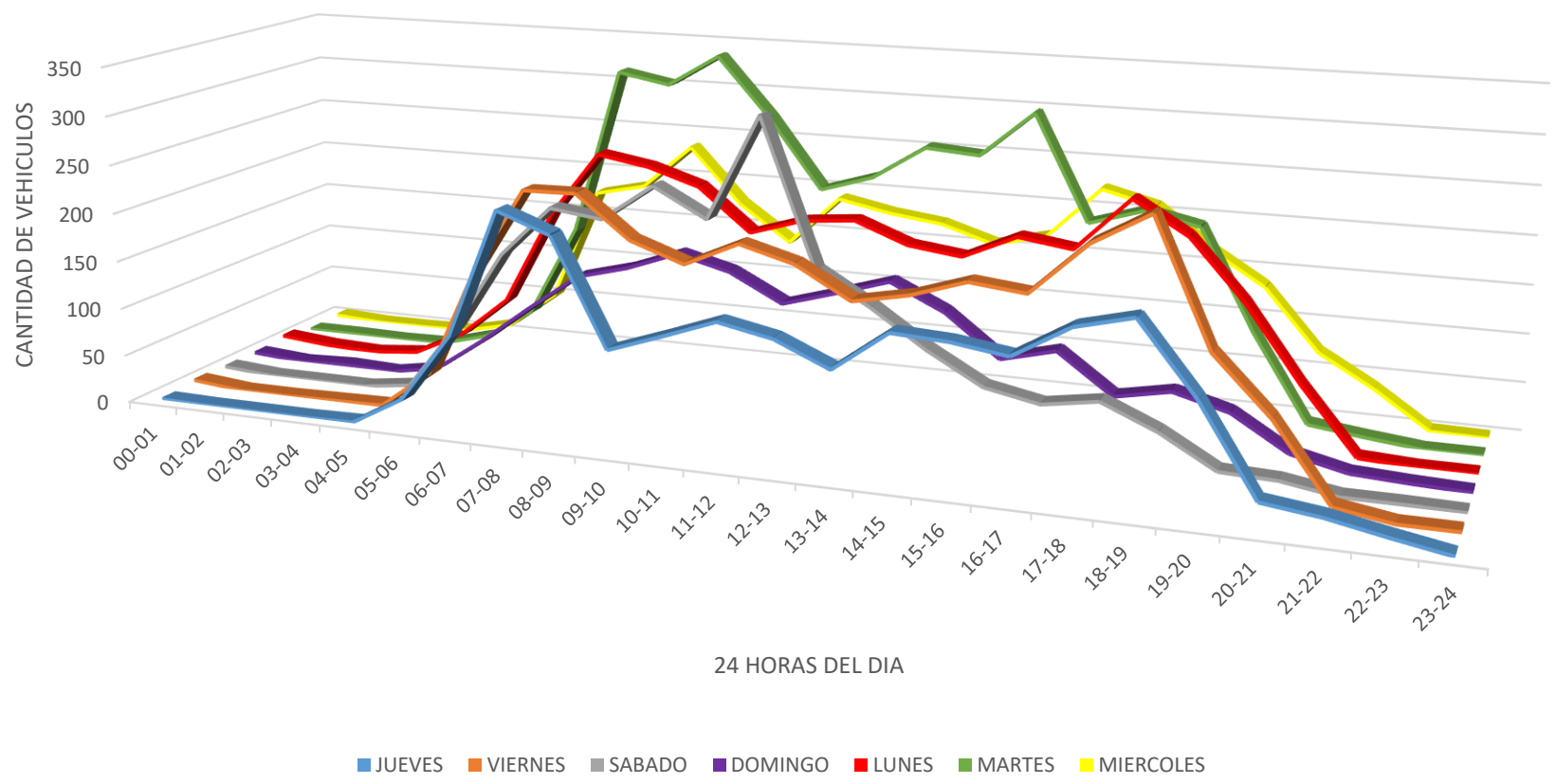
12,773,747.00

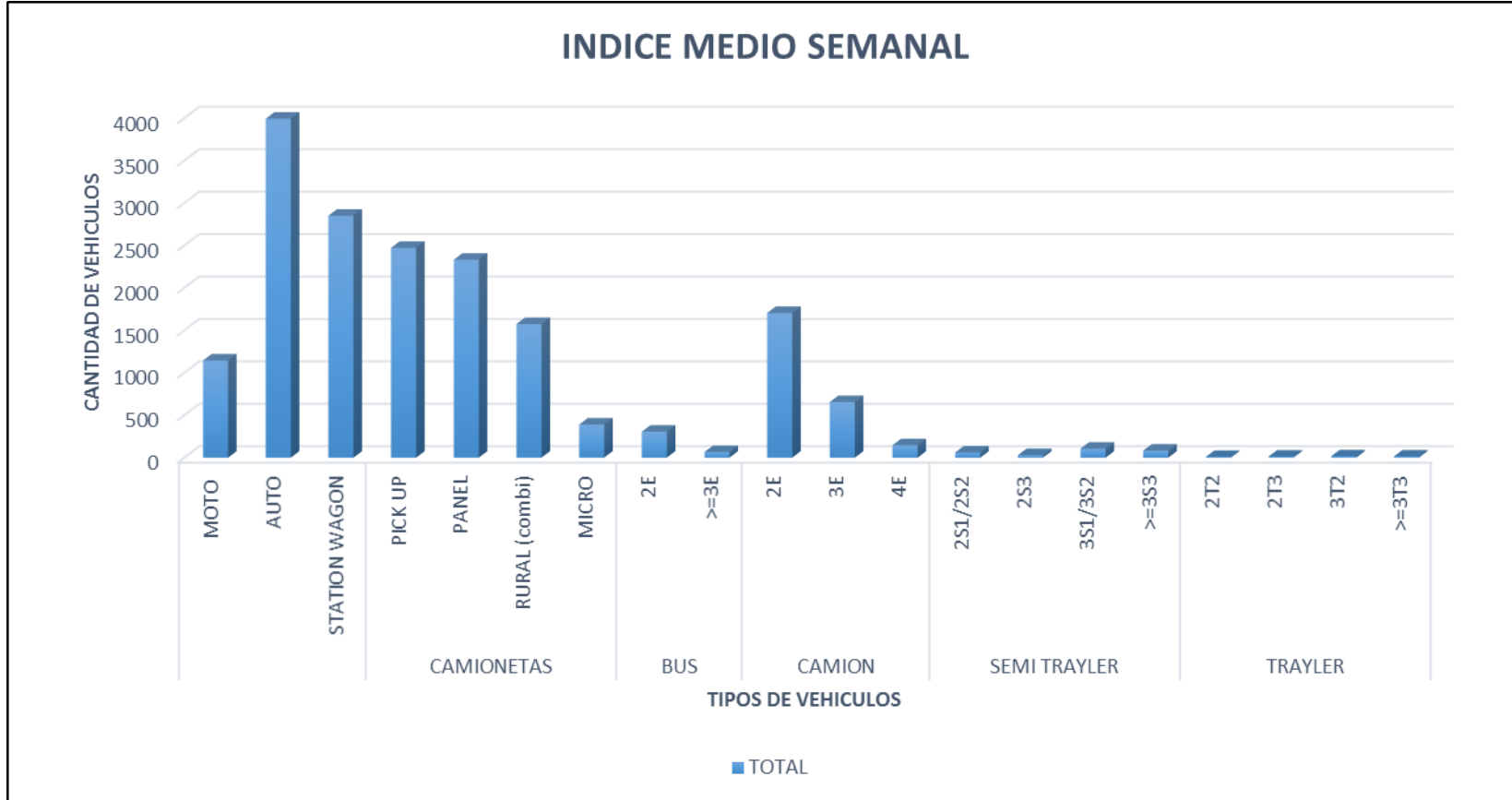
# **EVALUACION DE TRÁFICO**

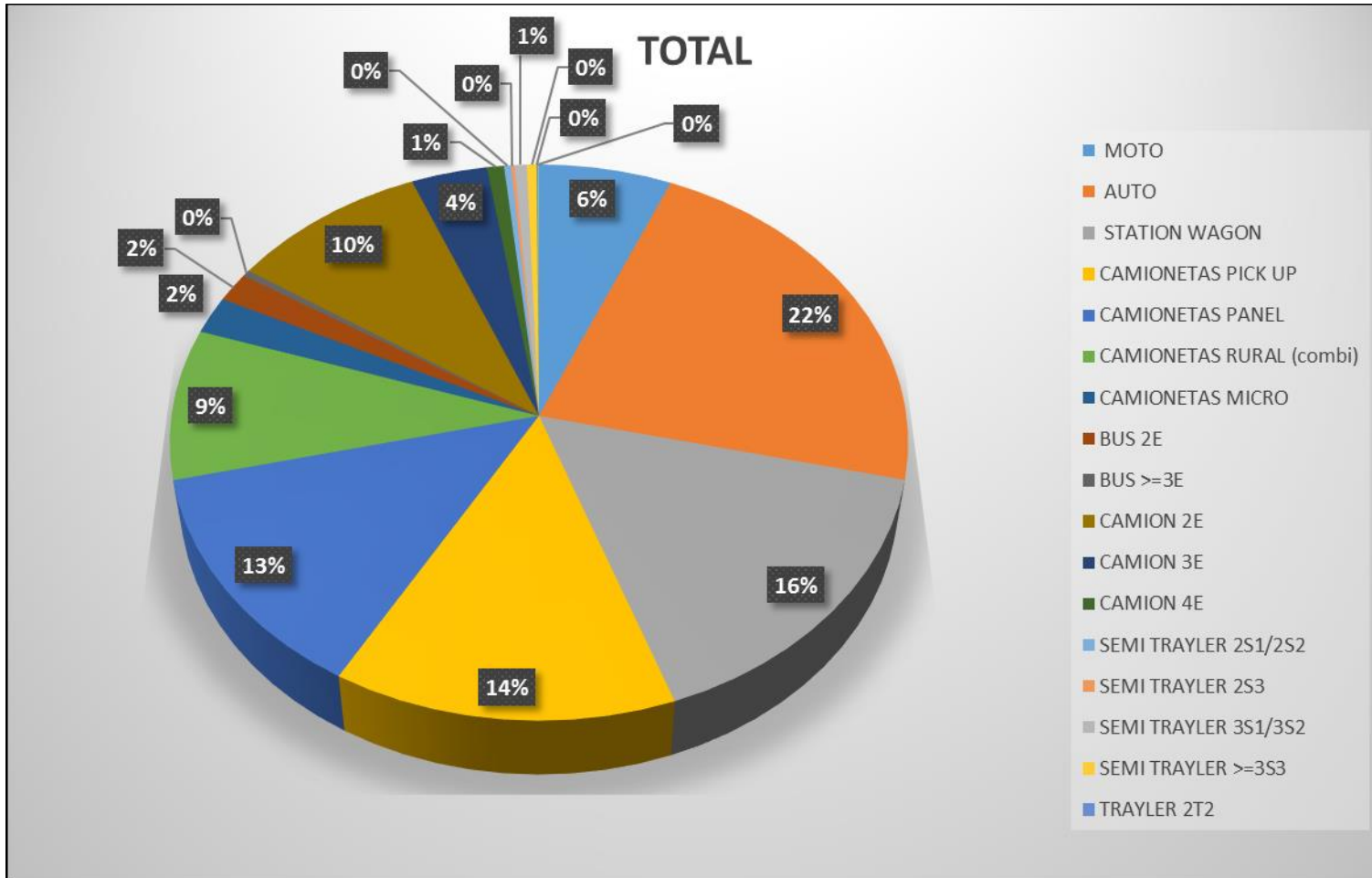
## VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO DEL 11/04/19 AL 17/04/19



VARIACION TOTAL POR HORAS Y POR DIAS DE VEHICULOS DEL 11/04/19 AL 17/04/19



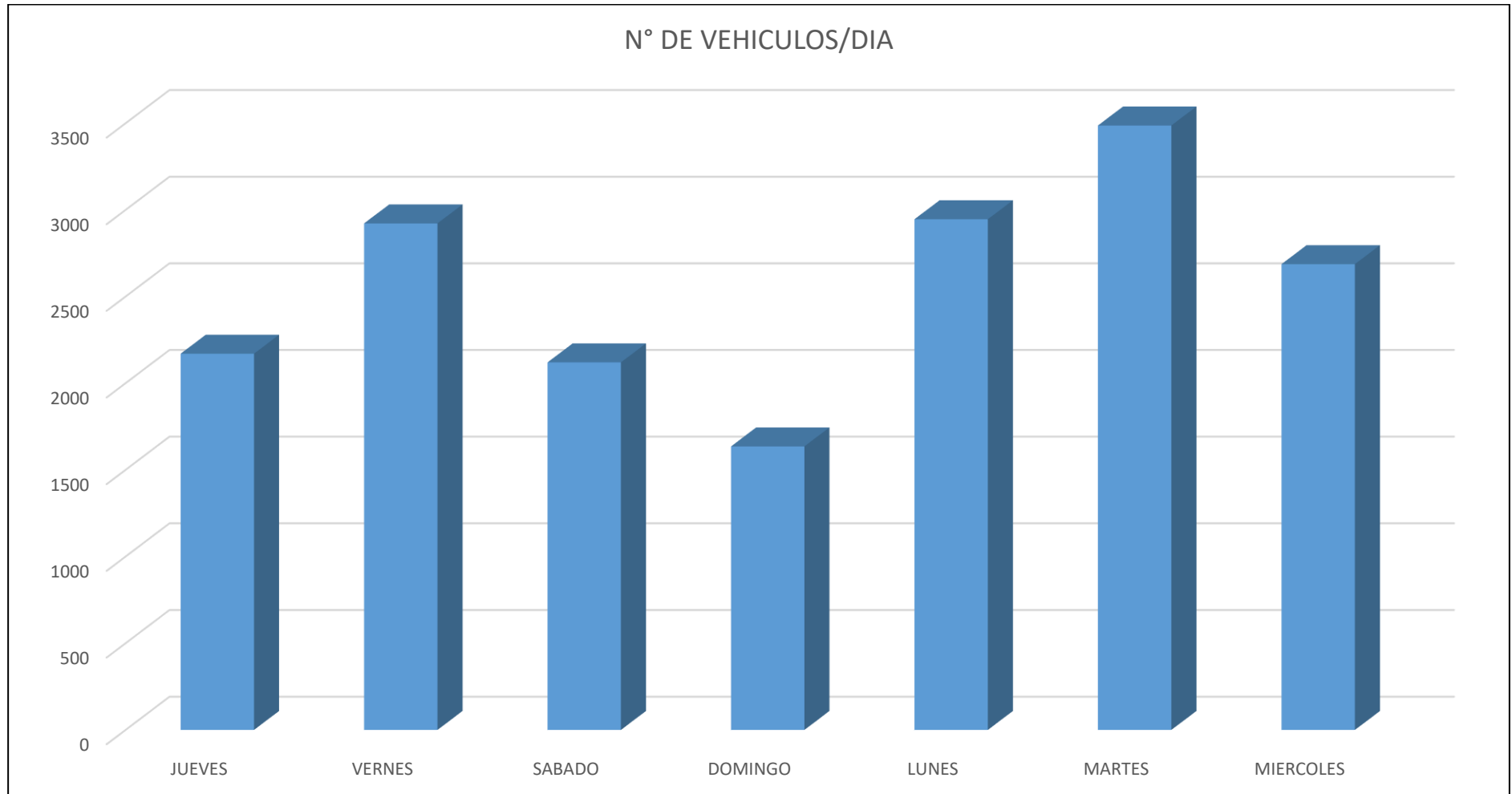




CONTEO VEHICULAR								
TIPO DE VEHICULO		DIA DE LA SEMANA						
		JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES
	MOTO	221	155	171	52	154	186	206
	AUTO	562	748	556	277	298	1107	446
	STATION WAGON	280	374	276	558	592	549	222
CAMIONETAS	PICK UP	346	472	290	273	234	403	454
	PANEL	67	299	312	292	476	469	417
	RURAL (combi)	170	234	143	134	475	192	226
	MICRO	50	77	54	34	63	50	62
BUS	2E	25	37	53	15	50	53	73
	>=3E	16	21	6	0	8	13	2
CAMION	2E	237	272	180	0	373	263	380
	3E	107	145	35	0	137	125	107
	4E	20	27	10	0	30	25	35
SEMI TRAYLER	2S1/2S2	16	10	4	0	12	8	10
	2S3	5	5	3	0	6	5	5
	3S1/3S2	21	22	8	0	21	17	17
	>=3S3	17	14	13	0	10	12	17
TRAYLER	2T2	2	2	1	0	1	2	1
	2T3	2	2	1	0	2	2	3
	3T2	3	3	2	0	2	4	2
	>=3T3	3	3	2	0	2	2	2
<b>TOTAL</b>		<b>2170</b>	<b>2922</b>	<b>2120</b>	<b>1635</b>	<b>2946</b>	<b>3487</b>	<b>2687</b>



## TRAFICO ACTUAL



**“ANEXO 05:  
Estudio de clima”.**

DATOS METODOLÓGICOS DE SENAMHI (VON HUMBOLDT) DE TEMPERATURA, PRECIPITACIÓN Y HUMEDAD - AÑO 2016																																					
DÍA	TEMPERATURA	Ene			Febr			Mar			Abr			May			Jun			Jul			Ago			Set			Oct			Nov			Dic		
		Temperatura °C	Precipitación lón	Humedad %	Temperatura °C	Precipitación lón	Humedad %	Temperatura °C	Precipitación lón	Humedad %	Temperatura °C	Precipitación lón	Humedad %	Temperatura °C	Precipitación lón	Humedad %	Temperatura °C	Precipitación lón	Humedad %	Temperatura °C	Precipitación lón	Humedad %	Temperatura °C	Precipitación lón	Humedad %	Temperatura °C	Precipitación lón	Humedad %	Temperatura °C	Precipitación lón	Humedad %	Temperatura °C	Precipitación lón	Humedad %			
1	maximo	25.9	0.1	90	28.2	0	90	30	0	87	30.7	0	84	29.2	0	91	19.4	0.1	92	20.3	0	88	20.7	0	90	14.4	0	77	21.3	0	88	22.4	0	89	25.5	0	90
1	minimo	18.1	0	54	20.5	0	56	20.9	0	54	21.7	0	46	16.5	0	43	14	0	74	15.2	0	62	12.9	0	64	17.2	0.1	92	15.3	0	64	13.7	0	54	16.1	0	57
2	maximo	28.4	0	90	29.2	0	85	30.4	0	86	29	0	89	28.4	0	87	24.1	0	90	22.4	0	87	18.5	0	90	21.6	0.1	92	22	0	89	22.5	0	91	25	0	91
2	minimo	16	0	49	21.8	0	53	22.1	0	51	20.1	0	54	17.1	0	47	16.1	0	57	14.3	0	60	14.6	0	72	14.3	0	62	15.6	0	61	11.7	0	57	15.9	0	54
3	maximo	28.3	0	90	29.4	0	81	30.2	0	91	30.3	0	88	27.2	0	91	22.2	0	90	20.4	0	89	18.4	0	88	20.6	0.1	92	20.5	0	89	23.3	0	92	26.6	0	88
3	minimo	16.9	0	54	22.5	0	57	20.5	0	53	20.4	0	45	17.2	0	55	14.9	0	61	14.3	0	68	14.2	0	68	14.4	0	65	15.5	0	69	12.2	0	57	17.7	0	54
4	maximo	28.1	0	86	30.9	0	88	29.8	0	90	30.2	0	90	29.6	0	91	23	0	88	20.4	0	86	18	0	88	18	0	92	19.9	0	91	23.9	0	91	26.2	0	90
4	minimo	28.1	0	86	21.7	0	51	20.7	0	48	20.1	0	48	16.5	0	44	15.5	0	59	15.7	0	70	12.2	0	69	14.7	0	78	15.3	0	70	13.2	0	57	17.1	0	52
5	maximo	29.1	0	84	31.7	0	89	31	0	85	31.3	0	88	28.1	0	91	22.7	0	90	18.4	0.2	91	19.7	0	91	18.5	0	89	19	0.1	91	21.8	0	90	27.4	0	90
5	minimo	20.8	0	52	20.2	0	45	21.7	0	44	20.1	0	43	16.6	0	50	15.1	0	60	15.5	0	80	11.9	0	67	14.7	0	72	14.7	0	69	14.5	0	62	16.6	0	51
6	maximo	30.1	0	87	30	0	90	31.1	0	84	28.6	0	88	26.5	0	91	22.6	0	89	17.9	0.1	92	18.2	0	84	21.1	0.1	92	21.4	0	89	19.7	0	86	25.6	0	87
6	minimo	20.1	0	48	20.3	0	52	21.3	0	44	20.4	0	52	15.8	0	54	13	0	58	15	0	75	14.8	0	72	13.9	0	63	13.8	0	61	14.5	0	67	17.4	0	56
7	maximo	24	0	89	30.7	0	89	29.7	0	85	28.8	0	90	26	0	91	21.5	0	92	19.9	0	90	17	0	88	20.7	0	88	22.6	0	91	25	0	85	27.1	0	91
7	minimo	18.7	0	69	20.4	0	50	21.6	0	50	19.7	0	52	15.8	0	55	12.8	0	65	13.9	0	69	14.6	0	77	14.6	0	61	13.1	0	58	14.9	0	49	16.5	0	49
8	maximo	25.6	0.8	90	27.7	0	86	32	0	88	27.2	0	89	28	0	91	24.6	0.1	91	17	0	90	18.3	0	90	19.3	0	88	21.4	0	90	24.4	0	91	25.9	0	88
8	minimo	19.4	0	64	21.9	0	60	20.8	0	40	19.1	0	58	16.1	0	46	14.5	0	54	15.3	0	84	14.2	0	72	14.3	0	65	13.1	0	60	13.7	0	55	17.5	0	54
9	maximo	27.9	0.4	91	30.4	0	88	31.5	0	88	27.9	0	87	27.2	0	91	21.5	0	91	19	0.2	92	20.8	0.2	91	20.9	0	89	23.3	0	85	25.5	0	91	26.5	0	88
9	minimo	19.7	0	58	21.6	0	51	21.2	0	47	19.7	0	56	16.4	0	48	15.1	0	65	14.8	0	73	12.8	0	62	12.5	0	59	15.7	0	58	15.2	0	53	18	0	51
10	maximo	28.2	0	89	29	2.7	89	30.7	0	90	28.2	0	89	26.6	2.4	91	22.8	0	91	19.3	0.2	91	19.9	0	90	22.3	0	83	23.8	0	90	25	0	91	26.8	0	91
10	minimo	18.6	0	54	21.6	0	58	20.7	0	44	19.6	0	53	16.5	0	50	14.4	0	62	15.6	0	72	11.5	0	67	14.8	0	56	14.4	0	56	15	0	53	16.8	0	51
11	maximo	28.2	0	85	29.3	0	86	30.7	0	83	27.6	0	91	28.9	0	90	24	0	91	16.7	0	84	18.7	0	91	20.5	0	86	22.8	0	89	23.7	0	90	27.5	0	90
11	minimo	20.4	0	55	21.8	0	59	21.6	0	48	18.4	0	51	16.2	0	45	14.8	0	59	16.7	0	84	12.6	0	73	14.8	0	62	15.3	0	62	16.7	0	56	16.8	0	47
12	maximo	28.4	0	85	29	0	87	29.9	0	88	28.4	0	90	26	0	91	23.7	0	90	19.2	0.2	91	18.4	0.2	92	17.2	0	88	23.1	0	88	25.5	0	89	26.6	0	91
12	minimo	20.4	0	55	21.6	0	54	20.7	0	49	18	0	53	16	0	59	14.5	0	59	15.3	0	70	14.1	0	71	14	0	74	15	0	55	14.3	0	51	15.3	0	46
13	maximo	26.7	0	90	24.1	0	88	31.7	0	89	29.5	0	91	27.2	0.1	92	23.7	0	92	20.1	0	89	19.9	0	87	20.9	0	88	22.1	0	89	24.7	0	90	23.9	0	90
13	minimo	18.7	0	62	25	0	65	21.2	0	47	17.5	0	47	15.8	0	54	13.6	0	60	15.4	0	70	14.9	0	66	13	0	61	14.1	0	60	14.3	0	56	15.8	0	58
14	maximo	24.6	0	87	31	0	89	32	0	90	30	0	90	21.1	0	91	23.8	0	92	17.6	0	89	20	0.2	91	21.6	0	90	23.2	0	89	28.2	0	88	26.6	0	91
14	minimo	20.5	0	67	20.5	0	45	20.1	0	40	18.3	0	44	15.2	0	71	13.1	0	60	15.8	0	80	14.2	0	65	12.4	0	60	13.8	0	55	17.7	0	58	14.9	0	52
15	maximo	26.9	0	85	29.5	0	88	29.8	0	90	28.5	0	90	23.6	0	91	22.1	0	90	17.8	0	89	17	0.3	92	19.3	0	91	20	0	90	23.1	0	85	23.4	0	89
15	minimo	20.3	0	56	20.5	0	52	21.3	0	46	19	0	51	15.1	0	64	14.4	0	64	15.4	0	77	14.1	0	77	14.3	0	71	13.3	0	69	18.1	0	60	17.6	0	66
16	maximo	28.6	0	85	29.2	0	89	28.8	0	91	28.8	0	91	28.8	0	91	22.2	0	89	18.8	0	92	18.2	0	92	18.5	0.1	92	22.7	0	87	25	0	89	26.4	0	91
16	minimo	18.4	0	49	20.6	0	55	19.4	0	53	19.1	0	52	14.8	0	61	15.7	0	62	14.7	0	75	14.3	0	76	14.9	0	75	15.5	0	56	15.4	0	54	16	0	52
17	maximo	29.1	0	86	30.6	0	86	29.2	0	90	28.4	0	88	28.5	0	90	19.3	0.1	90	19.5	0	89	20.6	0	88	23.6	0	90	22.9	0	90	27.2	0	92	26.6	0	90
17	minimo	20	0	49	21.9	0	48	19.9	0	53	19.6	0	53	15.6	0	55	12.7	0	72	14.9	0	70	14.7	0	62	14.6	0	58	13.8	0	59	13.9	0	47	17.1	0	49
18	maximo	29.9	0	84	31	0	87	29.7	0	90	26.9	0	90	24.6	0	90	19.9	0	91	17	0	91	20.8	0.2	91	25.5	0	92	24.1	0	89	24.7	0	91	27.1	0	88
18	minimo	19.2	0	47	21.7	0	47	19.9	0	51	18.2	0	57	16.2	0	59	12.1	0	71	14.7	0	81	14	0	62	12.7	0	52	15.3	0	57	13.7	0	54	18.1	0	51
19	maximo	27.3	0	90	29.9	0	88	29.7	0	91	27.7	0	89	24.6	0	90	21.3	0	89	18.7	0.2	92	16.7	0	91	29	0	90	23.7	0	90	24.5	0	91	27.1	0	87
19	minimo	19.1	0	56	21.6	0	54	19.6	0	52	18.7	0	54	15.9	0	60	13.6	0	66	14.2	0	70	14.6	0	80	14.9	0	60	15.8	0	55	13.4	0	55	18.5	0	49
20	maximo	28.2	0	89	29.9	0	87	30.7	0	89	26.1	0	90	23.7	0	91	19.1	0	91	19	0.1	90	15.8	0.2	92	21.4	0	92	24.8	0	91	24.6	0	88	27	0	90
20	minimo	18.6	0	51	22	0	52	20.2	0	47	18	0	58	15.8	0	64	12.5	0	71	14.2	0	74	14.1	0	84	14.9	0	84	15.6	0	57	15.4	0	50	16.7	0	49
21	maximo	27.9	0	84	30.7	0	87	31.8	0	89	27.4	0	89	23.6	0	90	17.5	0.1	92	17.3	0	90	22.3	0.1	91	19.9	0	90	21.3	0	91	25.8	0	90	25.8	0	90
21	minimo	21	0	56	21.6	0	49	19.9	0	44	17.5	0	54	15.3	0	62	11.4	0	80	14.9	0	79	22.3	0.1	91	15.1	0	69	15	0	62	14.5</					

DATOS METODOLÓGICOS DE SENAMHI (VON HUMBOLDT) DE TEMPERATURA, PRECIPITACIÓN Y HUMEDAD - AÑO 2017																																					
DIA	TEMPERATURA	Ene			Febr			Mar			Abr			May			Jun			Jul			Ago			Set			Oct			Nov			Dic		
		Temperatura °C	Precipitación lón	Humedad %	Temperatura °C	Precipitación lón	Humedad %	Temperatura °C	Precipitación lón	Humedad %	Temperatura °C	Precipitación lón	Humedad %	Temperatura °C	Precipitación lón	Humedad %	Temperatura °C	Precipitación lón	Humedad %	Temperatura °C	Precipitación lón	Humedad %	Temperatura °C	Precipitación lón	Humedad %	Temperatura °C	Precipitación lón	Humedad %	Temperatura °C	Precipitación lón	Humedad %						
1	máximo	28.7	0	89	30.8	0	85	30.4	0	87	29.2	0	86	26	0	89	18.9	0.2	92	20	0	88	20.9	0	88	18.7	0.1	91	22.4	0	88	22.5	0	88	24.2	0	86
1	mínimo	19.1	0	46	22.4	0	47	22.6	0	50	29.2	0	86	18.1	0	60	16.5	0	79	15.3	0	66	15.1	0	64	13.9	0	67	12.7	0	57	14.4	0	55	15.9	0	54
2	máximo	26.7	0	89	30.4	0	87	30.9	0	87	28.5	0	90	22.3	0.1	91	20.8	0	87	21.6	0.2	91	20.2	0	90	19.8	0	91	23.9	0	90	21.7	0	89	25	0	90
2	mínimo	18.1	0	55	22.1	0	46	22.8	0	44	28.5	0	90	18	0	70	17.3	0	71	15.3	0	60	14.7	0	67	14.2	0	65	11.8	0	51	14.6	0	59	14.9	0	54
3	máximo	27.6	0	90	30.2	0	87	31.8	0	90	28.4	0	87	26.1	0.2	91	20.7	0	87	20.5	0	86	20.1	0	90	19.4	0	90	22.8	0	90	20.3	0	89	25.8	0	91
3	mínimo	18	0	51	21.9	0	50	22.1	0	43	28.4	0	87	17.6	0	57	16.4	0	68	16	0	61	14.5	0	64	13.9	0	67	13.1	0	55	14.8	0	63	15.5	0	52
4	máximo	25.7	0	89	31.3	0	89	31.6	0	88	29	0	90	25.4	0	90	21.5	0	85	22.7	0	87	20.3	0	90	17.3	0	91	23.3	0	89	18.8	0.1	91	23.2	0	90
4	mínimo	18.3	0	59	21.3	0	44	22	0	44	29	0	90	16.6	0	58	16.8	0	66	15.2	0	54	14.5	0	64	14.1	0	76	14.1	0	57	14.6	0	67	16.1	0	62
5	máximo	29.3	0	88	30.3	0	88	31.3	0	86	28.8	0	91	25.8	0	88	19.7	0.2	91	21.4	0	86	17.6	0.2	91	21.4	0.2	91	21.5	0	90	22.2	0	85	19.8	0	86
5	mínimo	19	0	46	21.7	0	50	21.2	0	45	28.8	0	91	16.9	0	56	15.9	0	73	16	0	62	14.2	0	75	13.5	0	57	14.3	0	61	14.8	0	55	17.3	0	75
6	máximo	31.2	0	79	29.3	0	88	30.2	0	84	27.8	0	89	25.9	0	90	18.6	0.2	92	21.4	0	88	17.4	0.2	91	21.4	0	86	21.5	0	91	22.9	0	89	23.1	0	89
6	mínimo	21	0	36	21	0	52	21.5	0	41	27.8	0	89	17.3	0	55	15.7	0	79	14.2	0	61	14.5	0	73	14.7	0	60	14	0	60	11.7	0	54	16.7	0	63
7	máximo	31.5	0	82	29.9	0	90	31.8	0	88	29.7	0	88	28.2	0	84	22.3	0	87	20.9	0	88	20.7	0	87	21.7	0	87	22.4	0	91	20.6	0	90	25.1	0	88
7	mínimo	20.1	0	34	20.4	0	50	21	0	33	29.7	0	88	18.4	0	49	16.4	0	62	15.3	0	63	14.4	0	61	14.9	0	57	14	0	55	11.8	0	60	16.9	0	55
8	máximo	26.1	0	91	29.7	0	84	29.2	0	84	29.6	0	88	23.7	0	91	18.6	0.1	91	18.5	0	86	19.3	0.2	92	17.8	0.2	91	22.3	0	88	21.9	0	91	23.1	0	89
8	mínimo	18.6	0	58	21.2	0	50	21.7	0	46	29.6	0	88	17.4	0	68	16.2	0	80	15.9	0	68	13.5	0	66	14	0	73	13.9	0	57	11.5	0	59	15	0	61
9	máximo	29.5	0	89	30.3	0	88	31.7	0	76	28.5	0	91	26.2	0	91	19.6	0.2	90	19.6	0	84	21.2	0	85	16.6	0.2	91	20.1	0	91	22.2	0	88	24.4	0	90
9	mínimo	19.4	0	43	20.5	0	44	22.5	0	37	28.5	0	91	16.9	0	54	16.3	0	76	14.4	0	68	14.4	0	65	14	0	80	12.6	0	63	12.8	0	54	14.5	0	57
10	máximo	29.9	0	87	29.9	0	87	30.9	0	85	29.3	0	83	30	0	88	18.6	0	80	18.7	0	85	16.6	0	89	18.9	0.1	90	19.6	0.2	90	22.1	0	90	23.5	0	91
10	mínimo	20.1	0	47	20.8	0	43	22.6	0	43	29.3	0	83	18.7	0	44	16	0	78	15.8	0	74	14.5	0	81	13.8	0	68	13.6	0	63	12.6	0	57	13.9	0	56
11	máximo	29.8	0	81	31	0	82	30.5	0	90	28.1	0	90	29.3	0	76	19	0.2	91	19	0	88	18.4	0.2	90	16.5	0.2	92	20	0.1	91	23.5	0	90	23.9	0	90
11	mínimo	21	0	43	21.7	0	38	21.4	0	46	28.1	0	90	20.1	0	42	15.2	0	72	15.6	0	73	14.2	0	70	13.6	0	77	13.2	0	65	12.8	0	53	14.3	0	66
12	máximo	29.6	0	86	31.1	0	85	31.5	0	90	29	0	89	27.4	0	82	21.9	0.2	91	20.1	0	84	20.5	0	90	16.9	0.2	91	24.8	0	89	23.2	0	88	26.2	0	91
12	mínimo	20	0	43	21.1	0	39	21.5	0	43	29	0	89	18	0	48	15	0	60	15.1	0	62	11.2	0	59	13.7	0	78	13.6	0	49	13.7	0	53	14.6	0	51
13	máximo	28.6	0	90	30.3	0	86	31.4	0	85	29	0	91	25.2	0	91	22.3	0	88	19.7	0	84	20	0	89	17.2	0.1	91	24.4	0	88	23.3	0	88	25.1	0	90
13	mínimo	19.2	0	53	20.7	0	43	22.5	0	42	29	0	91	16.6	0	61	15.2	0	62	15.4	0	64	11.9	0	62	14	0	79	13.8	0	51	13.4	0	52	15.9	0	58
14	máximo	27.3	1.5	89	30.9	0	83	29	1.8	85	27.6	0	89	25.4	0	86	22.7	0	88	21.3	0	82	19.9	0	85	15.1	0.3	92	21.8	0	89	22.8	0	89	26.1	0	89
14	mínimo	20.4	0	60	20.9	0	41	22.9	0	52	27.6	0	89	19.4	0	59	15.9	0	60	15.7	0	63	14.7	0	59	13.7	0	87	14.3	0	60	15.4	0	52	16.4	0	56
15	máximo	28.8	0.2	87	30.7	0	80	29.9	1.1	91	29.1	0	90	25.8	0	88	21.3	0.2	91	20	0	86	16.5	0.2	92	23.2	0	89	23	0	82	24.1	0	87			
15	mínimo	21.3	0	46	20.7	0	42	22.4	0	46	29.1	0	90	18	0	56	15.4	0	61	14.9	0	60	13.7	0	66	14.5	0	80	14.3	0	54	15.5	0	53	17.9	0	61
16	máximo	30.7	0	84	31.7	0	84	31.3	0.2	88	26.9	0	89	24.4	0	89	21	0	88	19.9	0	83	16.6	0.1	92	21.5	0	91	23.9	0	88	22.1	0	89	19.9	0.1	91
16	mínimo	21.6	0	42	21.1	0	41	23.4	0	45	26.9	0	89	18	0	65	15.8	0	64	15.6	0	65	13.4	0	63	13	0	61	14.1	0	53	14	0	59	17.1	0	76
17	máximo	28.6	0	83	30.4	0	84	31.2	0	90	26.1	0	89	23.2	0.2	91	18	0	89	21.1	0	84	20.4	0.2	90	22.9	0	91	21.7	0	91	23.3	0	84	24.3	0	86
17	mínimo	20.6	0	52	21.9	0	46	21.5	0	46	26.1	0	89	17.7	0	64	15.1	0	71	15.6	0	60	13.4	0	62	13.1	0	56	13.3	0	58	16.3	0	55	18	0	59
18	máximo	29.8	0	84	30.5	0	85	30.7	0	88	29.2	0	87	20	0	87	21.1	0	84	18.8	0	90	21.3	0	91	22.4	0	90	23	0	89	25.9	0	90	25.9	0	90
18	mínimo	22.2	0	54	21.7	0	45	21	0	43	29.2	0	90	17.8	0	61	15.8	0	65	15.3	0	63	12.3	0	71	13.8	0	63	14.4	0	59	15.4	0	56	15.8	0	54
19	máximo	29.7	0	88	31.5	0	86	30.4	0	88	28.3	0	82	23.3	0	88	22.2	0	90	16.6	0.2	90	20.9	0	90	18	0	88	20.3	0	87	22.1	0	90	25.7	0	90
19	mínimo	21.3	0	50	20	0	33	21.9	0	48	28.3	0	82	17.9	0	65	14.8	0	61	14.3	0	77	13.2	0	62	14.7	0	73	14.1	0	63	15.5	0	62	16.8	0	55
20	máximo	30.2	0	84	30.8	0	88	30.1	0	87	29.2	0	90	22.2	0	88	21.5	0	87	19.5	0.2	92	15	0.1	91	15.5	0.2	90	21.8	0	89	24.5	0	90	26.5	0	90
20	mínimo	22.3	0	53	20.1	0	36	21.9	0	46	29.2	0	90	16.8	0	66	16.2	0	64	14	0	64	13.7	0	83	13.8	0	82	13.9	0	58	14	0	53	16.3	0	55
21	máximo	28.9	0.3	84	30.6	0	86	30.8	0	86	28.4	0	90	20.2	0	87	22.8	0	86	20.3	0	83	20.4	0.2	92	16.1	0.1	91	23.3	0	89	23.6	0	88	26.8	0	87
21	mínimo	22.9	0	52	20.1	0	40	21.4	0	47	28.4	0	90	16.7	0	74	16.3	0	61	14.8	0	63	12.4	0	62	13.4	0	77	13.6	0	56	16.3	0	56	17.5		

DATOS METODOLÓGICOS DE SENAMHI (VON HUMBOLDT) DE TEMPERATURA, PRECIPITACIÓN Y HUMEDAD - AÑO 2018																																					
DÍA	TEMPERATURA	Ene			Febr			Mar			Abr			May			Jun			Jul			Ago			Set			Oct			Nov			Dic		
		Temperat ura °C	Precipitac ión	Humedad %	Temperat ura °C	Precipitac ión	Humedad %	Temperat ura °C	Precipitac ión	Humedad %	Temperat ura °C	Precipitac ión	Humedad %	Temperat ura °C	Precipitac ión	Humedad %	Temperat ura °C	Precipitac ión	Humedad %	Temperat ura °C	Precipitac ión	Humedad %	Temperat ura °C	Precipitac ión	Humedad %	Temperat ura °C	Precipitac ión	Humedad %	Temperat ura °C	Precipitac ión	Humedad %						
1	maximo	28.3	0	86	28	0	89	28.8	0	85	28.8	0	87	25.3	0	89	19.6	0	91	20	0	88	20.9	0	88	22.7	0	86	23.4	0	90	23.9	0	90	26.4	0	85
	minimo	19.2	0	51	18.4	0	53	20.1	0	47	17.5	0	48	16.8	0	49	14.7	0	71	11.8	0	66	13.2	0	63	13.2	0	54	13.7	0	64	16.2	0	58	18.4	0	49
2	maximo	29.3	0	84	28	0	89	28.6	0	90	29.7	0	86	27.2	0	89	20.8	0	88	21.8	0	89	20.2	0	88	20.2	0	87	23.9	0	91	24.9	0	88	25.8	0	96
	minimo	18.9	0	47	18.2	0	55	18	0	52	18.2	0	48	16.4	0	52	14	0	66	14	0	63	14.6	0	66	14.6	0	55	12	0	56	16	0	58	14.2	0	55
3	maximo	26.6	0	90	27.8	0	85	28.4	0	86	30	0	88	26.1	0	90	21.9	0.8	91	22.4	0.2	91	17.1	0	92	17.1	0	86	26.3	1.9	88	25.5	0	90	25.2	0	84
	minimo	16.8	0	60	19.1	0	51	19.9	0	52	17.5	0	46	15.8	0	55	13.6	0	67	14.3	0	63	14.2	0	80	14.2	0	55	15.2	0	37	16.4	0	57	17.4	0	56
4	maximo	24.7	0	82	29.8	0	77	28.7	0	83	29.4	0	87	23.6	0	89	21.8	0.2	92	18	0.2	91	18.8	0.1	91	18.8	0	89	24.3	0	91	25.1	0	88	26.4	0	90
	minimo	20.1	0	62	21.6	0	44	20	0	50	18.1	0	48	15.7	0	58	15.3	0	72	14.5	0	76	13.9	0	72	13.9	0	55	14.7	0	56	17	0	57	15	0	51
5	maximo	26.9	0	82	30.2	0	85	27.6	0	86	29.4	0	89	25.8	0.1	91	17.8	0	91	21.9	0	87	19.5	0	89	19.5	0	90	22.8	0.3	94	26.2	0	88	25.9	0	86
	minimo	19.5	0	55	19.9	0	49	19.3	0	56	17.3	0	47	15.2	0	58	15.6	0	80	14.4	0	63	14.3	0	72	14.3	0	55	15.8	0	66	17	0	54	18.2	0	52
6	maximo	28.2	0	87	28.7	0	79	28.4	0	86	29.9	0	88	27.4	0	89	17.4	0.1	91	18.3	0.1	90	19.9	0	91	19.9	0	90	22.4	0.3	92	25.6	0	88	27	0	96
	minimo	18.5	0	51	20.3	0	54	18.7	0	45	17.7	0	46	16.2	0	49	15.6	0	88	14.3	0	74	14	0	79	14	0	55	15.9	0	67	16.7	0	57	12.8	0	48
7	maximo	26.8	0	87	30	0	88	29	0	87	29	0	90	25.7	0	90	19.4	0.2	91	15.5	0.5	92	17.8	0.1	92	17.8	0	89	20.2	0.4	98	25.6	0	88	26.6	0	93
	minimo	18.7	0	58	19	0	52	18.4	0	41	17.9	0	50	16	0	58	15.1	0	76	14.2	0	86	13.4	0	76	13.4	0	60	16	0	76	16.6	0	56	14.8	0	57
8	maximo	28.7	0	88	29.6	0	89	29.9	0	87	28.7	0	88	27.3	0	89	21.2	0	92	16.8	0.2	91	16.4	0.2	92	16.4	0	89	24.4	0	88	23.8	0	89	25.2	0	96
	minimo	19.1	0	51	19.1	0	50	18.6	0	40	18.3	0	47	16.4	0	50	15.2	0	70	14.3	0	79	13.8	0	81	13.8	0	62	16.3	0	55	16.6	0	60	14.2	0	61
9	maximo	28.5	0	89	29.6	0	89	30.5	0	83	28.7	0	87	26.8	0	89	16.7	0.2	92	18.4	0.1	90	17.8	0.2	92	17.8	0	90	24.7	0	89	26	0	85	25.3	0.3	90
	minimo	18	0	48	18.3	0	48	20.2	0	40	18	0	46	17.6	0	52	15.3	0	82	14.7	0	76	13.9	0	78	13.9	0	67	16.2	0	56	16.8	0	50	15.8	0	53
10	maximo	24.7	0.5	90	30	0	88	29.3	0.1	90	29.4	0	86	27	0	91	18.1	0.2	91	17.4	0.1	92	17.4	0.1	92	17.4	0.2	90	24.2	0	86	23	0	90	27	0	96
	minimo	19.2	0	54	19.8	0	47	18.4	0	47	18.9	0	47	16.3	0	53	14.8	0	78	14.6	0	76	13.9	0	79	13.9	0	74	16.4	0	56	14.8	0	59	14.4	0	50
11	maximo	28.4	0	89	29.4	0	86	29	0.2	91	28.6	0	91	25.4	0	91	16.9	0	89	22.4	0	88	18.2	0	91	18.2	0	90	20.4	0	85	24.8	0	84	26.4	0	91
	minimo	19	0	41	20.2	0	48	19.1	0	49	16.4	0	50	15	0	58	14.9	0	82	14.5	0	60	13.8	0	76	13.8	0	70	16.3	0	69	16.8	0	56	15.8	0	60
12	maximo	28.2	0	86	29.6	0	87	27.5	0	86	28.7	0	90	24	0.1	91	16.8	0.2	91	23.2	0	89	18	0.1	91	18	0.1	90	21.4	0	84	25	0	91	27.8	0	91
	minimo	20	0	56	19.3	0	47	19.6	0	58	16.4	0	53	16.3	0	59	14.9	0	89	14	0	60	13.6	0	72	13.6	0	67	16	0	68	14.7	0	61	16.1	0	54
13	maximo	27.9	0	91	31	0	82	29	0	85	26.8	0	90	22.9	0	91	17.4	0.2	92	23.1	0	90	18.7	0	85	18.7	0	90	21.6	0.1	90	24.9	0	91	26.9	0	91
	minimo	17.6	0	51	20.2	0	46	19.2	0	47	16.9	0	48	15.9	0	65	14.9	0	83	14.2	0	59	14.2	0	71	14.2	0	62	15.2	0	65	15.2	0	61	15.6	0	54
14	maximo	27.8	0	90	30	0	88	30.5	0	89	29.5	0	86	24.4	0.1	91	18	0.2	92	19.6	0.2	92	18.6	0	90	18.6	0	90	19.2	0	89	24.4	0.4	91	28.5	0	90
	minimo	17.7	0	50	19.7	0	49	17.8	0	40	17.7	0	42	14.1	0	56	14.8	0	81	14.9	0	72	13.6	0	66	13.6	0	73	15.6	0	75	16.1	0	55	16.9	0	48
15	maximo	27.7	0	89	29.8	1.1	85	30.1	0	89	28.9	0	88	28.5	0	90	16.4	0.2	92	17.2	0.2	92	21.8	0	89	21.8	0	85	21.8	0	92	21.3	0	88	27.9	0	88
	minimo	18	0	45	20.1	0	52	18.5	0	42	16.9	0	45	14.9	0	49	14.4	0	87	15	0	85	14.8	0	61	14.8	0	59	15.4	0	69	16.8	0	64	18.3	0	53
16	maximo	30.2	0	89	31.4	1	86	30.4	0	83	27.2	0	90	26.9	0	88	17.4	0.1	92	19.4	0.2	92	21.8	0	89	21.8	0	89	22.8	0	89	22.8	0	90	28	0	91
	minimo	18.1	0	41	21.1	0	45	20.3	0	46	16	0	45	15.8	0	55	14.3	0	80	14.4	0	72	13.4	0	61	13.4	0	68	15.4	0	61	14.8	0	64	17.6	0	56
17	maximo	27.4	0	87	30.2	0	89	30.3	0	84	28	0.1	89	24.7	0	91	16.3	0.1	91	20.6	0	89	22.4	0	87	22.4	0	90	21.8	0	86	23.2	0	88	27.6	0	88
	minimo	18.7	0	54	20.2	0	47	20.5	0	46	16	0	45	15	0	61	14.9	0	86	14.5	0	65	14.8	0	65	14.8	0	58	15.6	0	60	15.4	0	60	17.4	0	54
18	maximo	27.8	0	90	27.4	0	88	30.2	0	82	28.8	0	90	24.1	0	91	17.4	0.1	93	17.9	0	89	18.7	0.1	87	18.7	0	91	23.2	0	88	24.4	0	90	26.4	0	83
	minimo	17.2	0	54	21.1	0	61	20.7	0	46	16.1	0	48	14.2	0	59	14.4	0	81	14.3	0	74	14.5	0	71	14.5	0	72	15.4	0	56	16.5	0	54	19	0	57
19	maximo	27.4	0.1	90	30.8	0	87	30.5	0	86	26.7	0	90	24.4	0.1	91	17.4	0.1	92	22.2	0	88	19.9	0	92	19.9	0.2	92	22	0	89	24.9	0	96	29.6	0	89
	minimo	18	0	53	20.7	0	51	19.6	0	44	15.9	0	56	14	0	57	14.1	0	81	13.7	0	61	12.2	0	61	12.2	0	81	14.2	0	62	13	0	56	18	0	52
20	maximo	27.6	0	85	31	0	89	29.6	0.1	85	28.4	0	88	25.1	0	91	16.6	0.1	91	19.2	0.1	90	22.5	0	91	22.5	0.2	92	23	0	84	24.9	0	90	27.9	0	88
	minimo	19.5	0	53	18.9	0	45	19.6	0	46	16.9	0	48	14.6	0	57	13.7	0	76	15.3	0	75	12	0	56	12	0	75	15.7	0	57	15.4	0	59	19.2	0	57
21	maximo	27.9	0	86	30.1	0	89	28.3	0	88	28.2	0	87	24.3	0	91	19.9	0	90	16.2	0.2	92	20.7	0	90	20.7	0.1	90	22.6	0	87	24.4	0	90	26.9	0	86
	minimo	19.2	0	49	19.8	0	46	18.4	0	51	17.5	0	44	13.9	0	58	14.1	0	68	14.2	0	86	11.7	0	70	11.7	0	58	15.5	0	59	16	0				



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

OBSERVATORIO METEOROLOGICO A.VON HUMBOLDT

Lat: 12°05 s Long: 76°57'w Alt: 243.7msnm

DATOS MAXIMA Y MINIMA 2018

ENE.

DIA	Temp.Maxima(°C)	Temp.Minima(°c)
1	28.3	19.2
2	29.3	18.9
3	26.6	16.8
4	24.7	20.1
5	26.9	19.5
6	28.2	18.5
7	26.6	18.7
8	28.7	19.1
9	28.5	18.0
10	24.7	19.2
11	28.4	19.0
12	28.2	20.0
13	27.9	17.6
14	27.8	17.7
15	27.7	18.0
16	30.2	18.1
17	27.4	18.7
18	27.8	17.2
19	27.4	18.0
20	27.6	19.5
21	27.9	19.2
22	28.4	19.6
23	30.2	19.3
24	30.0	18.3
25	30	18.9
26	29.1	19.8
27	28.9	19.2
28	27.9	18.1
29	29.5	19.3
30	29.8	18.7
31	29.4	19.2

FEB.

DIA	Temp.Maxima(°C)	Temp.Minima(°c)
1	28	18.4
2	28.0	18.2
3	27.8	19.1
4	29.8	21.6
5	30.2	19.9
6	28.7	20.3
7	30	19.0
8	29.6	19.1
9	29.6	18.3
10	30.0	19.8
11	29.4	20.2
12	29.6	19.3
13	31.0	20.2
14	30	19.7
15	29.8	20.1
16	31.4	21.1
17	30.2	20.2
18	27.4	21.1
19	30.8	20.7
20	31.0	18.9
21	30.1	19.8
22	29.2	18.6
23	29.2	19.3
24	31.6	19.6
25	30.2	19.0
26	29.3	20.8
27	30.2	21.4
28	28.5	19.0

MAR.

DIA	Temp.Maxima(°C)	Temp.Minima(°c)
1	28.8	20.1
2	28.6	18.0
3	28.4	19.9
4	28.7	20.0
5	27.6	19.3
6	28.4	18.7
7	29	18.4
8	29.9	18.6
9	30.5	20.2
10	29.3	18.4
11	29.0	19.1
12	27.5	19.6
13	29.0	19.2
14	30.5	17.8
15	30.1	18.5
16	30.4	20.3
17	30.3	20.5
18	30.2	20.7
19	30.5	19.6
20	29.6	19.6
21	28.3	18.4
22	27.9	18.3
23	27.8	19.4
24	30.4	20.0
25	30	19.1
26	29.3	18.5
27	29.6	19.5
28	30.2	18.0
29	28.2	18.3
30	27.9	17.2
31	27.8	16.6

ABR.

DIA	Temp.Maxima(°C)	Temp.Minima(°c)
1	28.8	17.5
2	29.7	18.2
3	30.0	17.5
4	29.4	18.1
5	29.4	17.3
6	29.9	17.7
7	29.0	17.9
8	28.7	18.3
9	28.7	18.0
10	29.4	18.9
11	28.6	16.4
12	28.7	16.4
13	26.8	16.9
14	29.5	17.7
15	28.9	16.9
16	27.2	16.0
17	28	16.0
18	28.8	16.1
19	26.7	15.9
20	28.4	16.9
21	29.2	17.5
22	29.6	17.3
23	29.2	16.3
24	30.0	19.7
25	29	19.6
26	28.7	18.5
27	28.7	17.5
28	27.8	18.3
29	25.1	18.1
30	28.4	17.7

MAY.

DIA	Temp.Maxima(°C)	Temp.Minima(°c)
1	25.3	16.8
2	27.2	16.4
3	26.1	15.8
4	23.6	15.7
5	25.8	15.2
6	27.4	16.2
7	25.7	16.0
8	27.3	16.4
9	26.8	17.6
10	27	16.3
11	25.4	15.0
12	24	16.3
13	22.9	15.9
14	24.4	14.1
15	28.5	14.9
16	26.9	15.8
17	24.7	15.0
18	24.1	14.2
19	24.4	14.0
20	25.1	14.6
21	24.3	13.9
22	24.7	13.6
23	23.6	14.9
24	23.7	16.4
25	20.2	15.9
26	22.3	15.2
27	23.0	16.6
28	23.0	12.7
29	22.3	14.0
30	21.6	13.1
31	20.6	14.8

JUN.

DIA	Temp.Maxima(°C)	Temp.Minima(°c)
1	19.6	14.7
2	20.8	14.0
3	21.9	13.6
4	21.8	15.3
5	17.8	15.6
6	17.4	15.6
7	19.4	15.1
8	21.2	15.2
9	16.7	15.3
10	18.1	14.8
11	16.9	14.9
12	16.8	14.9
13	17.4	14.9
14	18	14.8
15	16.4	14.4
16	17.4	14.3
17	16.3	14.9
18	17.4	14.4
19	17.4	14.1
20	16.9	13.7
21	19.9	14.1
22	17.3	14.4
23	17	14.8
24	17.6	14.3
25	22	14.3
26	18.8	14.5
27	18.8	14.0
28	17.8	14.9
29	17.6	14.7
30	21.8	11.8



JUL.

DIA	Temp.Maxima(°C)	Temp.Minima(°c)
1	20	11.8
2	21.8	14.0
3	22.4	14.3
4	18.0	14.5
5	21.9	14.4
6	18.3	14.3
7	15.5	14.2
8	16.8	14.3
9	18.4	14.7
10	17.4	14.6
11	22.4	14.5
12	23.2	14.0
13	23.1	14.2
14	19.6	14.9
15	17.2	15.0
16	19.4	14.4
17	20.6	14.5
18	17.9	14.3
19	22.2	13.7
20	19.2	15.3
21	16.2	14.2
22	17.5	15.0
23	17.6	14.3
24	17.5	14.4
25	18.7	14.7
26	16.9	14.2
27	18.4	14.3
28	17.6	14.0
29	17.2	14.1
30	21.4	13.2
31	17.4	14.1

AGO.

DIA	Temp.Maxima(°C)	Temp.Minima(°c)
1	20.9	13.2
2	20.2	14.6
3	17.1	14.2
4	18.8	13.9
5	19.5	14.3
6	19.9	14.0
7	17.8	13.4
8	16.4	13.8
9	17.8	13.9
10	17.4	13.9
11	18.2	13.8
12	18	13.6
13	18.7	14.2
14	18.6	13.6
15	21.8	14.8
16	21.8	13.4
17	22.4	14.8
18	18.7	14.5
19	19.9	12.2
20	22.5	12.0
21	20.7	11.7
22	21	13.4
23	18.3	13.6
24	19.2	13.4
25	21.2	14.0
26	19.2	14.6
27	22.2	13.9
28	19.6	14.1
29	19.0	14.1
30	22.5	14.4
31	17.9	14.2

SET.

DIA	Temp.Maxima(°C)	Temp.Minima(°c)
1	22.7	13.5
2	21.0	13.8
3	22.9	14.0
4	20.3	14.9
5	22.8	12.9
6	21.2	11.5
7	23	14.1
8	22.5	14.3
9	21.1	14.8
10	18.8	14.5
11	20.9	14.5
12	21	14.3
13	21.9	14.0
14	19.2	14.3
15	22.8	14.7
16	20.5	14.0
17	22.8	14.0
18	19.5	14.6
19	17	13.8
20	18.9	13.6
21	21.9	14.2
22	23	13.5
23	22	14.3
24	21.5	14.2
25	20.6	14.0
26	23.9	13.1
27	23.2	13.1
28	21.9	14.8
29	23.0	15.0
30	23.3	15.3



OCT.

DIA	Temp. Maxima(°C)	Temp. Minima(°c)
1	23.4	13.7
2	23.9	12.0
3	26.3	15.2
4	24.3	14.7
5	22.8	15.8
6	22.4	15.9
7	20.2	16.0
8	24.4	16.3
9	24.7	16.2
10	24.2	16.4
11	20.4	16.3
12	21.4	16.0
13	21.6	15.2
14	19.2	15.6
15	21.8	15.1
16	22.8	15.4
17	21.8	15.6
18	23.2	15.4
19	22	14.1
20	23.0	15.7
21	22.6	15.5
22	21.6	15.2
23	21.6	14.9
24	20.8	15.9
25	23.9	15.0
26	23.8	15.0
27	22.6	15.1
28	21.9	14.0
29	23.0	15.9
30	24.6	14.8
31	24.7	15.6



**VLADIMIR DIAZ OGOSI**  
Técnico en Meteorología

NOV.

DIA	Temp. Maxima(°C)	Temp. Minima(°c)
1	23.9	16.2
2	24.9	16.0
3	25.5	16.5
4	25.1	17.0
5	26.2	17.0
6	25.6	16.7
7	25.6	16.6
8	23.8	16.6
9	26	16.8
10	23	14.8
11	24.8	16.8
12	25	14.7
13	24.9	15.2
14	24.4	16.1
15	22.5	16.8
16	22.8	14.8
17	23.2	15.4
18	24.4	16.5
19	24.9	13.0
20	24.9	15.4
21	24.4	16.0
22	25.1	16.4
23	24.3	14.5
24	24.4	13.7
25	24.7	16.6
26	25.0	17.2
27	26.8	17.8
28	26.0	14.4
29	25.0	13.0
30	25	16.1

DIC.

DIA	Temp. Maxima(°C)	Temp. Minima(°c)
1	26.4	18.4
2	25.8	14.2
3	25.2	17.4
4	26.4	15.0
5	25.9	18.2
6	27.0	12.8
7	26.6	14.8
8	25.2	14.2
9	25.3	15.8
10	27.0	14.4
11	26.4	15.8
12	27.8	16.1
13	26.9	15.6
14	28.5	16.9
15	27.9	18.3
16	28.0	17.6
17	27.6	17.4
18	26.4	19.0
19	29.6	18.0
20	27.9	19.2
21	26.9	19.2
22	27.8	19.3
23	26.1	18.9
24	21.3	19.2
25	27.4	18.9
26	27.7	17.8
27	27.8	16.8
28	28.0	18.2
29	27.4	19.9
30	27.0	20.1
31	24.6	19.2

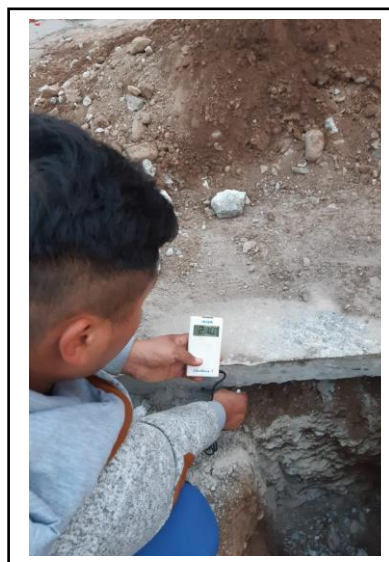


UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO  
ACADEMICO DE  
FISICA Y  
METEOROLOGIA  
SECRETARIA  
Ing. FRANKLIN UNDIHUAY  
Jefe, Observatorio Meteorológico OVH

## DATOS DE TEMPERATURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO

Los datos de temperatura del concreto se tomaron con el equipo termómetro **HANNA (instruments)**. Se tomo la temperatura del concreto en campo lado superior y lado inferior en 3 horarios del día, durante 7 días, optenido asi las temperaturas en la mañana, medio día y en la noche.

A continuación se presentan las lecturas de toma de datos por día:



Cuadro 01: Toma de temperatura en campo

TEMPERATURA °C - 2019							
FECHA	28 Oct.	29 Oct.	30 Oct.	31 Oct.	01 Nov.	02 Nov.	03 Nov.
TIEMPO	2:00 pm A 3:00 pm						
T° Ambiente	22	20.2	23.5	26.2	24.8	23.8	23.2
T° losa parte superior	30.4	28.5	32.2	35.2	33.6	32.5	31.9
T° Losa parte inferior	26.7	24.6	28.4	31.6	30	29	28.2

Fuente: Propia

Cuadro 02: Toma de temperatura en campo

TEMPERATURA °C - 2019							
FECHA	28 Oct.	29 Oct.	30 Oct.	31 Oct.	01 Nov.	02 Nov.	03 Nov.
TIEMPO	10:00 pm A 11:00 pm						
T° Ambiente	15.2	15.4	16.8	17.3	17.1	16.6	16.8
T° losa parte superior	18.6	18.6	20.3	20.4	20.5	20.1	20.6
T° Losa parte inferior	22.3	22.4	23.8	23.6	23.7	23.6	23.9

Fuente: Propia

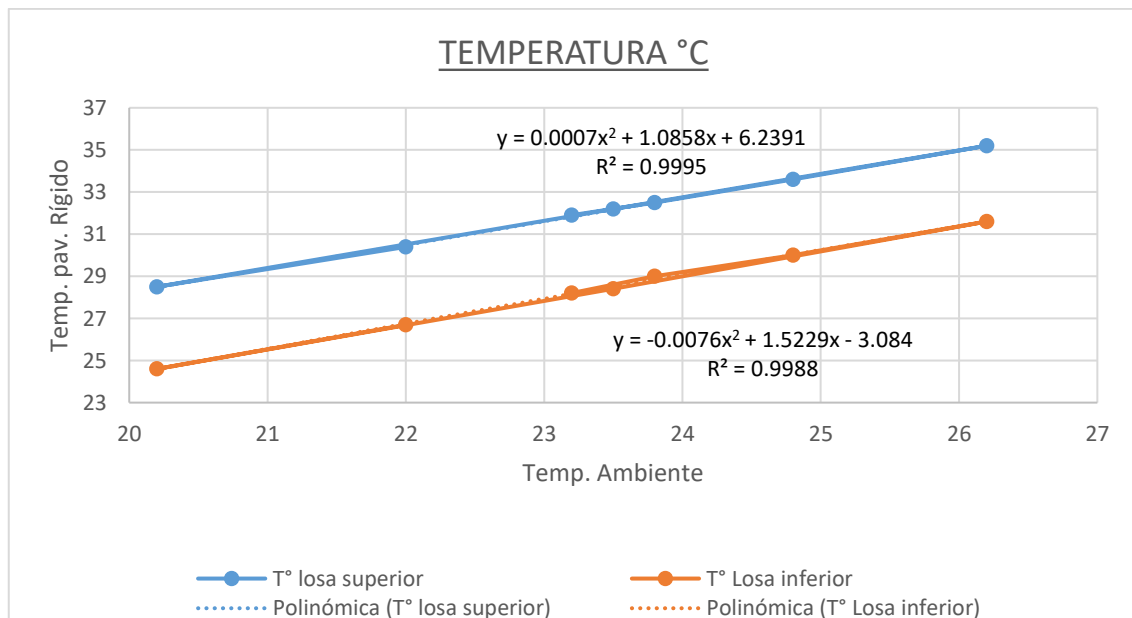
Cuadro 03: Toma de temperatura en campo

TEMPERATURA °C - 2019							
FECHA	28 Oct.	29 Oct.	30 Oct.	31 Oct.	01 Nov.	02 Nov.	03 Nov.
TIEMPO	4:00 am A 5:00 am						
T° Ambiente	13.2	15.6	16.3	16.7	15.7	15.9	14.2
T° losa parte superior	15.3	17.1	18	18.4	17.3	17.8	16.1
T° Losa parte inferior	17.9	20.2	21	21.4	20.1	20.4	19.3

Fuente: Propia

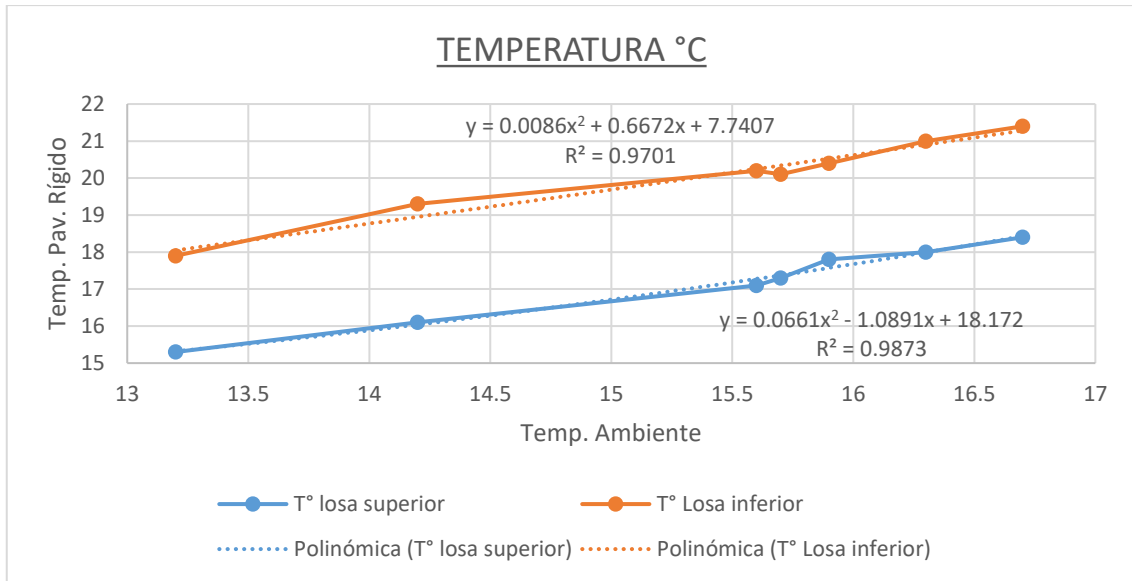
Con los datos obtenidos de la temperatura en campo, tanto como la temperatura del pavimento rígido (parte superior e inferior) y la temperatura ambiente, se determino que en el cuadro 01 de 2:00 pm a 3:00 pm se obtubieron temperaturas mayores, mientras que en el cuadro 03 de 4:00 am a 5:00 am se obtubieron temperaturas menores. Por lo cual con los datos obtenidos se realizo la determinación de las ecuaciones correspondientes para calcular las temperaturas maximas y minimas del pavimento rígido, tanto en el parte superior como en la parte inferior, ya que no se tenian los datos anteriormente.

Grafica 01: Temperatura del pavimento rígido cuando la temperatura ambiente es mayor.



Fuente: Propia

Grafica 02: Temperatura del pavimento rígido cuando la temperatura ambiente es menor.



Fuente: Propia

Cuadro 04: Datos de la temperatura ambiente según SENAMHI.

TEMPERATURA °C						
	2016		2017		2018	
	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN
ENERO	30.7	16	31.8	18	29.7	16.8
FEBRERO	33	20.2	31.7	19.9	30.1	18.3
MARZO	33.1	19.4	31.8	19.9	30.2	16.6
ABRIL	31.3	16.8	29.7	17.5	29	16
MAYO	29.6	13.8	30	15.6	27.4	12.6
JUNIO	24.6	11.4	22.8	12.8	21.3	13.3
JULIO	22.5	12	23.1	12	23.4	13.3
AGOSTO	23.1	11.5	21.8	11.2	21.5	11.9
SEPTIEMBRE	25.5	12.4	23.6	11.1	23.1	11.6
OCTUBRE	24.8	13.1	25.3	11.7	25.7	11.9
NOVIEMBRE	27.2	11.7	25.1	11.5	25.8	13.1
DICIEMBRE	33.2	14.9	27.8	13.9	28.3	13.3

Fuente: Propia

Una vez obtenido las ecuaciones de las temperaturas mínimas y máximas del pavimento rígido en campo, se calculo las temperaturas mínimas y máximas del

pavimento rígido cuando esta llego a su mayor valor a 33.2°C nos resulto los siguientes valores:

**Según las ecuaciones de la grafica 01:**

- Temperatura maxima parte superior

$$y = 0.0007x^2 + 1.0858x + 6.2391$$

Reemplazando dato Y= 43.1 °C

- Temperatura maxima parte inferior

$$y = -0.0076x^2 + 1.5229x - 3.084$$

Reemplazando dato Y= 39.1 °C

Una vez obtenido las ecuaciones de las temperaturas minimas y maximas del pavimento rígido en campo, se calculo las temperaturas minimas y maximas del pavimento rígido cuando esta llego a su menor valor a 11.1°C nos resulto los siguientes valores:

**Según las ecuaciones de la grafica 03**

- Temperatura maxima parte superior

$$y = 0.0086x^2 + 0.6672x + 7.7407$$

Reemplazando dato Y= 14.2 °C

- Temperatura maxima parte inferior

$$y = 0.0661x^2 - 1.0891x + 18.172$$

Reemplazando dato Y= 16.2 °C

“ANEXO 06:  
Ensayo de  
diamantina”.



**INGEOMIN: De Ing. César Luis Fernández Farfán**

Ingeniería Geotécnica – Obras Civiles – Maquinaria y Minera

Rpe 9927-16411, Rpm #998873497, - N° RUC 10084282117

E-mail: [referencia1940@gmail.com](mailto:referencia1940@gmail.com) - Ur. Palcozino Block X-1-11 Sra. Zona - Cercado de Lima

- Estudios Topográficos
- Mediciones de Sección
- Movimiento de Tierras
- Concreto
- Pavimentación - Asfalto
- Estructuras Metálicas

**INFORME N° 003**

SOLICITANTE : Bach. Wilfredo Efraim Domingo Morales - Bach. Junior Edgar Escobedo Quinto  
 PROYECTO : "Comportamiento del Pavimento Rígido en la calle Luis Galvani y mejoramiento mediante la aplicación de Pavimento Misto"  
 UBICACIÓN : Distrito de Ate Vitarte - Lima  
 FECHA DE MUESTREO: 11/05/2019  
 FECHA DE EMISIÓN: 20/05/2019

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO****ESPESOR O ALTURA DE ESPECÍMENES COMPACTADOS - ASTM D 3549**EXTRACCIÓN DE DIAMANTINA EN PAVIMENTOS RIGIDOS

Equipo de extracción : MARCA AYA- INSTRUMENTS, MODELO STHZ-15-1  
 Equipo de verificación : VERNIER PROFESIONAL DE 6" , MARCA LITZ (GERMANO)

*César Luis Fernández Farfán*  
**CESAR LUIS FERNANDEZ FARFAN**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 151570

Especimen : M-01

Ubicación : Calle Luis Galvani - Cauda 1 P 0+087 (PAV. MALO)

	Alt. A	Alt. B	Alt. C	Alt. D
Concreto	14.00	13.60	13.80	13.60

Concreto



Promedio Altura	
cm	ulg
13.75	5.4

Especimen : M-02

Ubicación : Calle Luis Galvani - Cauda 1 P 0+163 (PAV. BUENO)

	Alt. A	Alt. B	Alt. C	Alt. D
Concreto	16.00	15.85	15.7	15.80

Promedio Altura	
cm	ulg
15.84	6.2

Especimen : M-03

Ubicación : Calle Luis Galvani - Cauda 2 P 0+086 (PAV. MALO)

	Alt. A	Alt. B	Alt. C	Alt. D
Concreto	13.00	13.20	13.00	12.80

Promedio Altura	
cm	ulg
13.00	5.1

Especimen : M-04

Ubicación : Calle Luis Galvani - Cauda 2 P 0+163 (PAV. MALO)

	Alt. A	Alt. B	Alt. C	Alt. D
Concreto	16.30	16.40	16.30	16.35

Promedio Altura	
cm	ulg
16.34	6.4

Especimen : M-05

Ubicación : Calle Luis Galvani - Cauda 3 P 0+037 (PAV. BUENO)

	Alt. A	Alt. B	Alt. C	Alt. D
Concreto	14.60	15.00	15.00	14.90

Promedio Altura	
cm	ulg
14.88	5.9

Especimen : M-06

Ubicación : Calle Luis Galvani - Cauda 3 P 0+219 (PAV. MALO)

	Alt. A	Alt. B	Alt. C	Alt. D
Concreto	13.00	13.20	13.00	12.98

Promedio Altura	
cm	ulg
13.05	5.1



**INFORME**

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : ELESANO QUINTO JUNIOR EDGAR  
**Obra** : TESIS: "COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE LUIS GALVANI Y MEJORAMIENTO MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL PAVIMENTO MIXTO"  
**Ubicación** : CALLE LUIS GALVANI \* DISTRITO DE ATE VITARTE - LIMA  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Testigos Diamantinos  
**Fecha** : 21/05/2019

**1. DE LA MUESTRA** : Consiste en 6 muestra de testigos diamantinos extraídos por el solicitante.

Fecha de ensayo : 21/05/2019

**2. DE LOS EQUIPOS** : Máquina de ensayo uniaxial PROETI.  
 Certificado de Calibración LFP - 273 - 2018.

**3. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 330.034:2015.  
 Procedimiento interno AT-PR-12.

**4. RESULTADOS**

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE EXTRACCIÓN	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm²)	CARGA (Kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN (AL/Diám.)	RESIST. A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)	RESIST. A LA COMPRESIÓN (MPa)	TIPO DE FRACTURA
1	M-1	11/05/2019	9.88	10.8	76.7	27009	0.89	315	30.8	TIPO 2
2	M-2	11/05/2019	9.88	13.3	76.7	26162	0.94	321	31.6	TIPO 3
3	M-3	11/05/2019	9.88	10.9	76.7	25890	0.89	302	29.6	TIPO 2
4	M-4	11/05/2019	9.88	13.4	76.7	22005	0.94	271	26.5	TIPO 2
5	M-5	11/05/2019	9.88	13.3	76.7	22097	0.94	271	26.6	TIPO 3
6	M-6	11/05/2019	9.88	10.7	76.7	23364	0.89	271	26.6	TIPO 3

**5. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Sr. L. O. R.



**NOTAS:**

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras extraídas en la ubicación indicada por el solicitante.

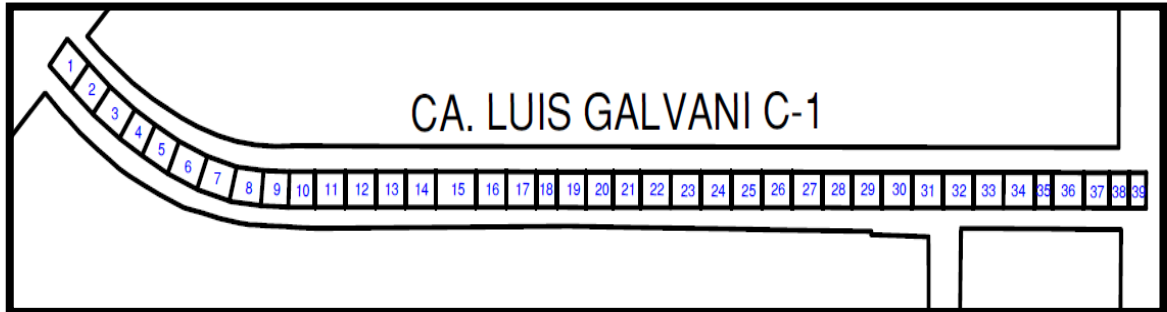


“ANEXO 07: Índice de condición del pavimento (PCI)”.

# ESTUDIO DE PCI DEL PAVIMENTO RÍGIDO

## 1. UNIDAD DE MUESTRA U-1

1.1. TRAMO: CUADRA 1 DE LA PROGRESIVA 0+000 km a 0+293.2 km



## 1.2. DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS

<b>ANALISIS DEL PCI-JR MARISCAL JOSE LA MAR</b>		
<b>TRAMO: Cuadra 1</b>		
<b>N° DE UNIDADES DE ANALISIS :</b>		
CARRIL S-N Y N-S=	39	Unidades
TOTAL=	39	Unidades
<b>DIMENSIONES DE UNIDAD TIPICA:</b>		
LAGO=	7.50	ml
ANCHO	7.20	ml
AREA DE UNIDAD=	54	m2
<b>AREA TOTAL DE ANALISIS</b>	<b>2106</b>	<b>m2</b>

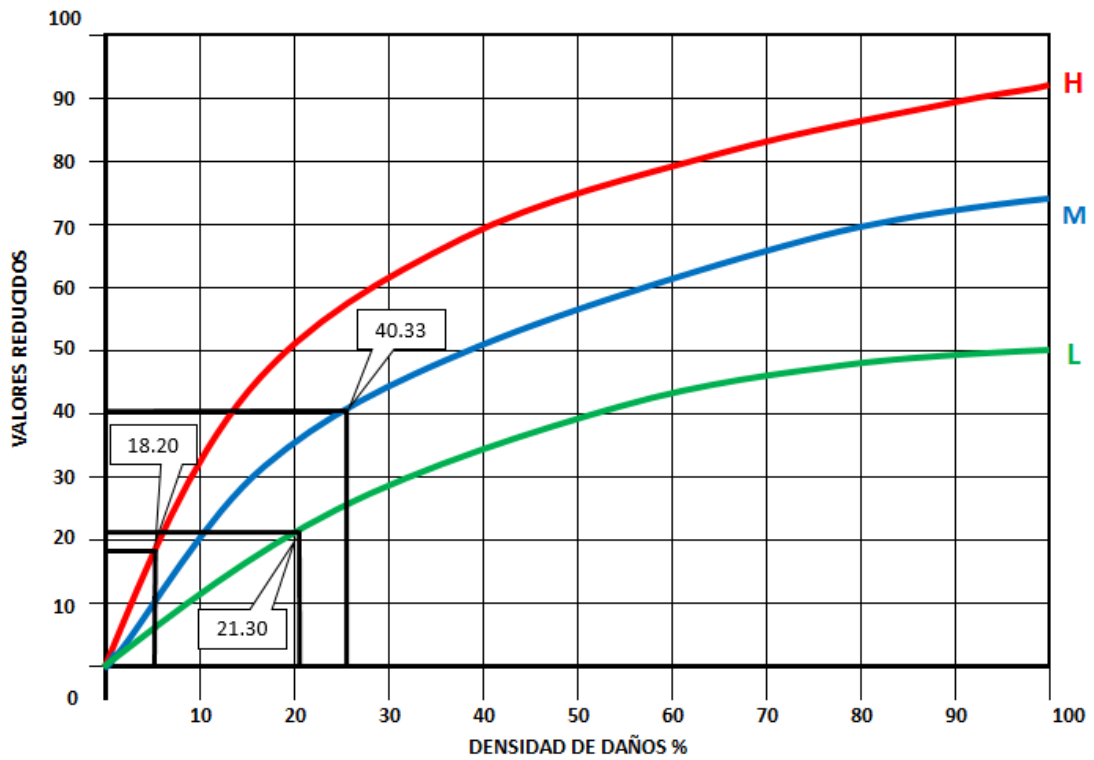
## 1.3. DETERMINACION DE UNIDAD DE MUESTREO

TRAMO:	Cuadra 1	
$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2}$	N=	39
	e=	5
	σ=	15
	n=	18
determinación de intervalo de muestreo		
$i = \frac{N}{n}$	N=	39
	n=	18
	i=	2

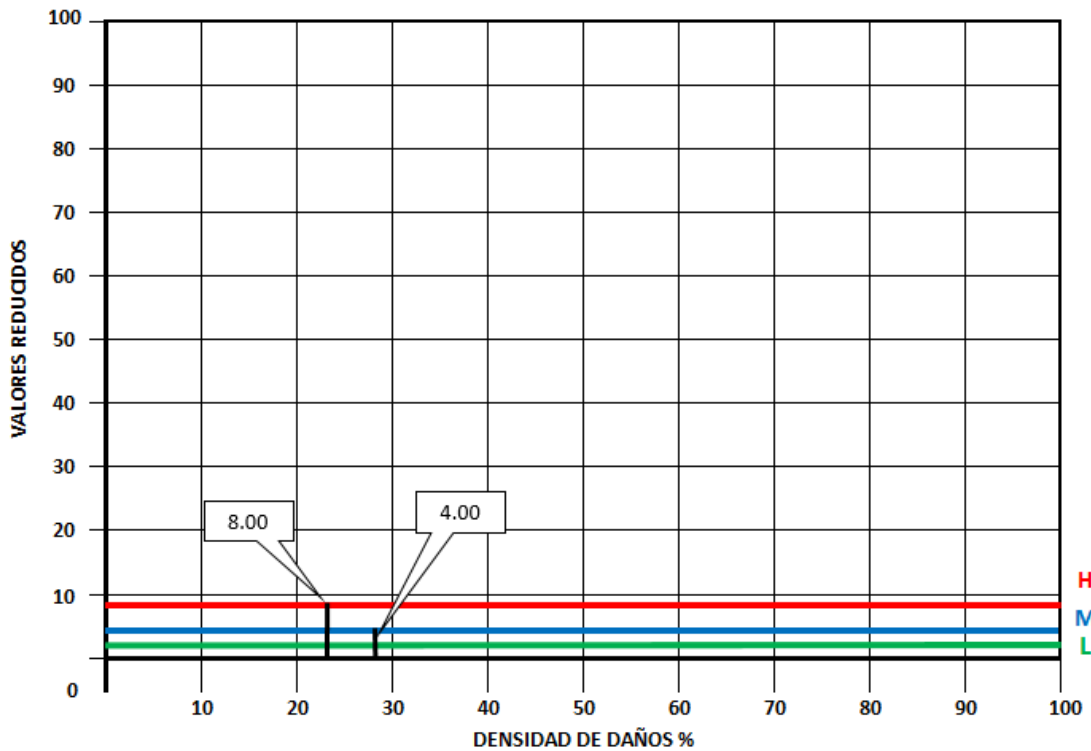


- Deducción de valores reducidos en relación a la Densidad de Daños contabilizados:

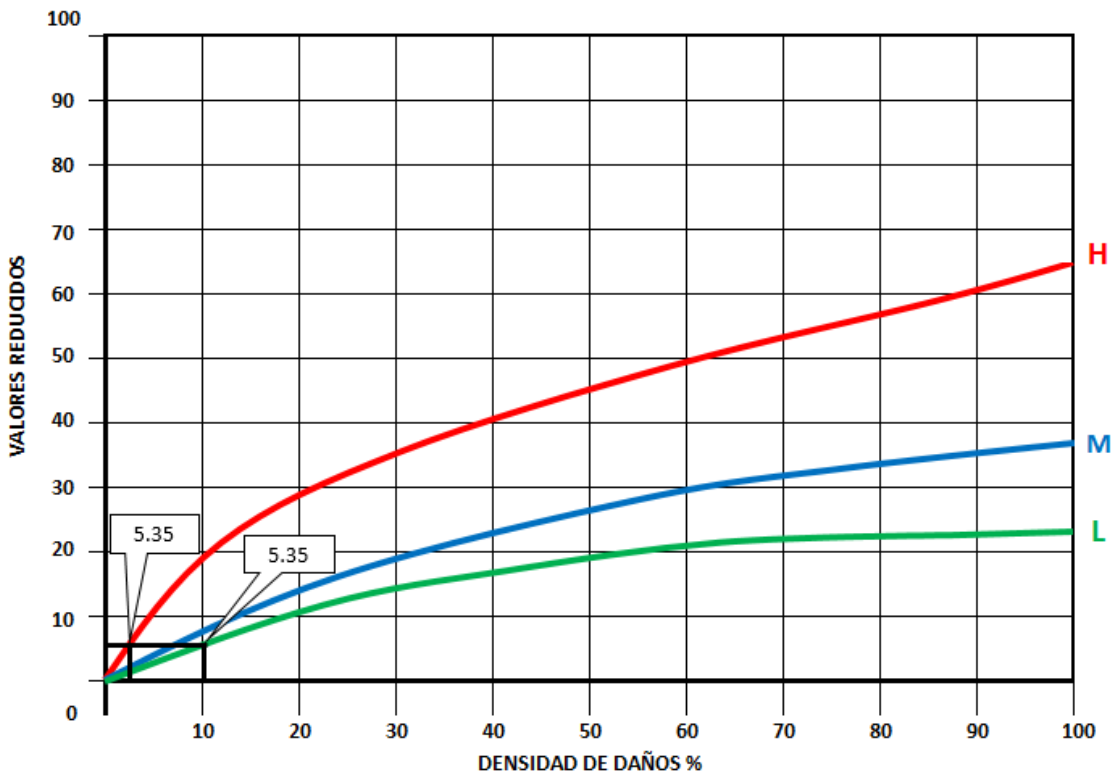
### LOSA DIVIDIDA



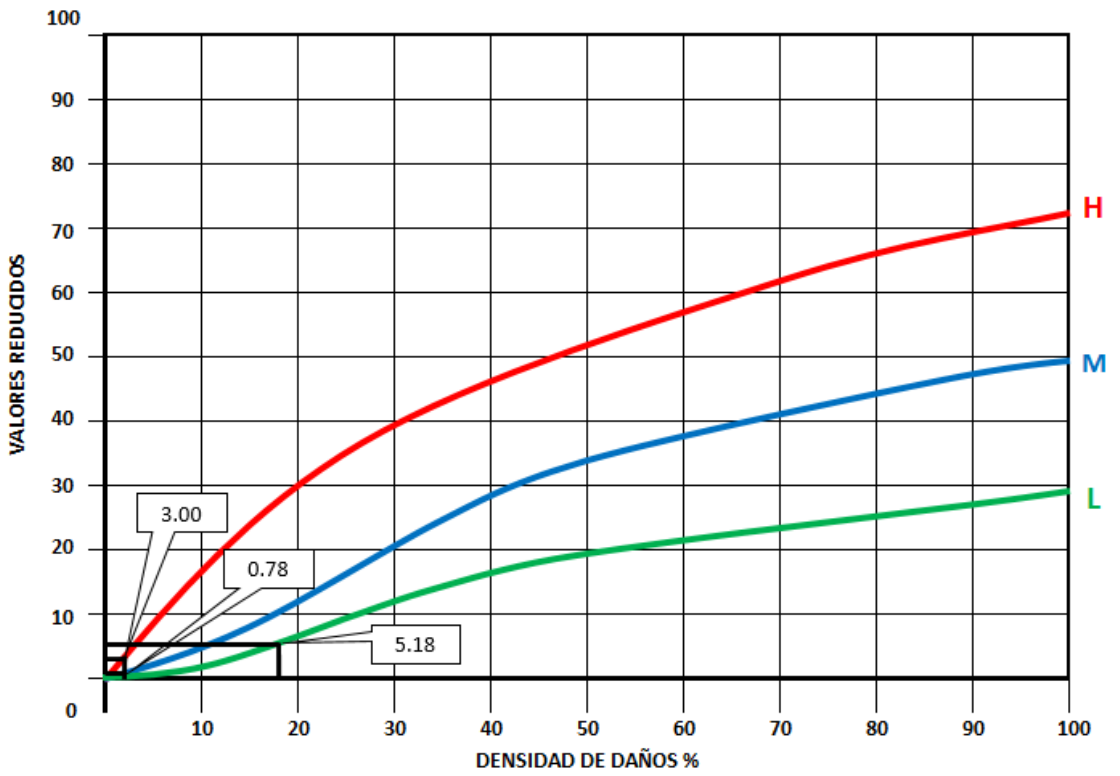
### DETERIORO DE SELLO DE JUNTAS



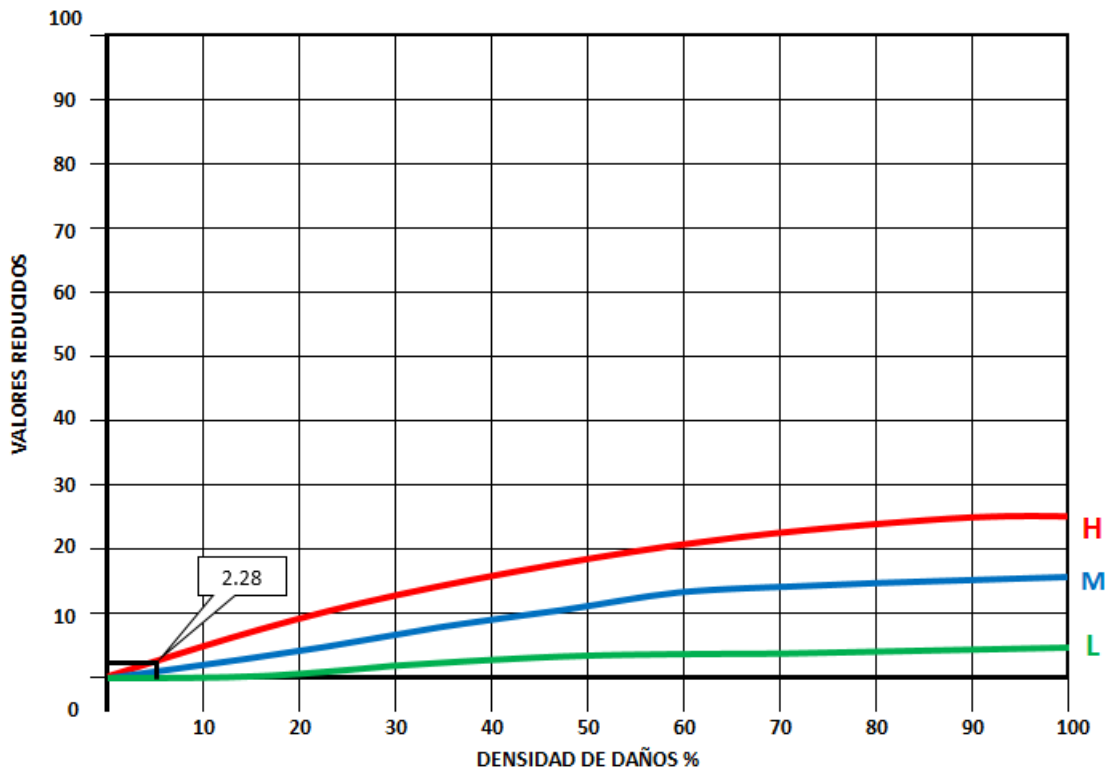
### GRIETAS LINEALES



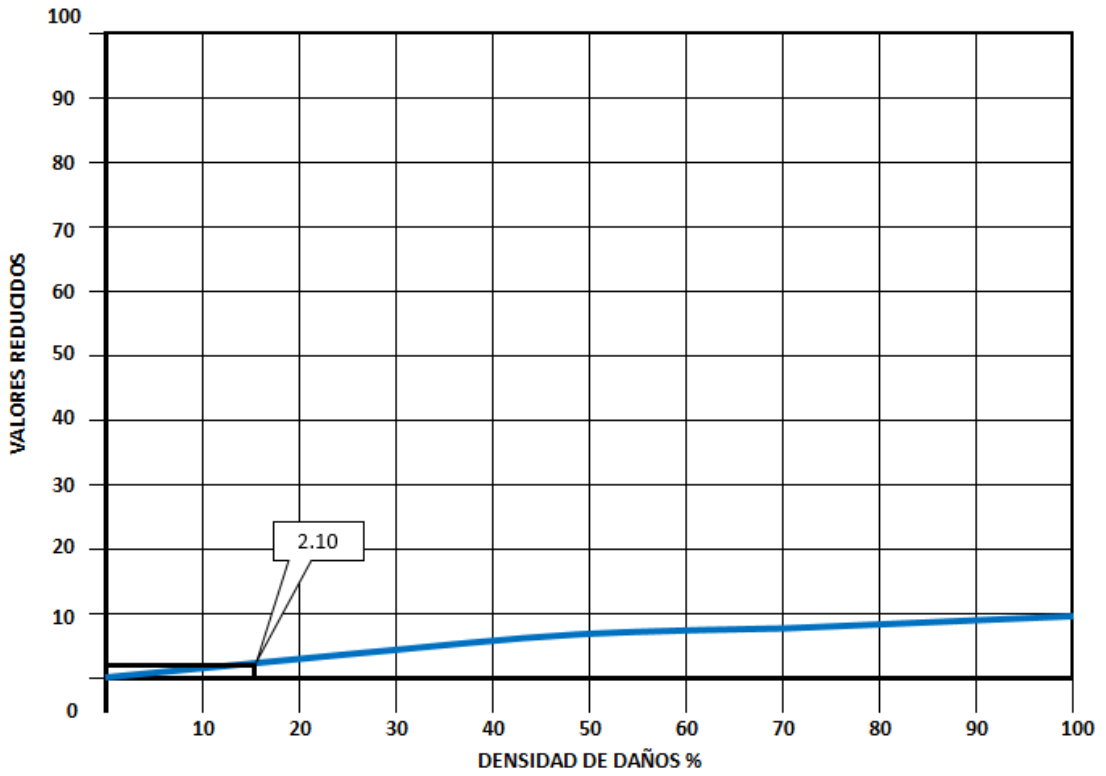
### PARCHEO GRANDE



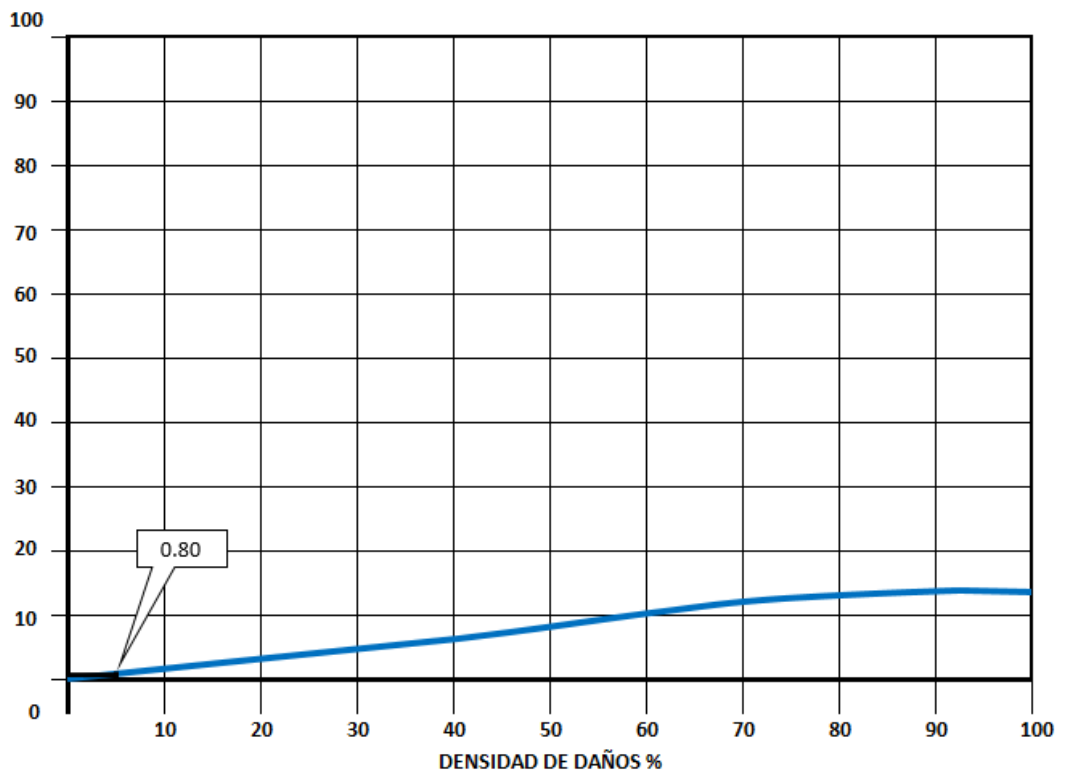
### PARCHEO PEQUEÑO



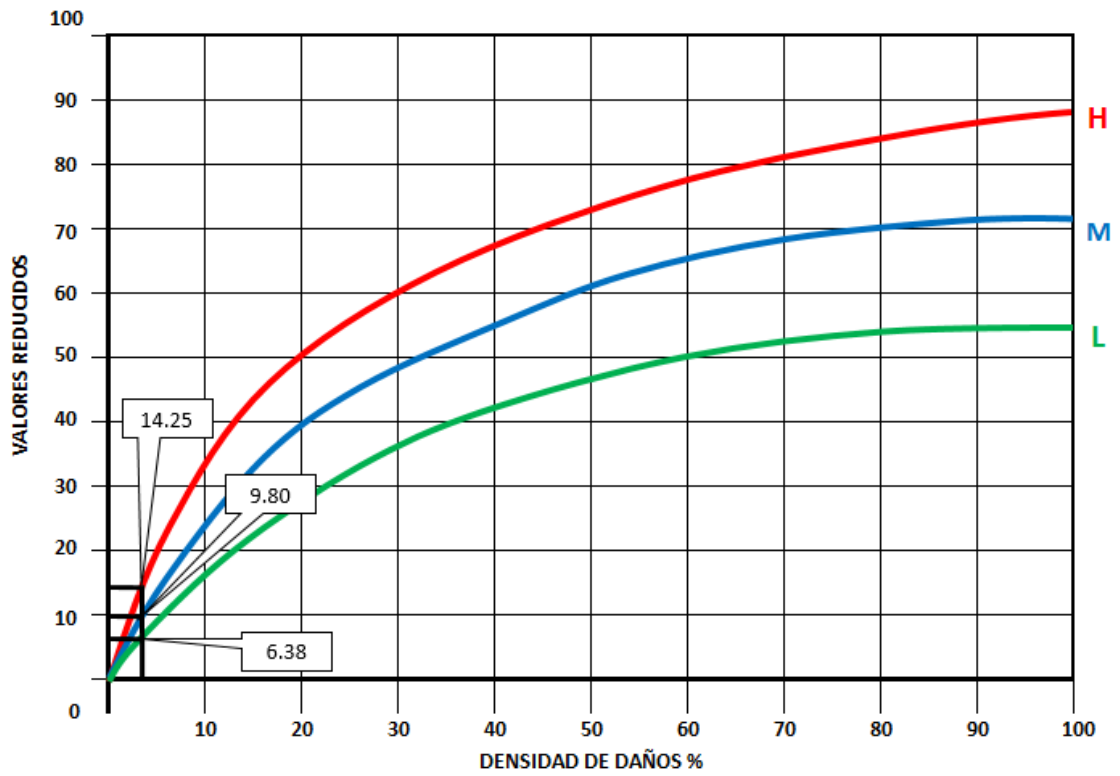
### PULIMENTO DE AGREGADOS



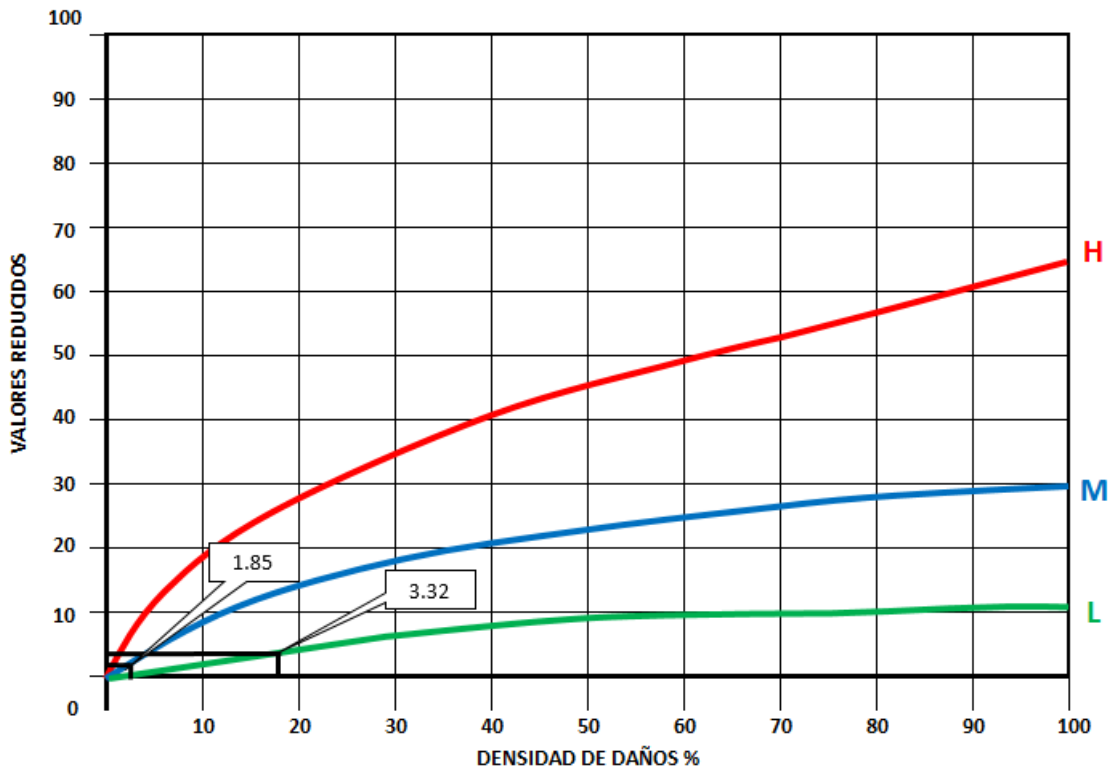
### POPOUTS



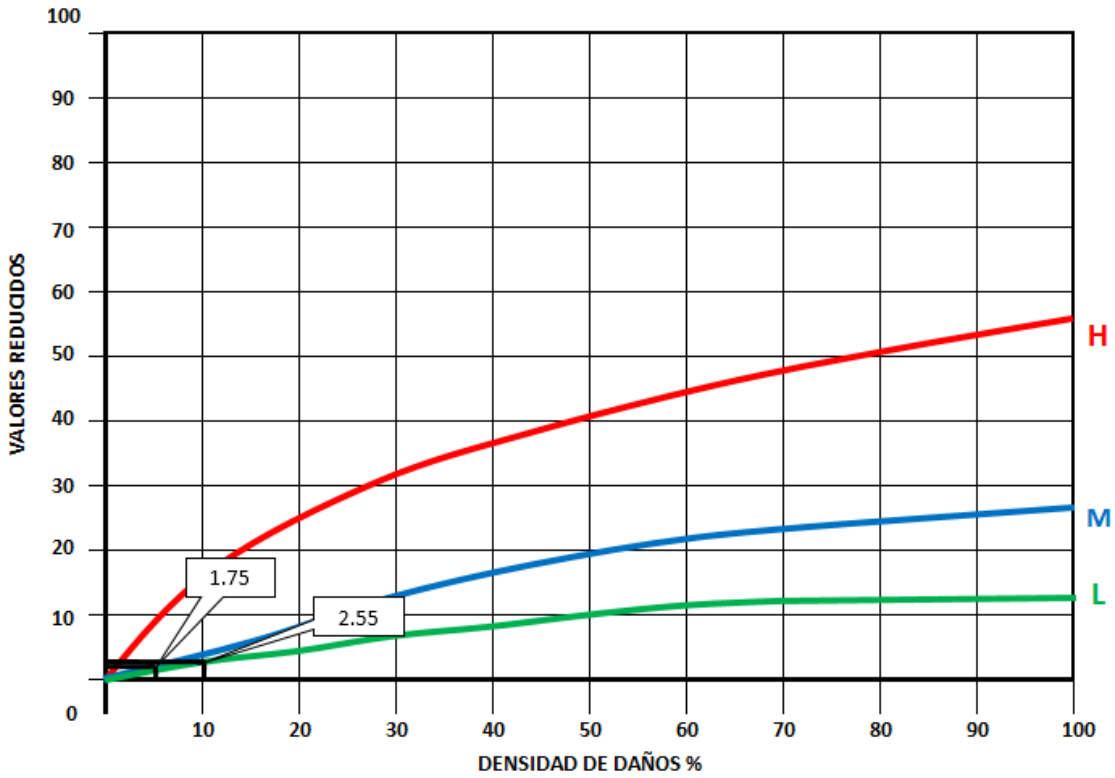
### PUNZONAMIENTO



### MAPA DE GRIETAS



### DESCASCARAMIENTO DE JUNTA





- **Determinación del número máximo permitido de Valores Reducidos (VRs):**

✓ 1ro seleccionamos el Mayor Valor Deducido (MVD)

$$\mathbf{MVR = 40.30}$$

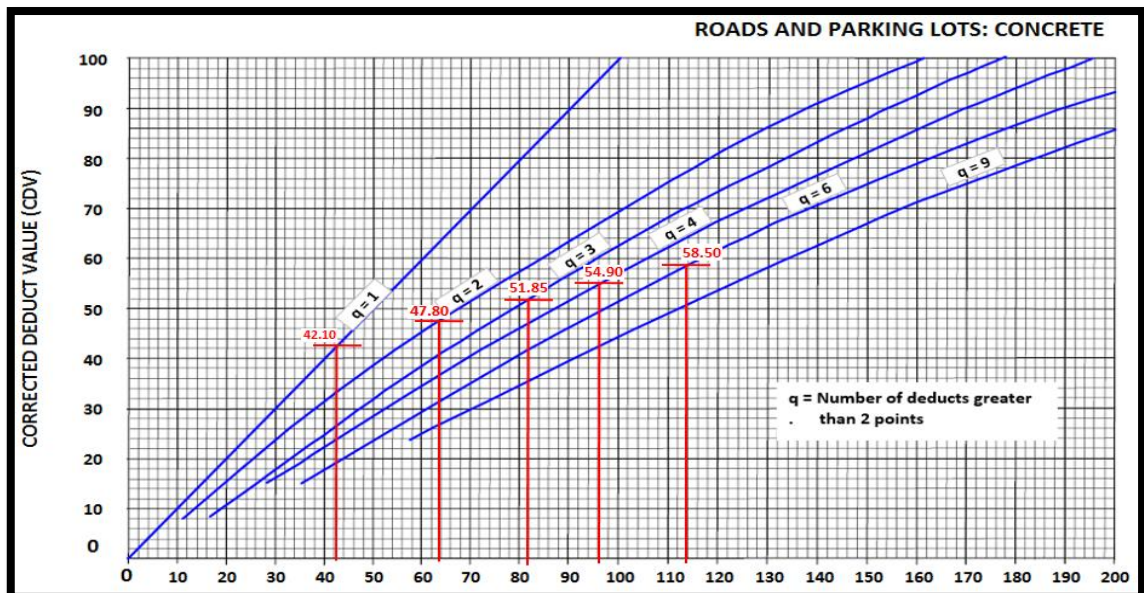
✓ 2do calculamos el "Número Máximo Admisible"

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

$$m_i = 6.48$$

- **Determinación del máximo valor Reducido corregido (Max.VRC):**

N°	Valor de Reduccion							Total	q	VRC
1	40.33	21.30	18.20	14.25	9.80	8.00	3.06	114.94	7	56.65
2	40.33	21.30	18.20	14.25	9.80	8.00	2.00	113.88	6	58.50
3	40.33	21.30	18.20	14.25	9.80	2.00		105.88	5	57.75
4	40.33	21.30	18.20	14.25	2.00			96.08	4	54.90
5	40.33	21.30	18.20	2.00				81.83	3	51.85
6	40.33	21.30	2.00					63.63	2	47.80
7	40.33	2.00						42.33	1	42.10

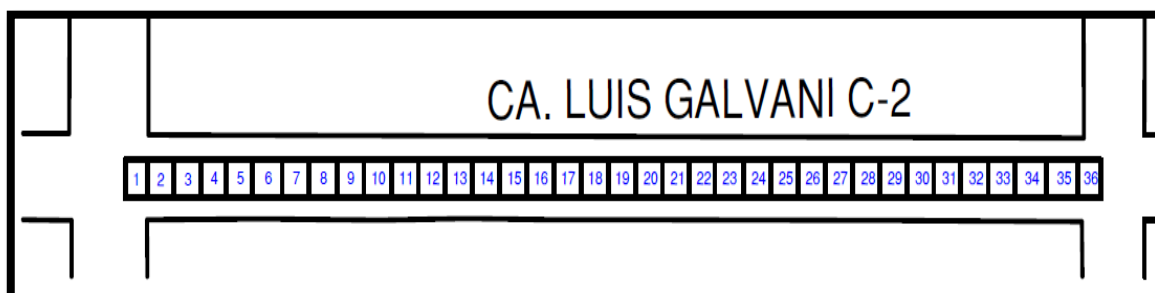


- **Determinación del PCI:**

<b>PCI = 100 - Max.VRC</b>
Max.VRC = 58.5
PCI = 41.5
CLASIFICACION = REGULAR

## 2. UNIDAD DE MUESTRA U-2

### 2.1. TRAMO: CUADRA 1 DE LA PROGRESIVA



### 2.2. DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS

<b>ANALISIS DEL PCI-JR MARISCAL JOSE LA MAR</b>		
<b>TRAMO: Cuadra 2</b>		
<b>Nº DE UNIDADES DE ANALISIS :</b>		
CARRIL S-N Y N-S=	36	Unidades
TOTAL=	36	Unidades
<b>DIMENSIONES DE UNIDAD TIPICA:</b>		
LAGO=	7.00	ml
ANCHO	7.20	ml
AREA DE UNIDAD=	50.4	m2
<b>AREA TOTAL DE ANALISIS</b>	<b>1814</b>	<b>m2</b>

### 2.3. DETERMINACION DE UNIDAD DE MUESTREO

TRAMO:		Cuadra 2	
$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2}$	N=	36	
	e=	5	
	$\sigma$ =	15	
	n=	18	
determinacion de intervalo de muestreo			
$i = \frac{N}{n}$	N=	36	
	n=	18	
	i=	2	

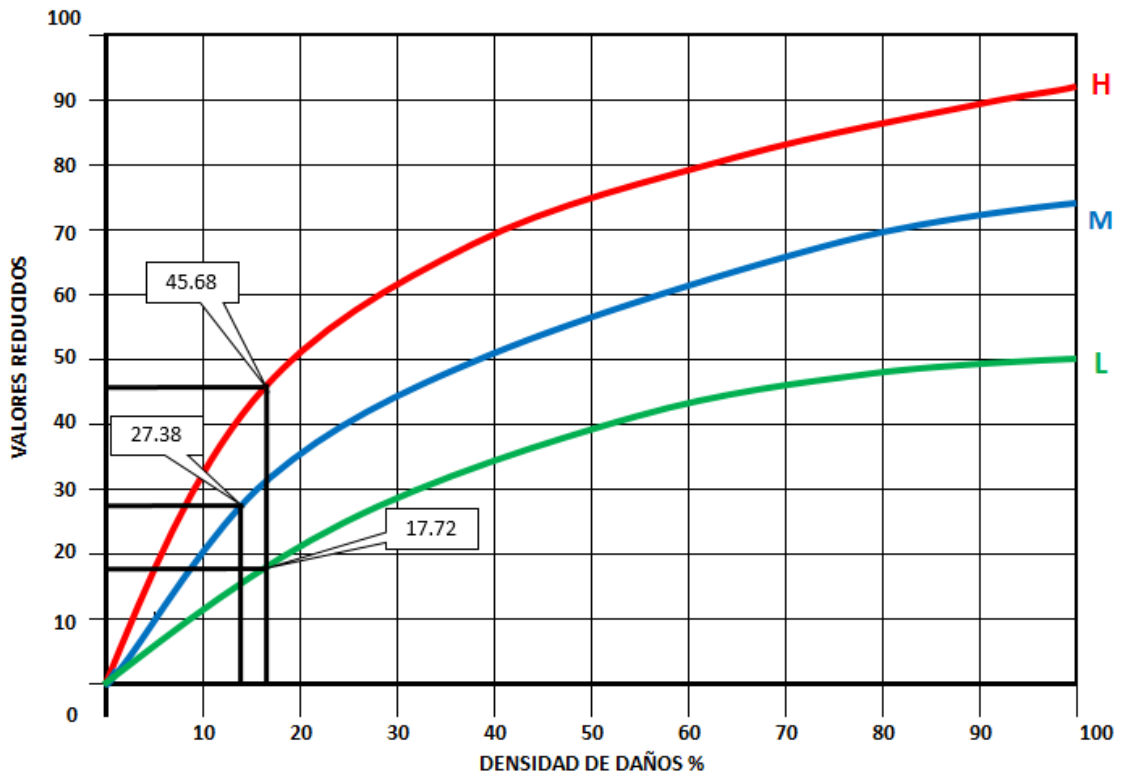
#### 2.4. EVALUACION DE PCI Del PAVIMENTO RÍGIDO

- Registro de datos de la unidad de muestreo:

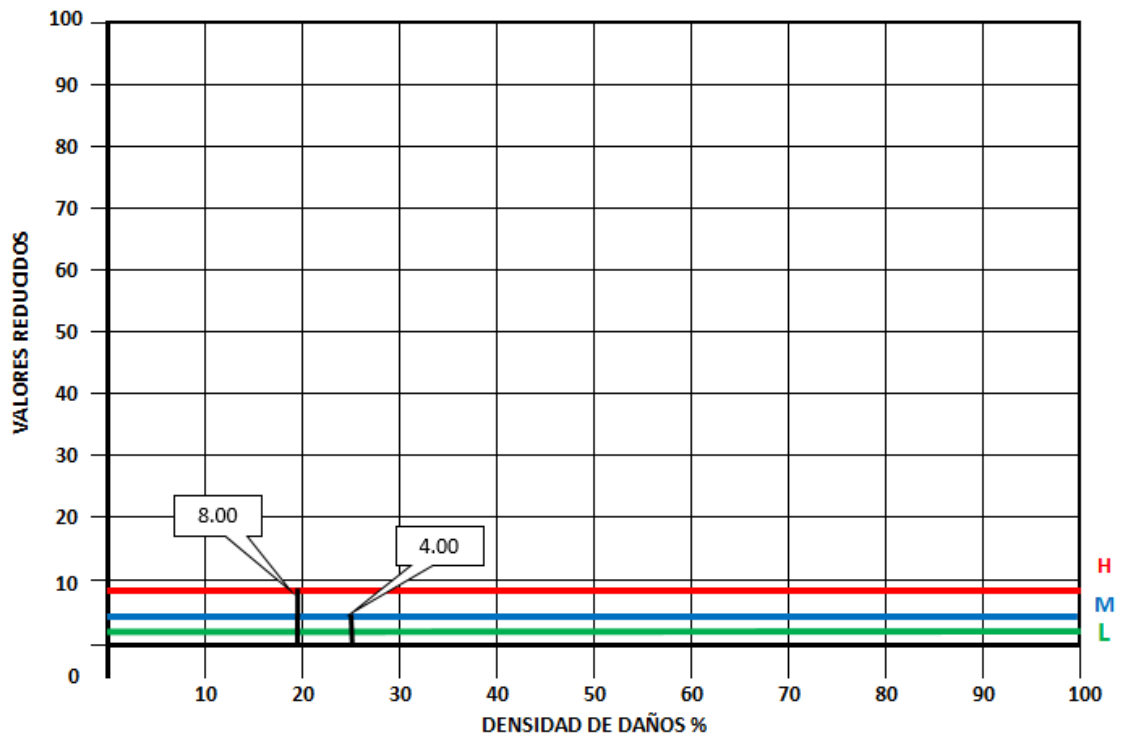
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO																																																										
<b>ZONA</b>		<b>ABSCISA INICIAL</b>		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>																																																						
CALLE LUIS GALVANI -CUADRA 1		0+000 m		U-2																																																						
<b>CODIA VIA</b>		<b>ABSCISA FINAL</b>		<b>NUMERO DE LOSAS</b>																																																						
CLGC2		0+251.85 m		36																																																						
<b>INSPECCIONADA POR</b>			<b>FECHA</b>																																																							
ELESCANO QUINTO JUNIOR EDGAR			27/05/2019																																																							
No.	Daño	No.	Daño	ESQUEMA																																																						
21	Pandeo/Blow up/ Buckñing	31	Pulimento de agergados	<table border="1"> <tr><td>36</td></tr> <tr><td>23L-26M-30L-31-36L</td></tr> <tr><td>35</td></tr> <tr><td>34</td></tr> <tr><td>23M-26M-36L</td></tr> <tr><td>33</td></tr> <tr><td>32</td></tr> <tr><td>23M-26M-36M</td></tr> <tr><td>31</td></tr> <tr><td>30</td></tr> <tr><td>23L-26M-36L</td></tr> <tr><td>29</td></tr> <tr><td>28</td></tr> <tr><td>23L-26M-30H-36L</td></tr> <tr><td>27</td></tr> <tr><td>26</td></tr> <tr><td>23L-26M-36M</td></tr> <tr><td>25</td></tr> <tr><td>24</td></tr> <tr><td>23L-26M-34H-36L</td></tr> <tr><td>23</td></tr> <tr><td>22</td></tr> <tr><td>23L-26M-36L</td></tr> <tr><td>21</td></tr> <tr><td>20</td></tr> <tr><td>23H-26M-29L-36L</td></tr> <tr><td>19</td></tr> <tr><td>18</td></tr> <tr><td>23H-29L-31</td></tr> <tr><td>17</td></tr> <tr><td>16</td></tr> <tr><td>23H-26H-29L</td></tr> <tr><td>15</td></tr> <tr><td>14</td></tr> <tr><td>23H-26H-29L-36L</td></tr> <tr><td>13</td></tr> <tr><td>12</td></tr> <tr><td>23M-26H-31-39H</td></tr> <tr><td>11</td></tr> <tr><td>10</td></tr> <tr><td>23M-26H-31-39L</td></tr> <tr><td>9</td></tr> <tr><td>8</td></tr> <tr><td>23H-26H-31-36L</td></tr> <tr><td>7</td></tr> <tr><td>6</td></tr> <tr><td>26H-28L-29L-31-34H-36L</td></tr> <tr><td>5</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>23M-26H-29L-29H-31-36L</td></tr> <tr><td>3</td></tr> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>23H-31-39H</td></tr> <tr><td>1</td></tr> </table>	36	23L-26M-30L-31-36L	35	34	23M-26M-36L	33	32	23M-26M-36M	31	30	23L-26M-36L	29	28	23L-26M-30H-36L	27	26	23L-26M-36M	25	24	23L-26M-34H-36L	23	22	23L-26M-36L	21	20	23H-26M-29L-36L	19	18	23H-29L-31	17	16	23H-26H-29L	15	14	23H-26H-29L-36L	13	12	23M-26H-31-39H	11	10	23M-26H-31-39L	9	8	23H-26H-31-36L	7	6	26H-28L-29L-31-34H-36L	5	4	23M-26H-29L-29H-31-36L	3	2	23H-31-39H	1
36																																																										
23L-26M-30L-31-36L																																																										
35																																																										
34																																																										
23M-26M-36L																																																										
33																																																										
32																																																										
23M-26M-36M																																																										
31																																																										
30																																																										
23L-26M-36L																																																										
29																																																										
28																																																										
23L-26M-30H-36L																																																										
27																																																										
26																																																										
23L-26M-36M																																																										
25																																																										
24																																																										
23L-26M-34H-36L																																																										
23																																																										
22																																																										
23L-26M-36L																																																										
21																																																										
20																																																										
23H-26M-29L-36L																																																										
19																																																										
18																																																										
23H-29L-31																																																										
17																																																										
16																																																										
23H-26H-29L																																																										
15																																																										
14																																																										
23H-26H-29L-36L																																																										
13																																																										
12																																																										
23M-26H-31-39H																																																										
11																																																										
10																																																										
23M-26H-31-39L																																																										
9																																																										
8																																																										
23H-26H-31-36L																																																										
7																																																										
6																																																										
26H-28L-29L-31-34H-36L																																																										
5																																																										
4																																																										
23M-26H-29L-29H-31-36L																																																										
3																																																										
2																																																										
23H-31-39H																																																										
1																																																										
22	Grieta de esquina	32	Popouts																																																							
23	Losa dividida	33	Bombeo																																																							
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento																																																							
25	Escala	35	Cruce de via ferrea																																																							
26	Deterioro de sello de junta	36	Mapa de grietas																																																							
27	Desnivel carril/berma	37	Retraccion																																																							
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina																																																							
29	Parqueo (grande)	39	Descascaramiento de junta																																																							
30	Parqueo (pequeño)																																																									
Daño	Severidad	No. De losas	Densidad (%)	Valor Deductivo																																																						
23	L	6	16.67	17.72																																																						
23	M	5	13.89	27.38																																																						
23	H	6	16.67	45.68																																																						
26	M	9	25.00	4.00																																																						
26	H	7	19.44	8.00																																																						
28	L	1	2.78	1.45																																																						
29	L	6	16.67	4.60																																																						
29	H	1	2.78	4.60																																																						
30	L	1	2.78	0.15																																																						
30	H	1	2.78	1.32																																																						
31	-	8	22.22	3.10																																																						
34	H	2	5.56	21.00																																																						
36	L	11	30.56	6.29																																																						
36	M	2	5.56	4.65																																																						
39	L	1	2.78	0.35																																																						
39	H	2	5.56	8.90																																																						

- **Deducción de valores reducidos en relación a la Densidad de Daños contabilizados:**

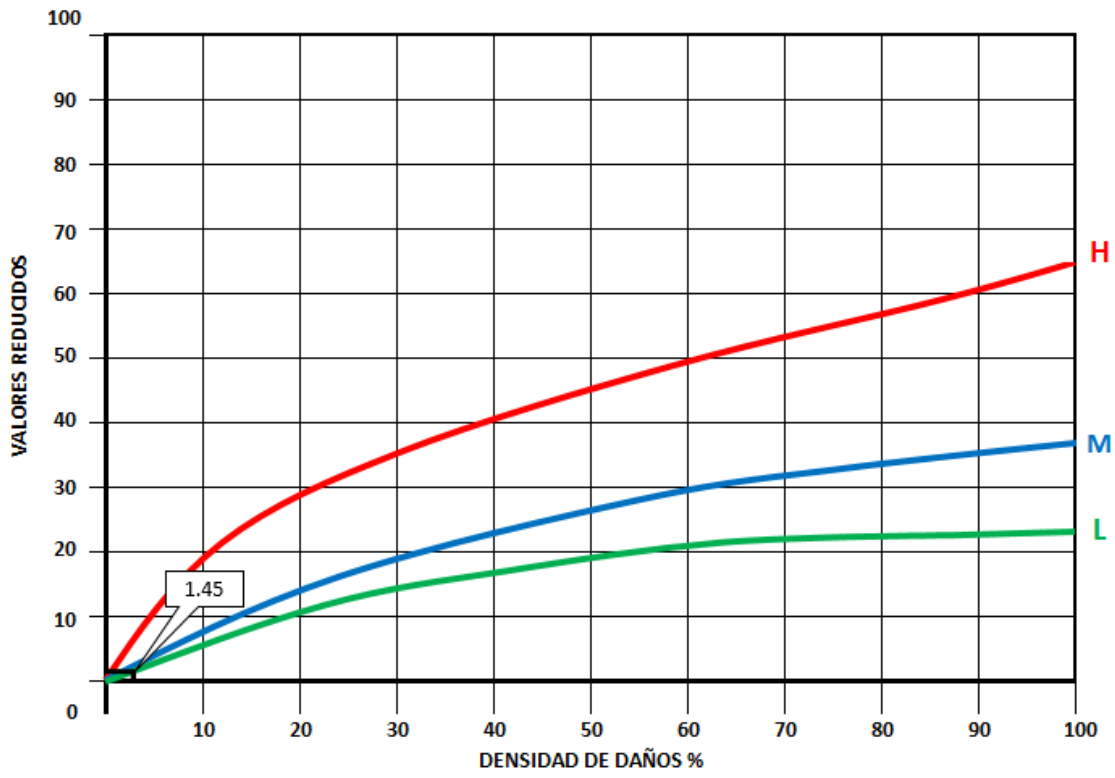
### LOSA DIVIDIDA



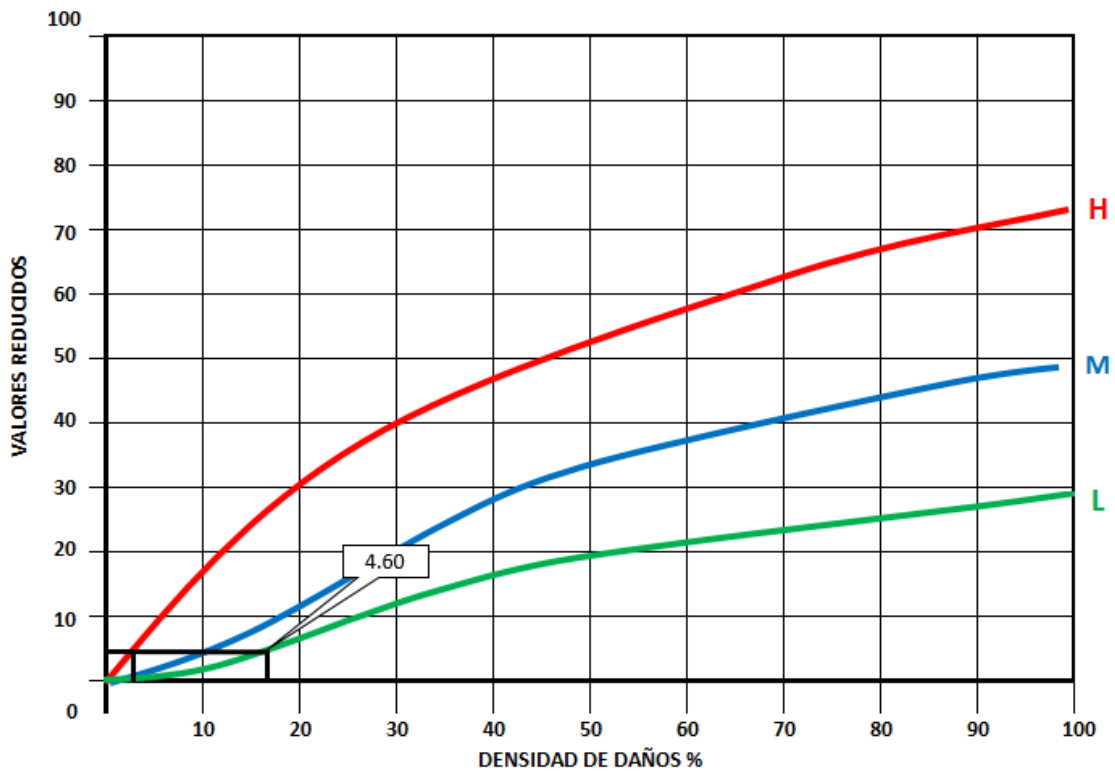
### DETERIORO DE SELLO DE JUNTAS



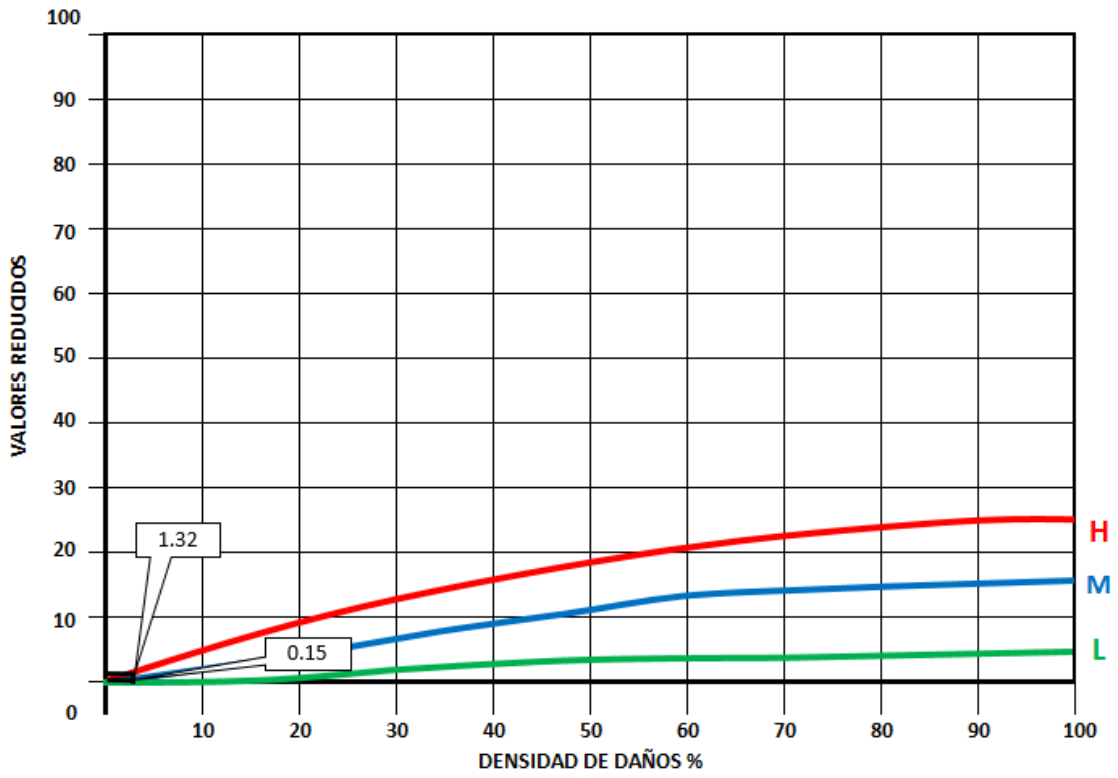
### GRIETAS LINEALES



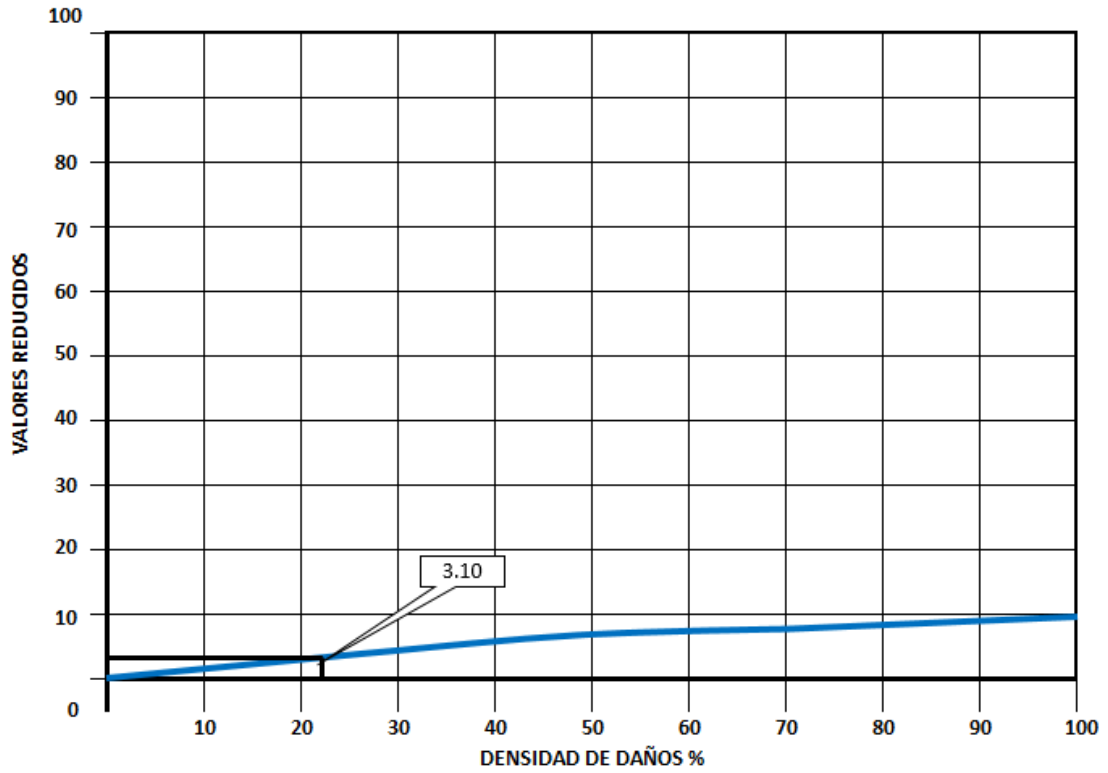
### PARCHEO GRANDE



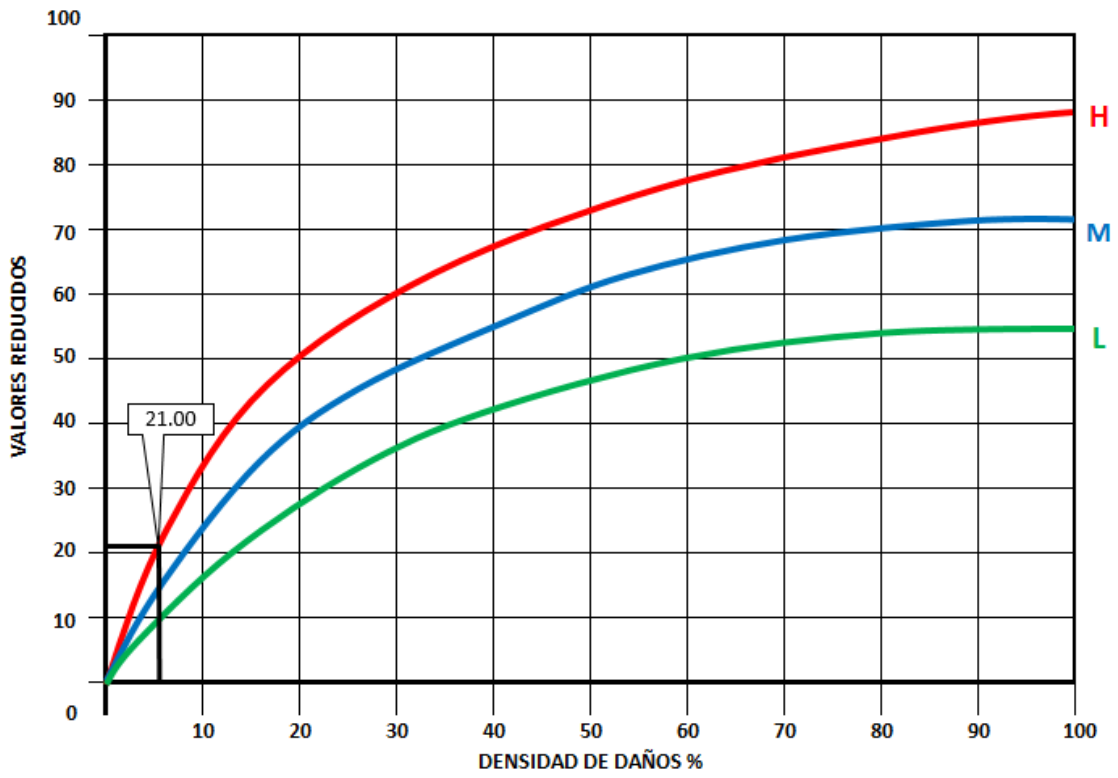
### PARCHEO PEQUEÑO



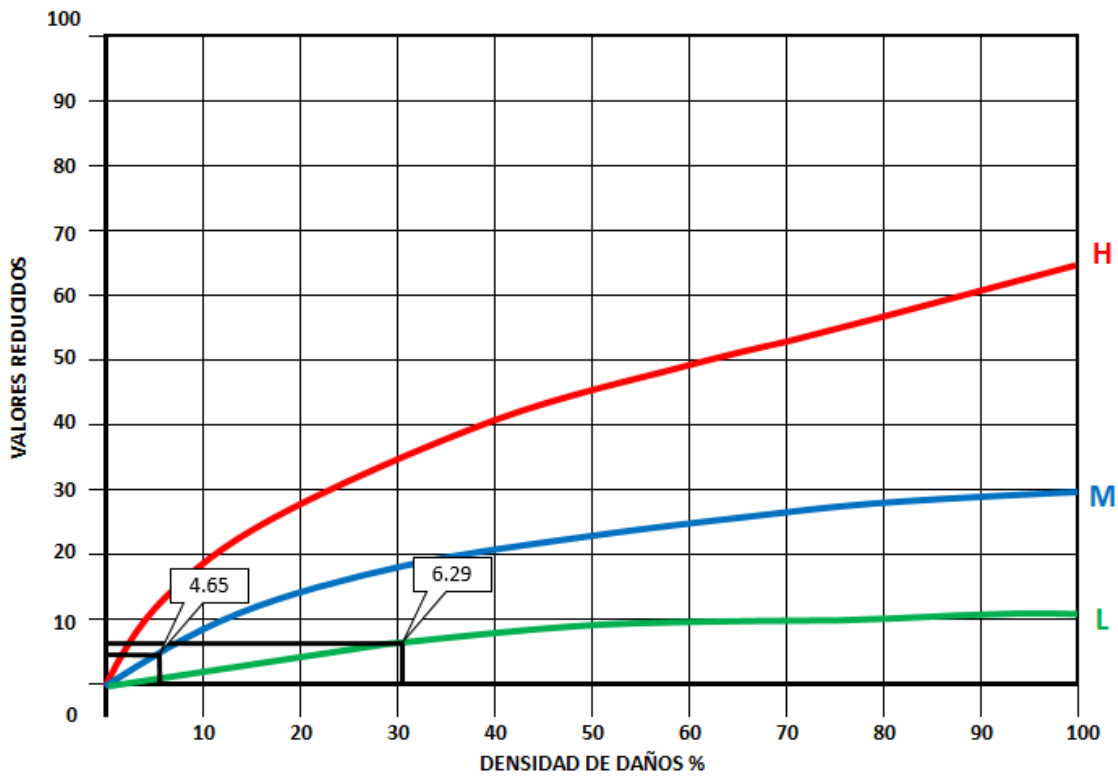
### PULIMENTO DE AGREGADOS



### PUNZONAMIENTO

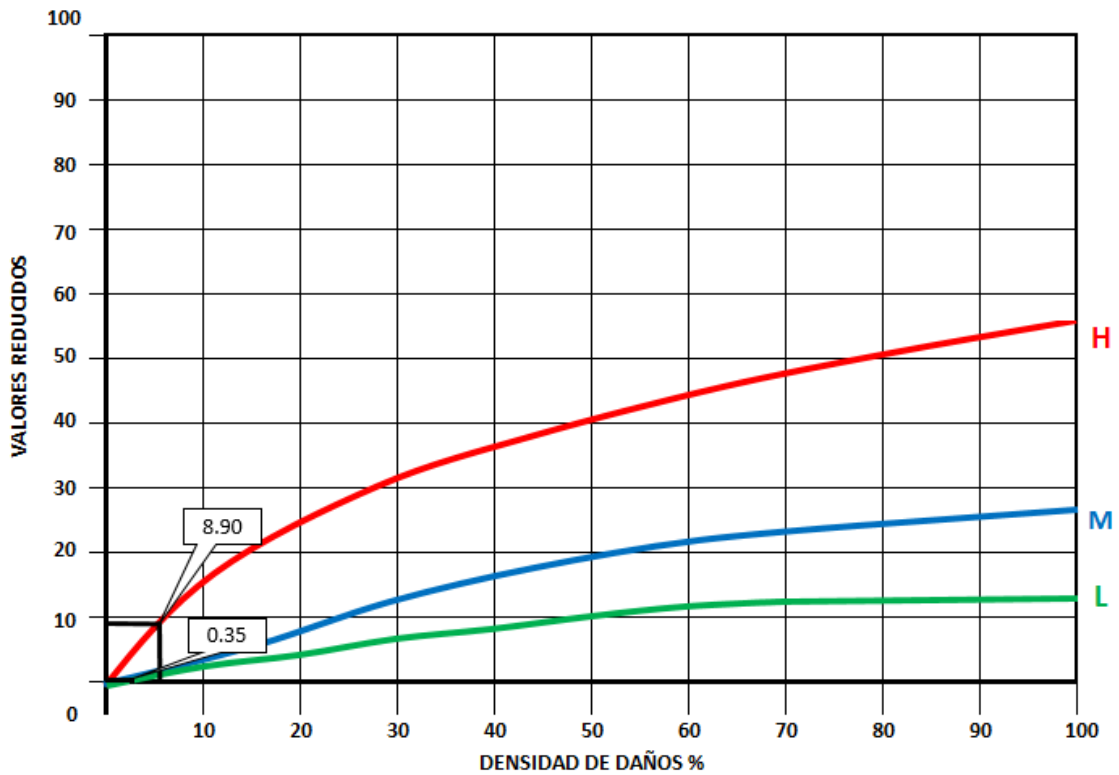


### MAPA DE GRIETAS





## DESCASCARAMIENTO DE JUNTA



- **Determinación del número máximo permitido de Valores Reducidos (VRs):**

✓ 1ro seleccionamos el Mayor Valor Deducido (MVD)

$$\mathbf{MVR = 45.68}$$

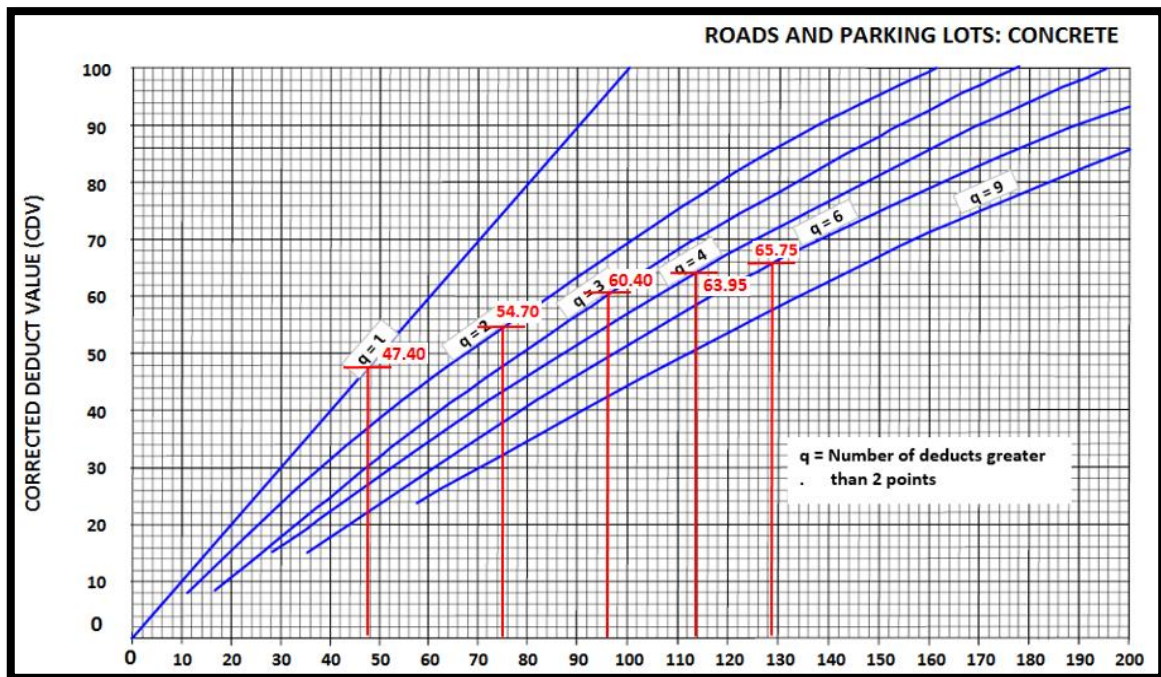
✓ 2do calculamos el "Número Máximo Admisible"

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

$$m_i = 5.99$$

- **Determinación del máximo valor Reducido corregido (Max.VRC):**

Nº	Valor de Reduccion						Total	q	VRC
1	45.68	27.38	21.00	17.72	8.90	7.92	128.60	6	65.75
2	45.68	27.38	21.00	17.72	8.90	2.00	122.68	5	65.85
3	45.68	27.38	21.00	17.72	2.00		113.78	4	63.95
4	45.68	27.38	21.00	2.00			96.06	3	60.40
5	45.68	27.38	2.00				75.06	2	54.70
6	45.68	2.00					47.68	1	47.40

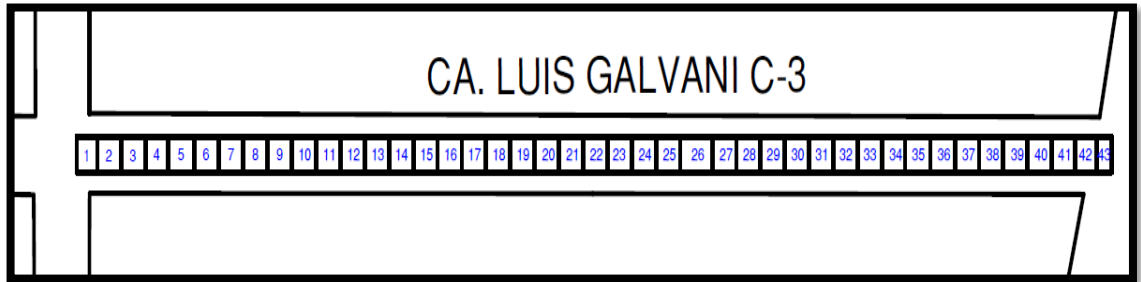


- **Determinación del PCI:**

<b>PCI = 100 - Max.VRC</b>
Max.VRC = 65.85
PCI = 34.15
CLASIFICACION = MALO

3. UNIDAD DE MUESTRA U-3

3.1. TRAMO: CUADRA 3 DE LA PROGRESIVA



3.2. DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS

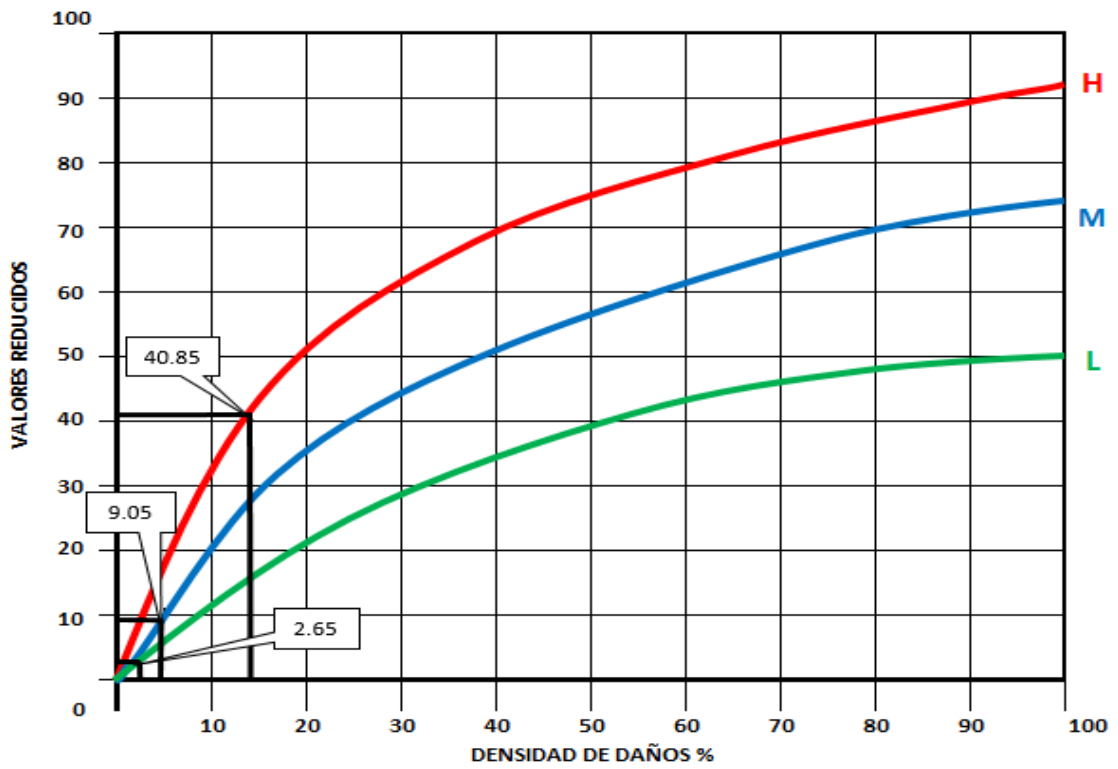
ANÁLISIS DEL PCI-JR MARISCAL JOSE LA MAR		
TRAMO:	Cuadra 3	
Nº DE UNIDADES DE ANÁLISIS :		
	CARRIL S-N Y N-S=	43 Unidades
	TOTAL=	43 Unidades
DIMENSIONES DE UNIDAD TIPICA:		
	LAGO=	7.00 ml
	ANCHO	7.20 ml
	AREA DE UNIDAD=	50.4 m2
AREA TOTAL DE ANÁLISIS	2167	m2

3.3. DETERMINACION DE UNIDAD DE MUESTREO

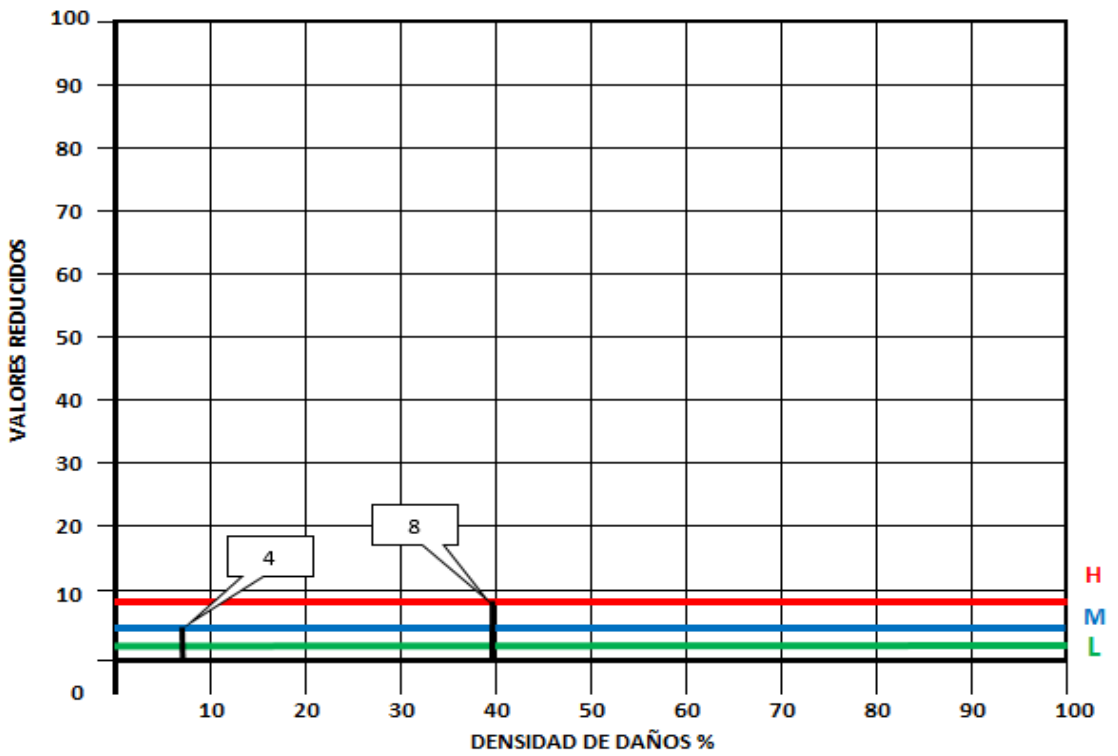
TRAMO:	Cuadra 3	
$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2}$	N=	43
	e=	5
	$\sigma$ =	15
	n=	19
determinacion de intervalo de muestreo		
$i = \frac{N}{n}$	N=	43
	n=	19
	i=	2



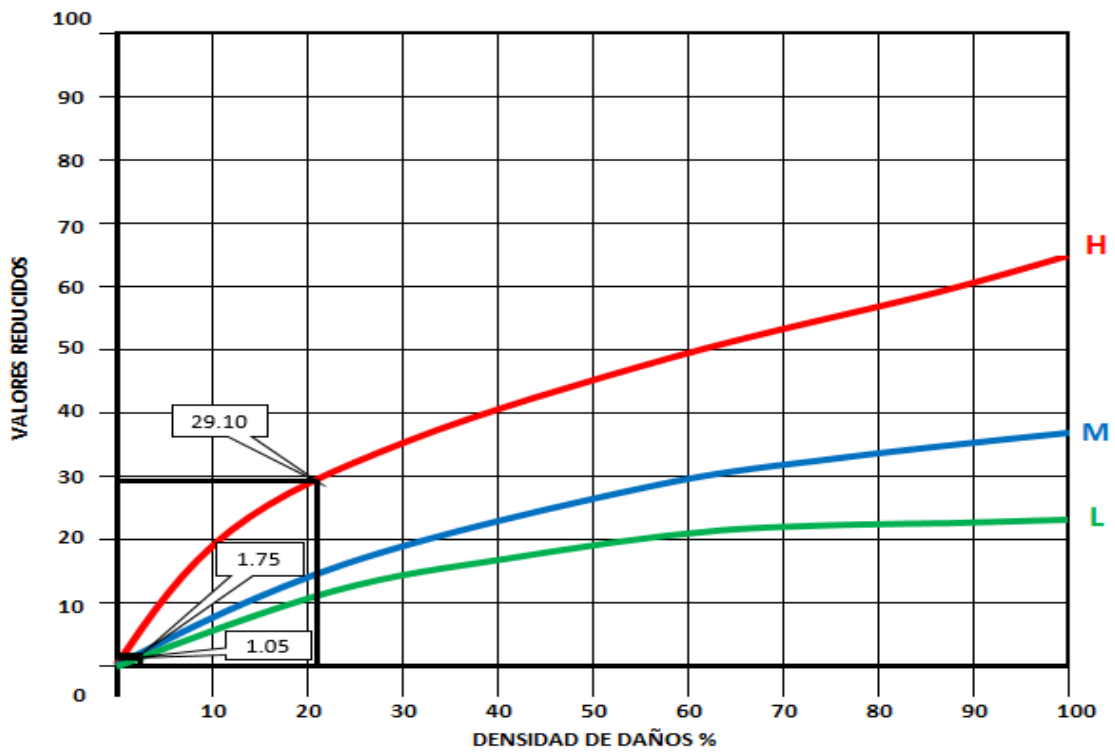
### LOSA DIVIDIDA



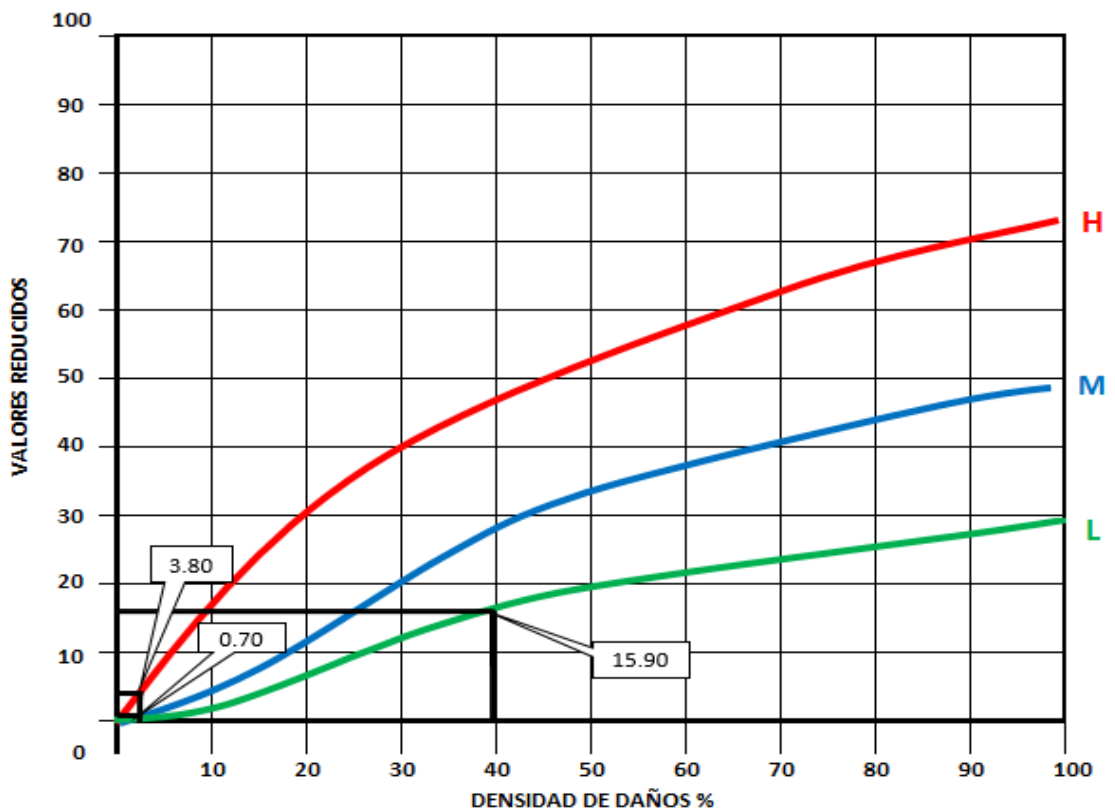
### DETERIORO DE SELLO DE JUNTAS



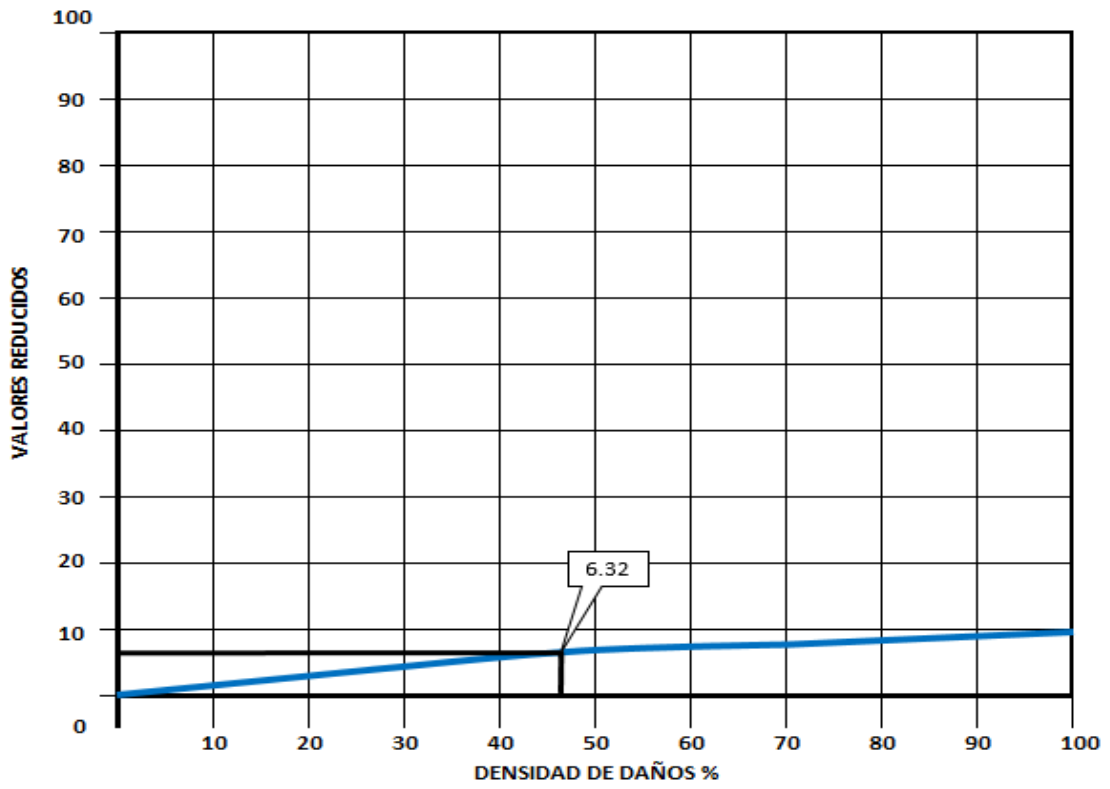
### GRIETAS LINEALES



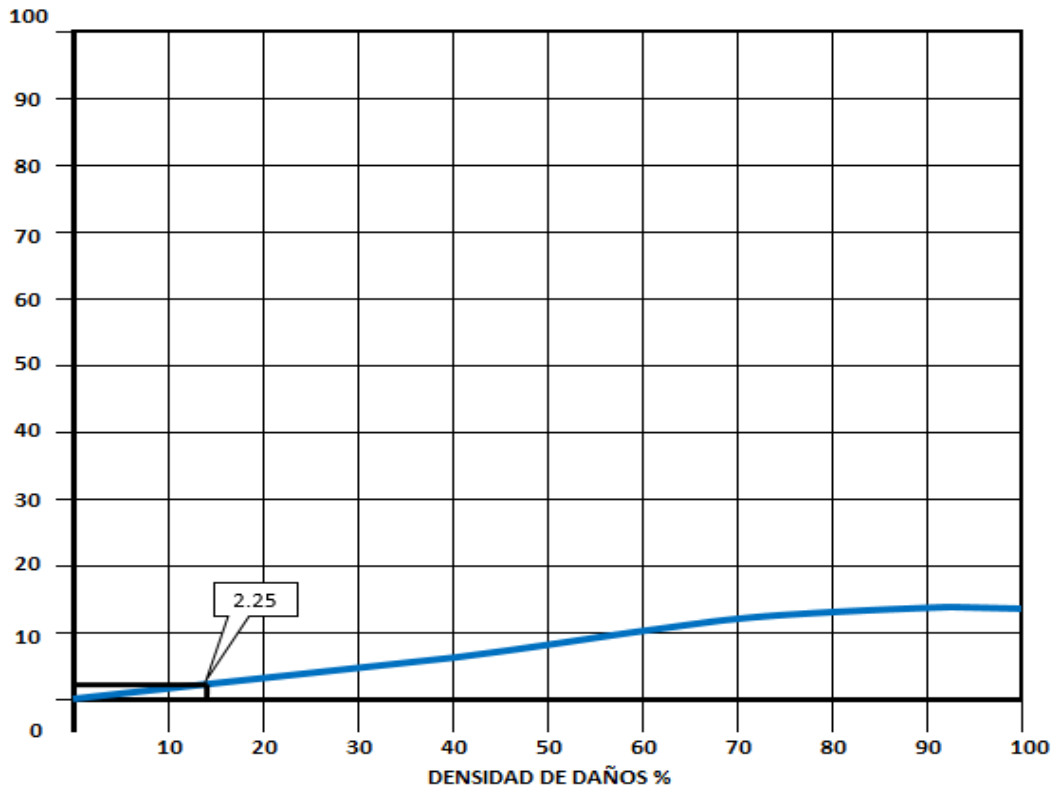
### PARCHEO GRANDE



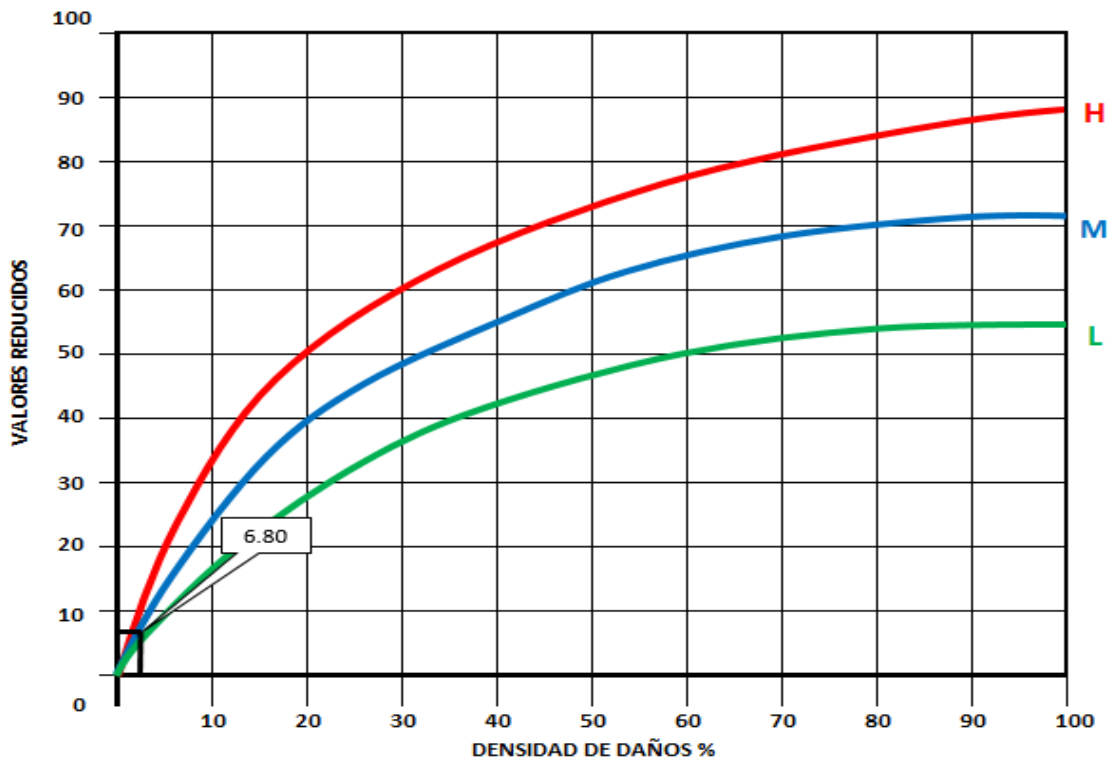
### PULIMENTO DE AGREGADOS



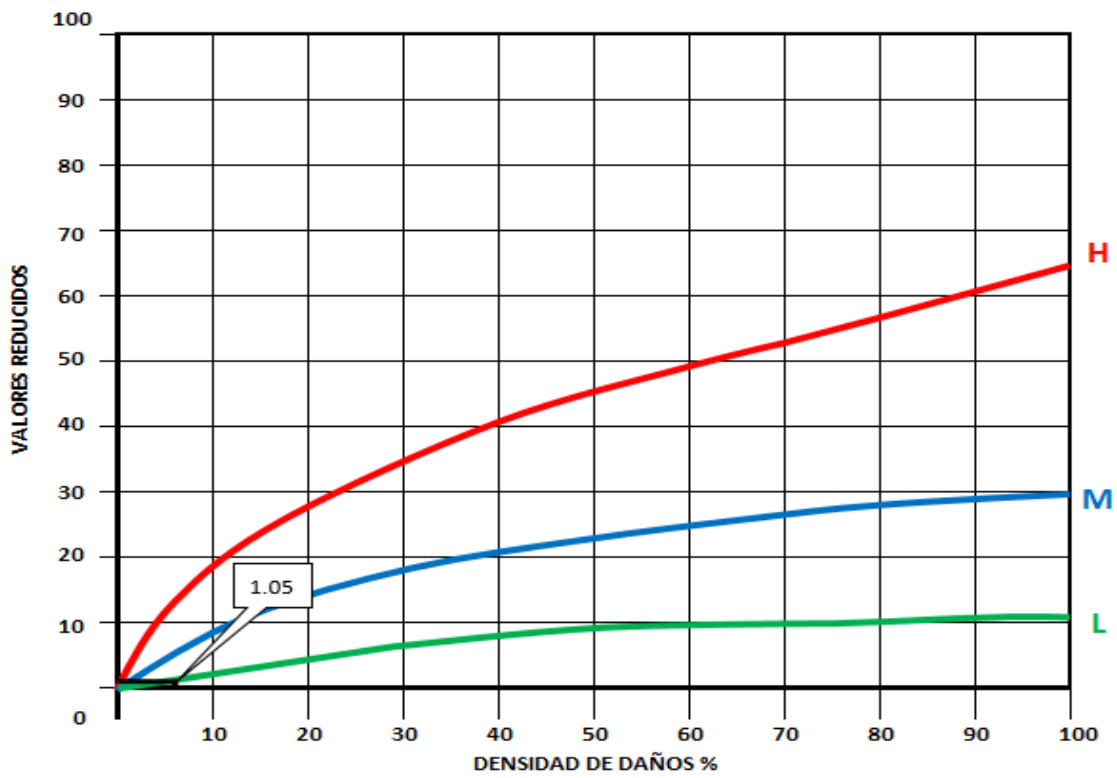
### POPOUTS



### PUNZONAMIENTO

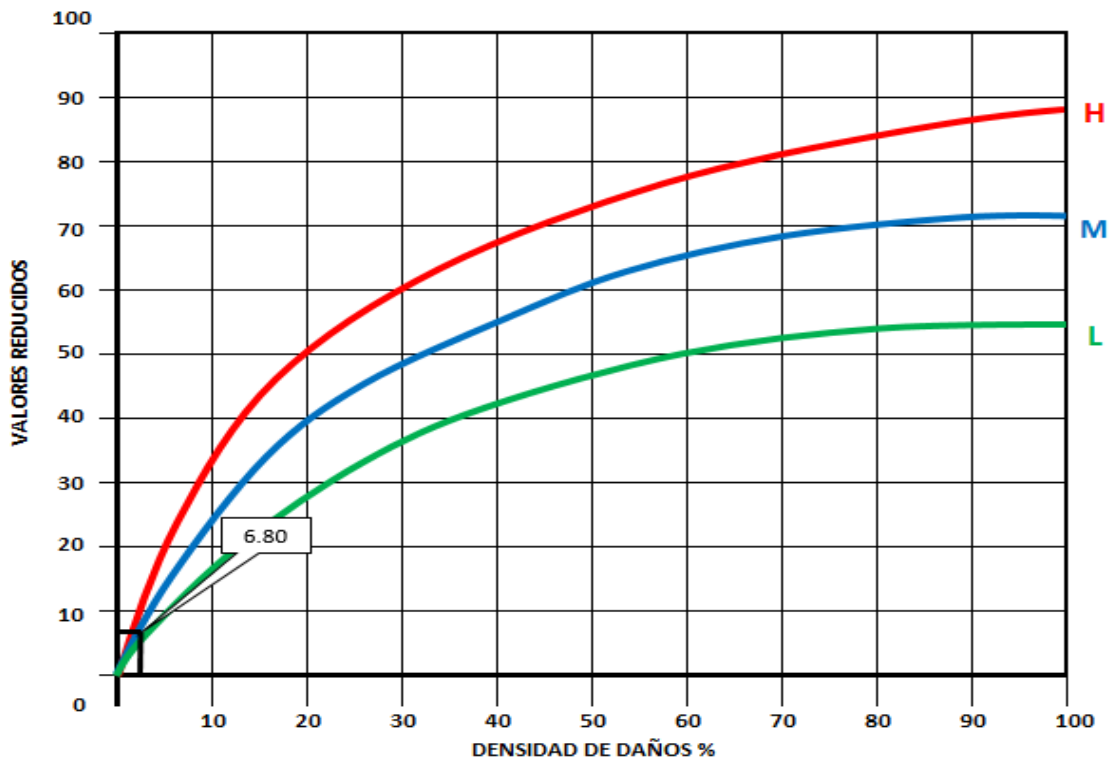


### MAPA DE GRIETAS

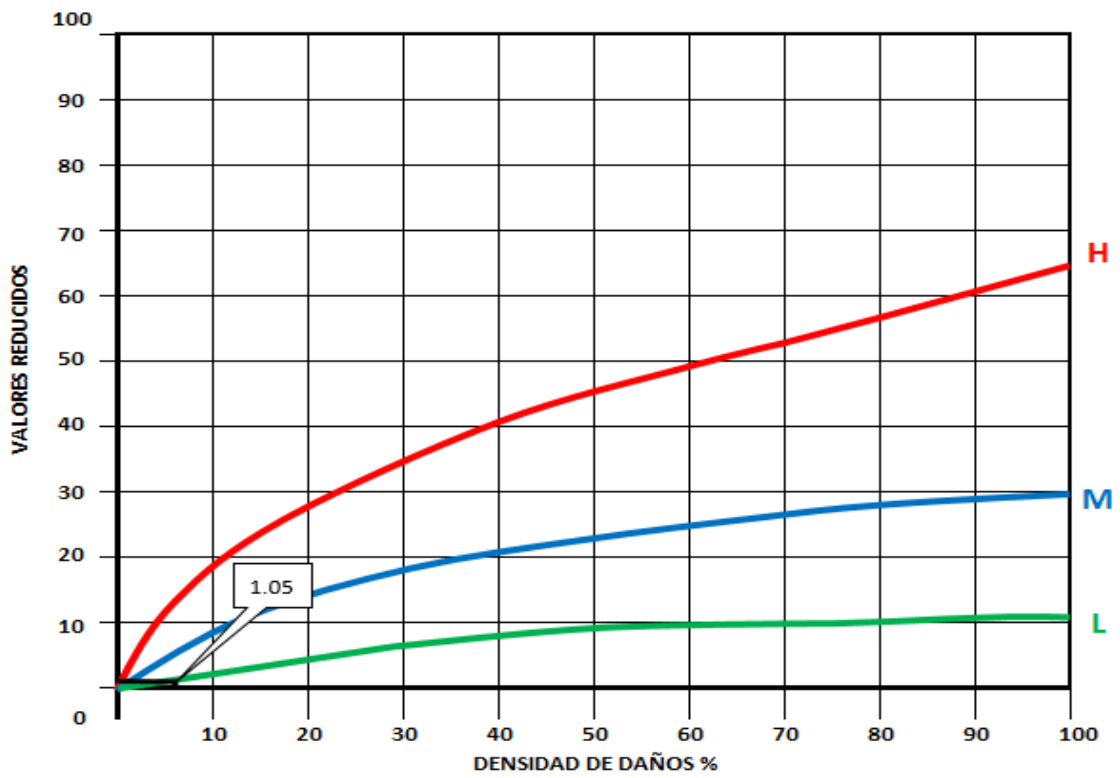




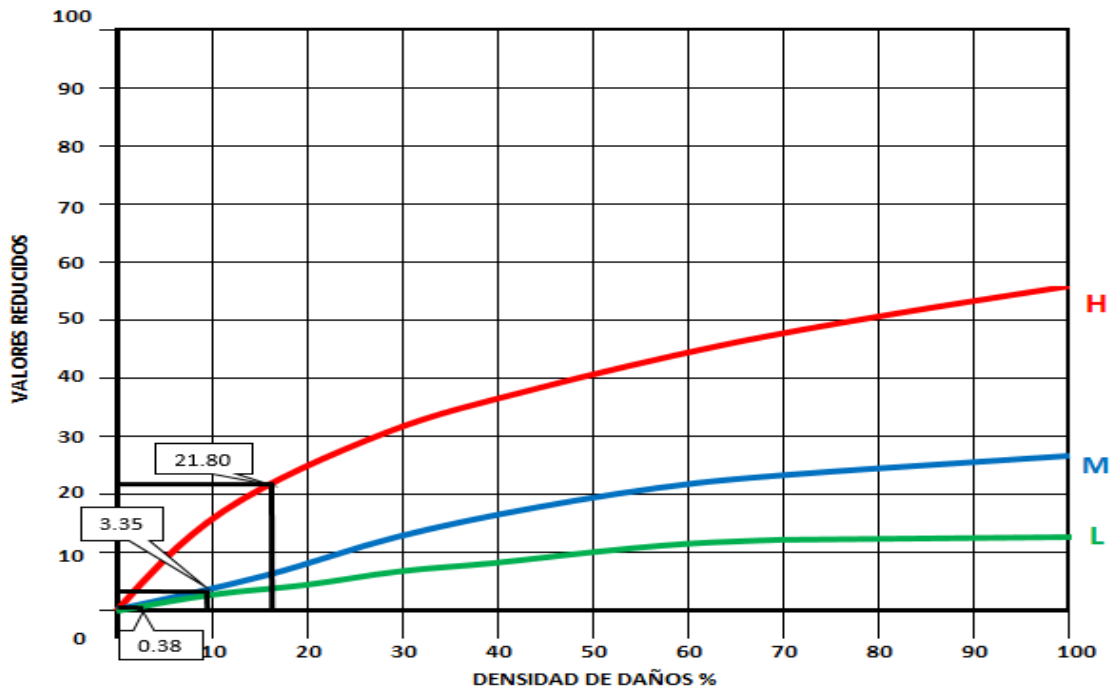
### PUNZONAMIENTO



### MAPA DE GRIETAS



### DESCASCARAMIENTO DE JUNTA



- **Determinación del número máximo permitido de Valores Reducidos (VRs):**

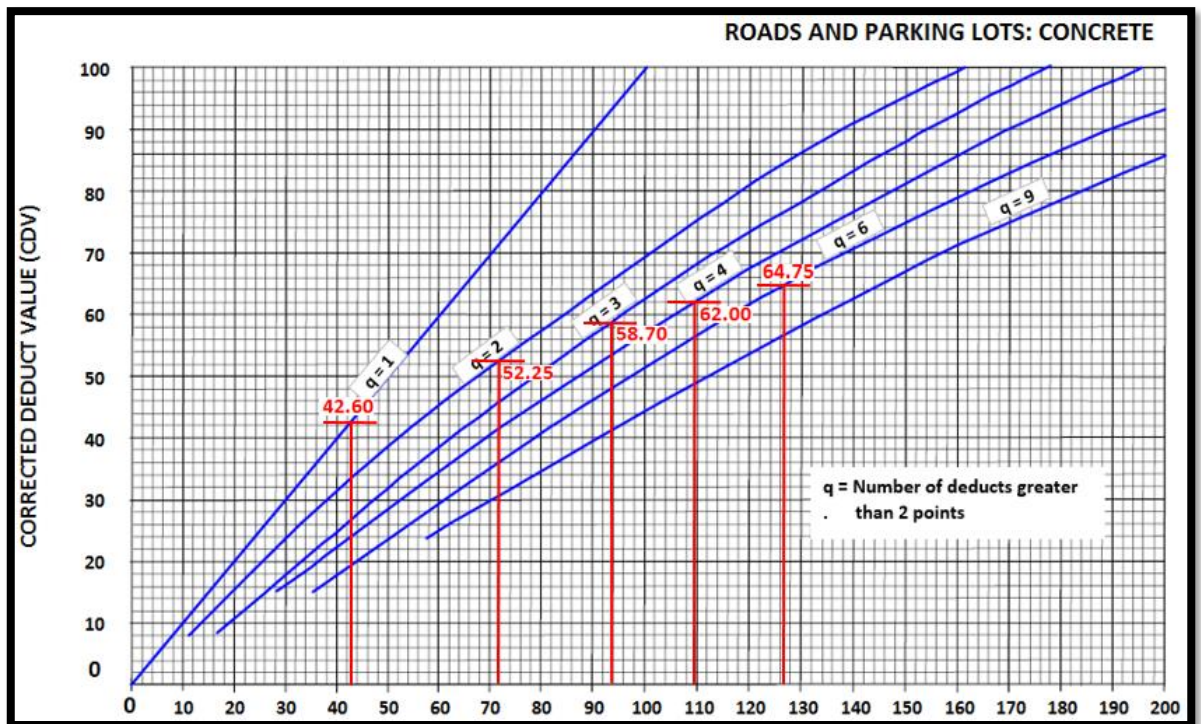
- ✓ 1ro seleccionamos el Mayor Valor Deducido (MVD)  
MVR = 40.85
- ✓ 2do calculamos el "Número Máximo Admisible"

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

$$m_i = 6.44$$

- **Determinación del máximo valor Reducido corregido (Max.VRC):**

Nº	Valor de Reduccion							Total	q	VRC
1	40.85	29.10	21.80	15.90	9.05	8.00	2.992	127.69	7	61.30
2	40.85	29.10	21.80	15.90	9.05	8.00	2.00	126.70	6	64.75
3	40.85	29.10	21.80	15.90	9.05	2.00		118.70	5	63.95
4	40.85	29.10	21.80	15.90	2.00			109.65	4	62.00
5	40.85	29.10	21.80	2.00				93.75	3	58.70
6	40.85	29.10	2.00					71.95	2	52.25
7	40.85	2.00						42.85	1	42.60

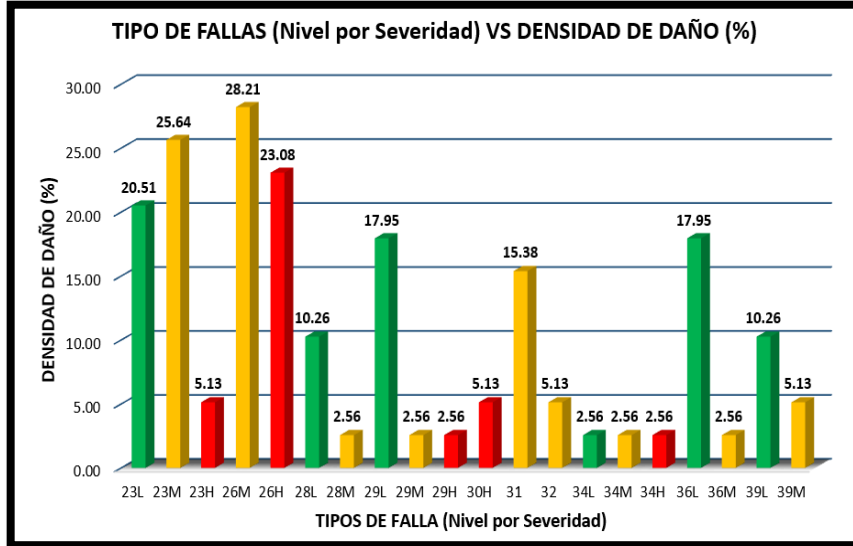


- **Determinación del PCI:**

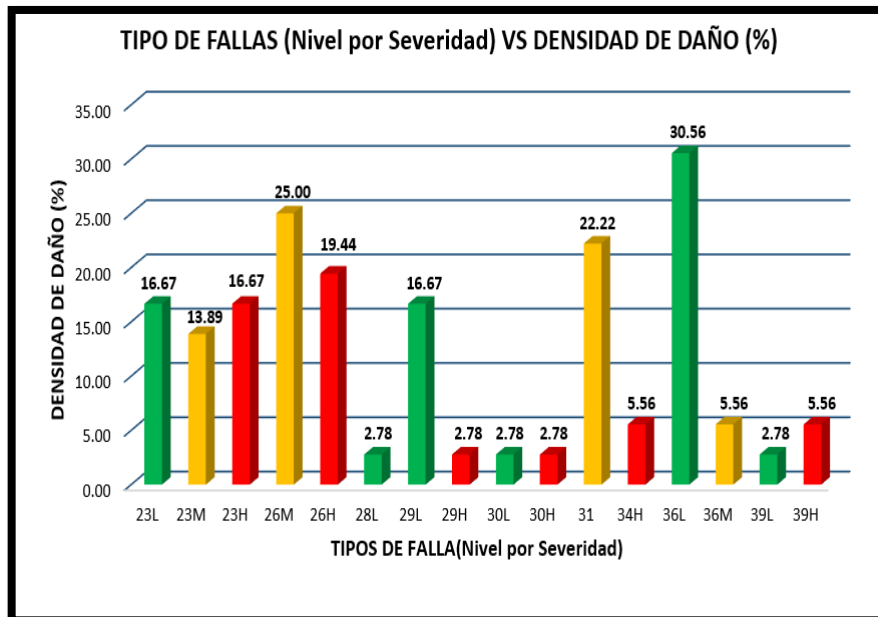
<b>PCI = 100 - Max.VRC</b>
Max.VRC = 64.75
PCI = 35.25
CLASIFICACION = MALO

# RESULTADOS ESTADÍSTICOS DEL ESTUDIO DEL PCI DEL PAVIMENTO RÍGIDO

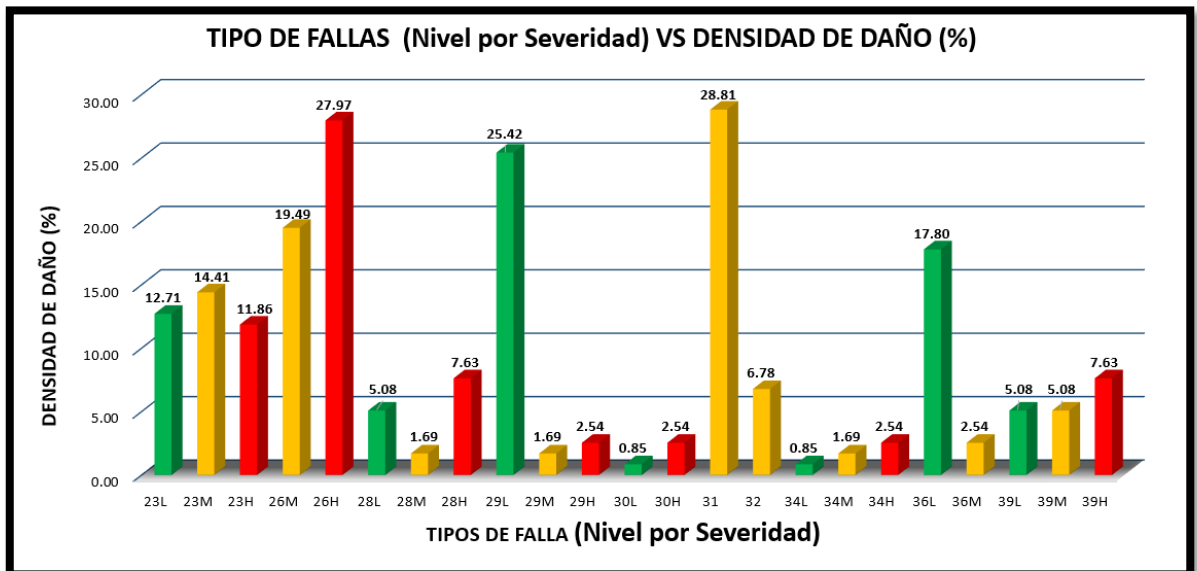
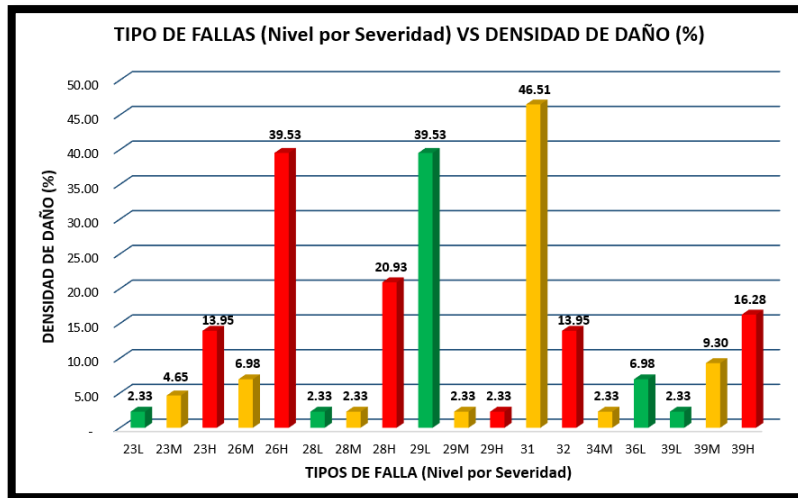
## 1. MUESTRA U-1

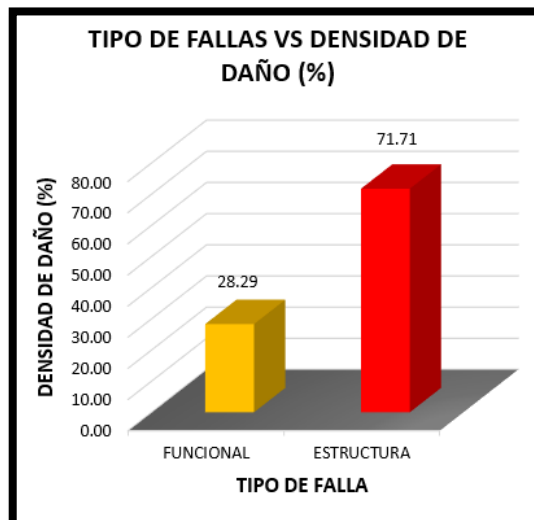
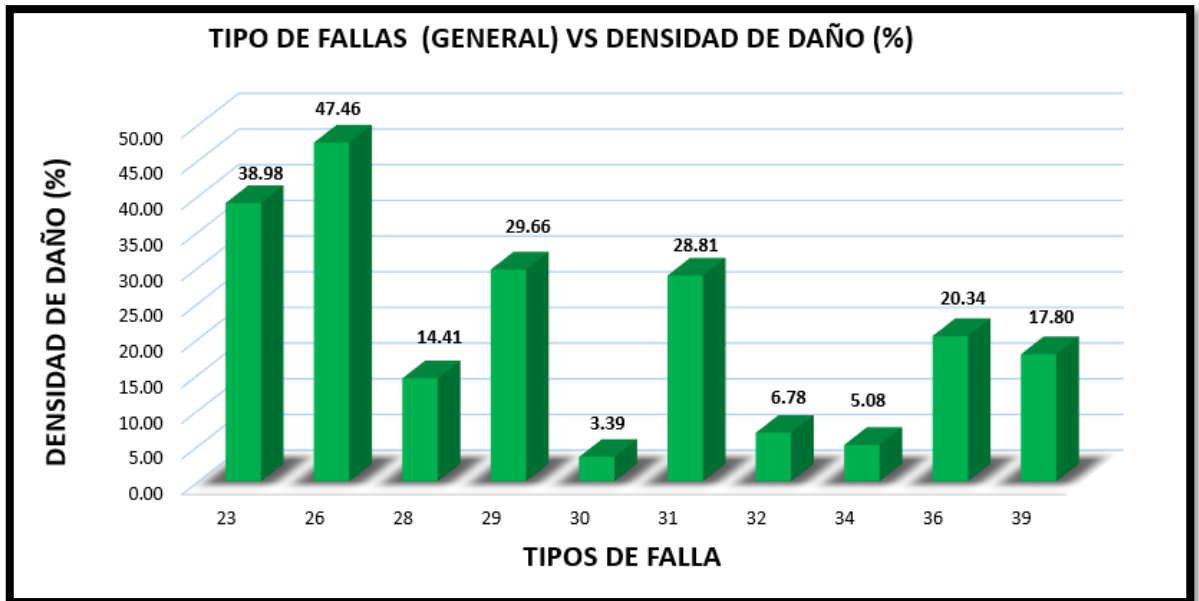


## 2. MUESTRA U-2

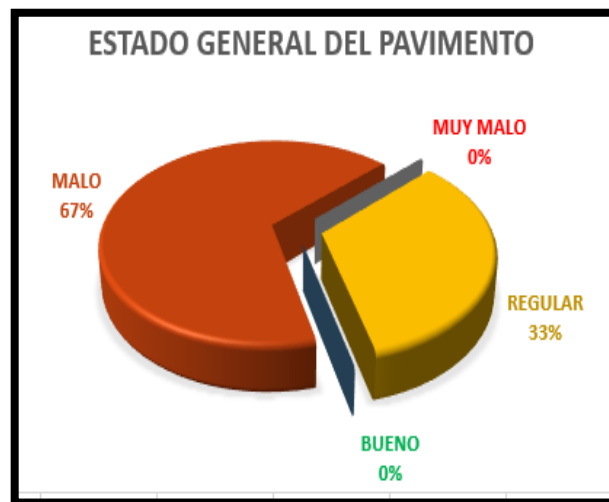
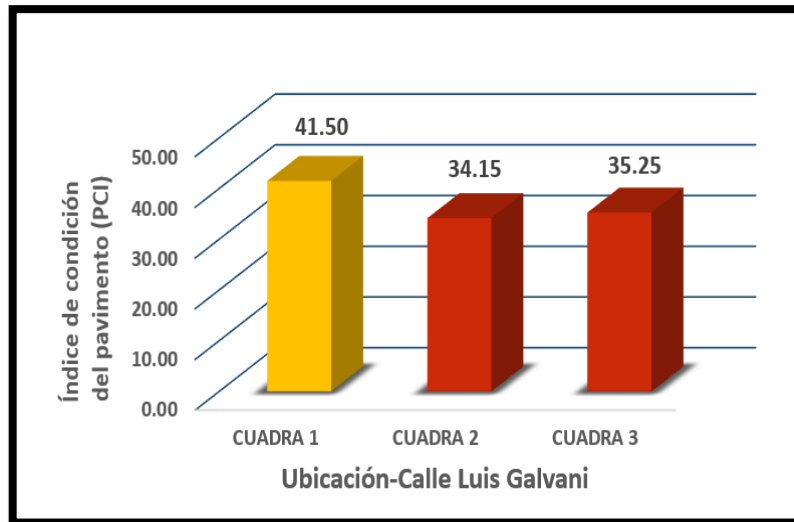


### 3. MUESTRA U-3





Cuadra	Und. De muestreo	PCI u.m	Graduación	PCI cuadra	Graduación
CUADRA 1	U-1	41.50	REGULAR	36.97	MALO
CUADRA 2	U-2	34.15	MALO		
CUADRA 3	U-3	35.25	MALO		



“ANEXO 08: Índice  
de rugosidad  
internacional (IRI)”.













Informe :	LYC-19-001	Certificado : MA-19-002/IRI	Fecha :	07/09/2019
Cliente :	Junior Elescano Quinto - Wilfredo Efrain Domingo Morales		Sondaje :	-
Proyecto :	Tesis		Capa :	PAVIMENTO
Ubicación :	Cal. Luis Galvani - Santa Anita		Cantera :	

### Calibración del MERLIN

Fecha de Calibración	07/09/2019
----------------------	------------

#### Lecturas en escala MERLIN

Lectura N°	Lectura Inicial (LI)	Lectura Final (LF)	Espesor
1	26	40	70.00
2	7	19	60.00
3	13	26	65.00
4	15	27	60.00
5	13	24	55.00
6	13	23	50.00
7	11	22	55.00

Promedios	14.00	25.86	59.29
-----------	-------	-------	-------

#### Espesor de Platina

Lecturas del Vernier

Lectura N°	Espesor EP (cm.)
------------	------------------

L1	5.00
L2	5.10
L3	5.10
L4	5.10
EP (promedio)	5.08

Resultado

Factor de Corrección F.C.	<b>0.856</b>
---------------------------	--------------

$$F.C. = (EP \times 10) / [(LI - LF) \times 5]$$

donde,

EP : Espesor de la pastilla

LI : Posición inicial del puntero

LF : Posición final del puntero



**LABYCONST**  
Laboratorio y Construcción  
GIORDAN VARGAS BRACAMONTE  
TÉCNICO DE LABORATORIO

**LABYCONST**  
Laboratorio y Construcción  
Carlos Cotaquispe Torres  
JEFE DE LABORATORIO

**LABYCONST**  
Laboratorio y Construcción  
ING. VLADIMIR MINAÑO S.  
INGENIERO RESPONSABLE  
CIP. N° 126319

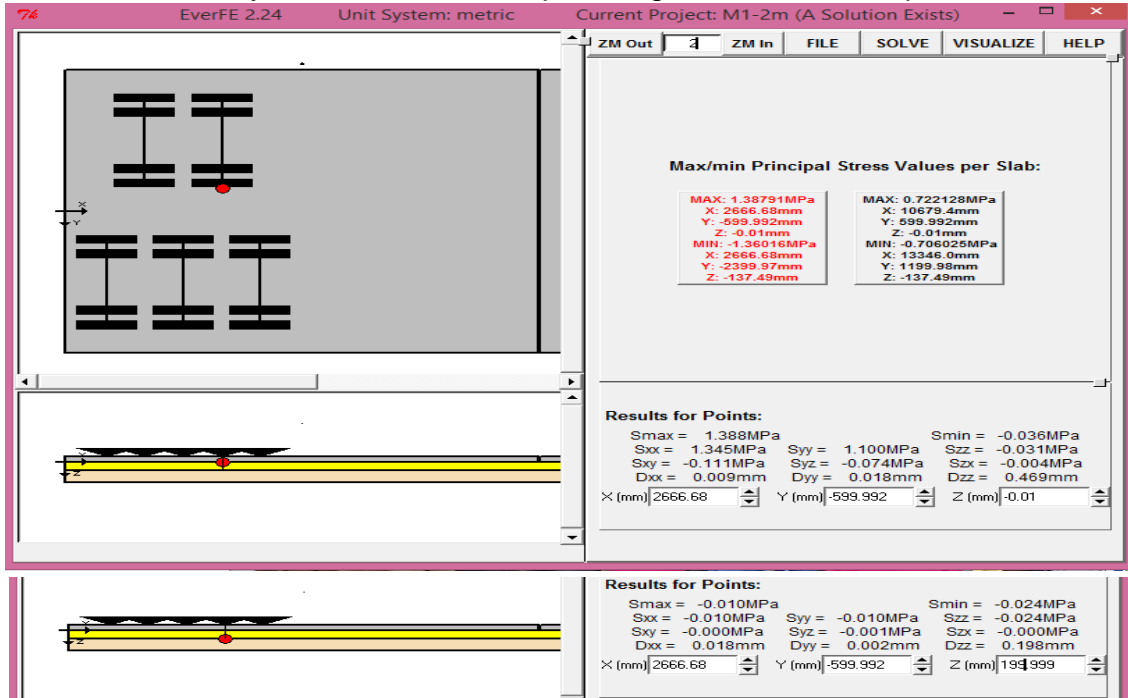
**“ANEXO 09:  
Análisis estructural  
– elementos finitos  
(EverFE 2.24)”.**

# RESULTADOS DE LOS ESFUERZOS Y DEFLEXIONES DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON EL SOFTWARE EVERFE 2.24

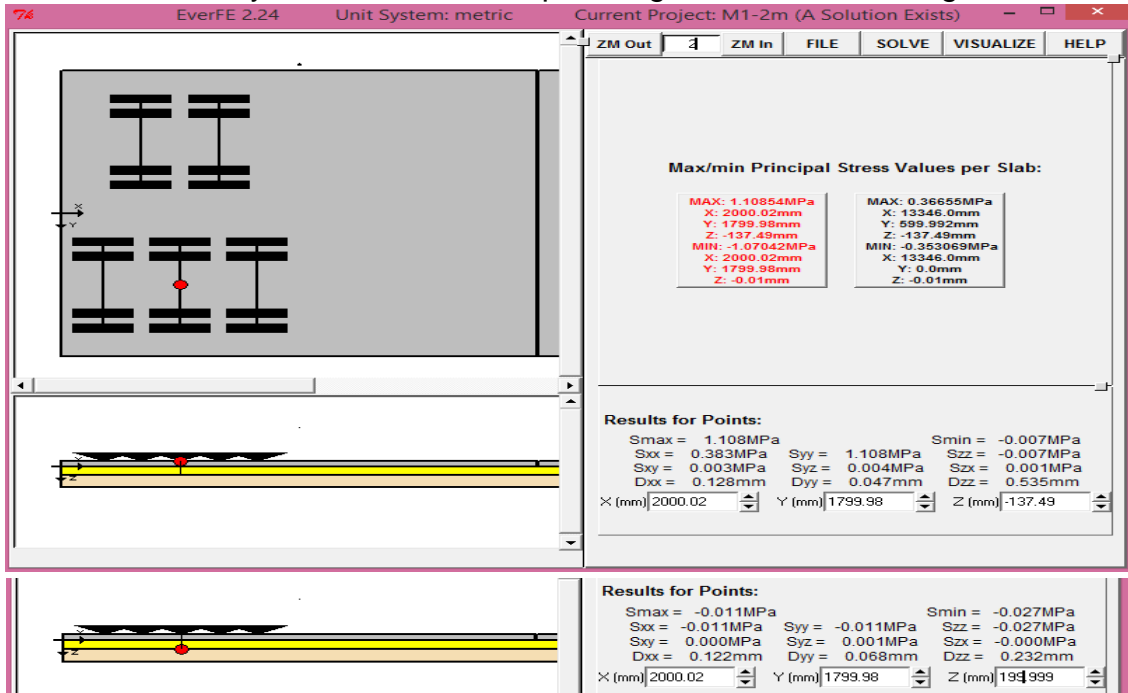
MUESTRA 01 de 8.00x7.20m

A 2 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.



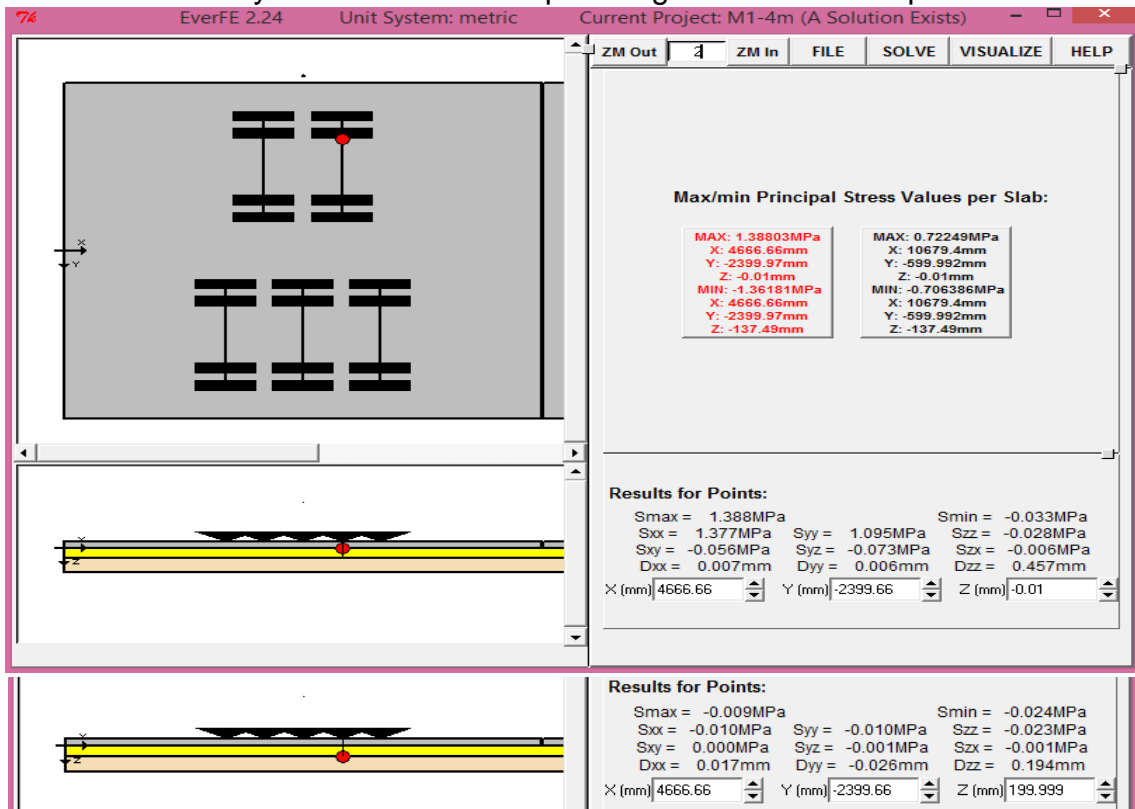
- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.



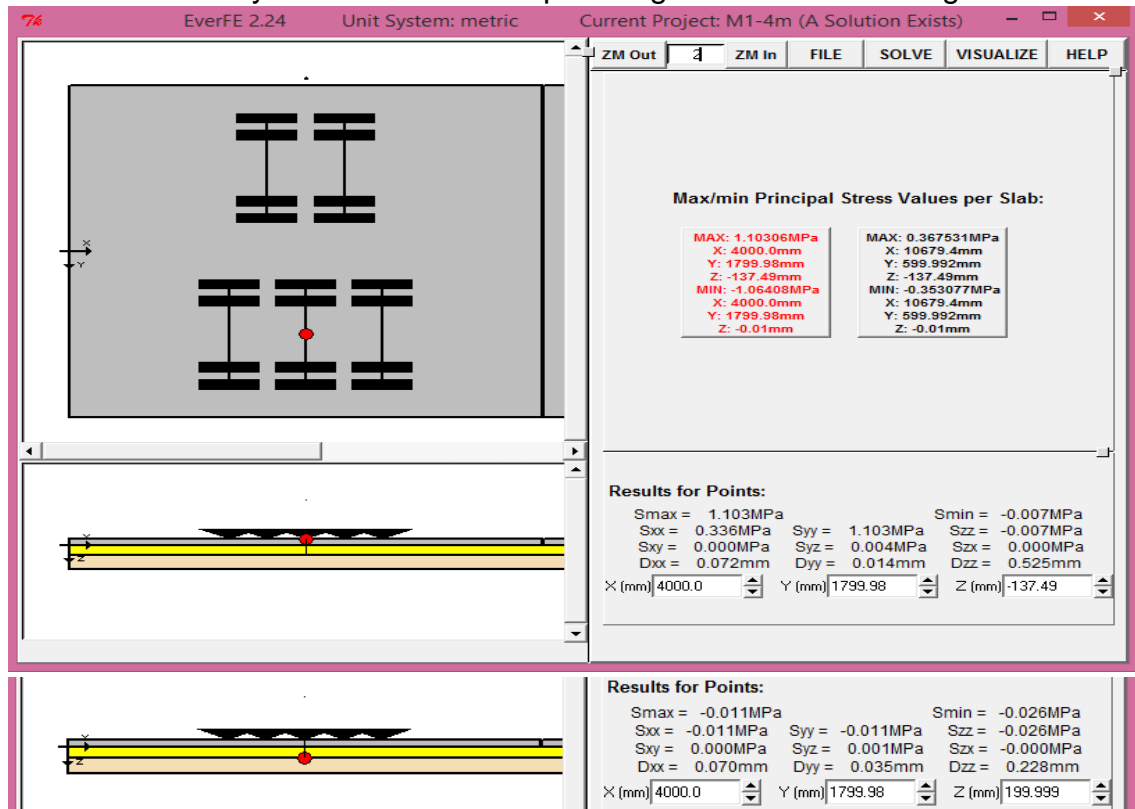


## A 4 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.



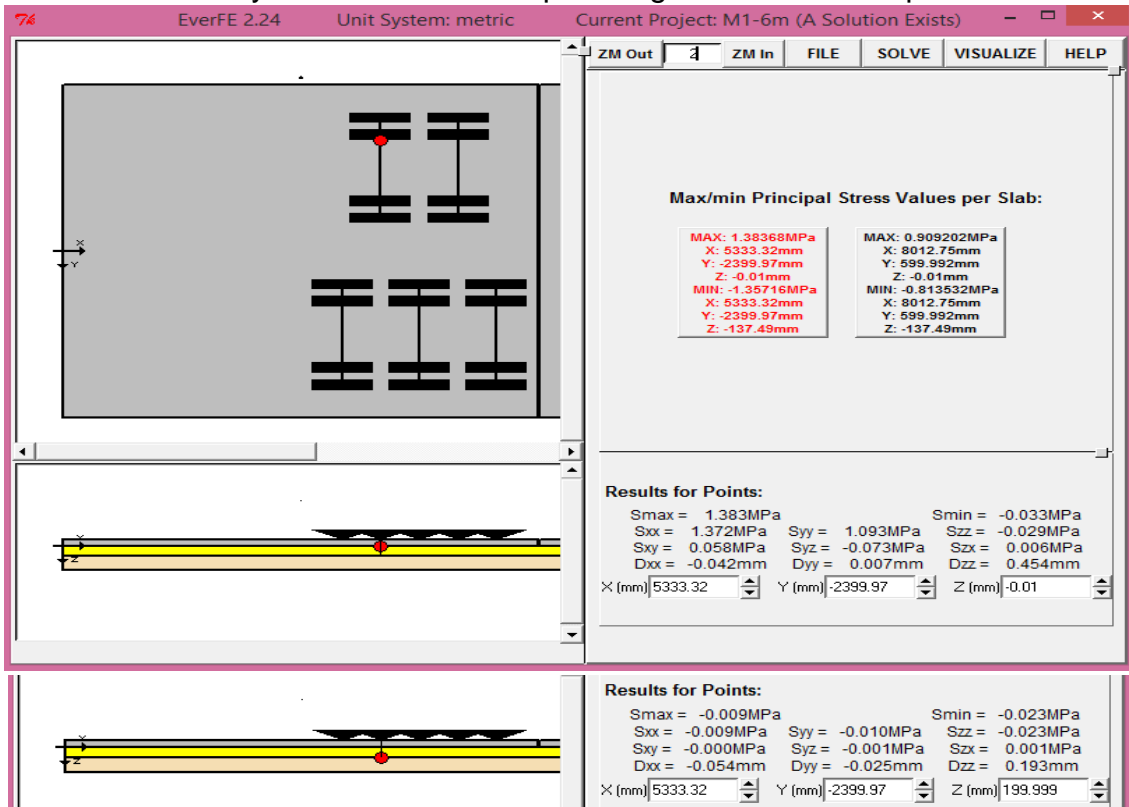
- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.



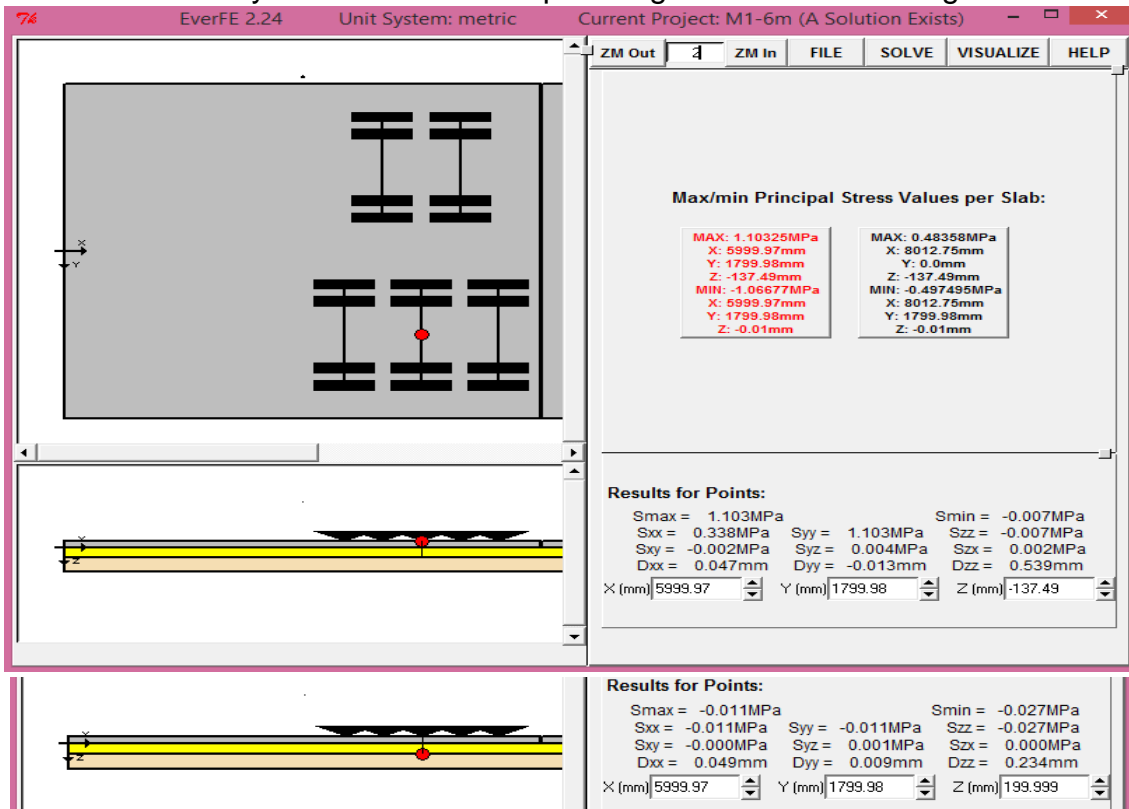


## A 6 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

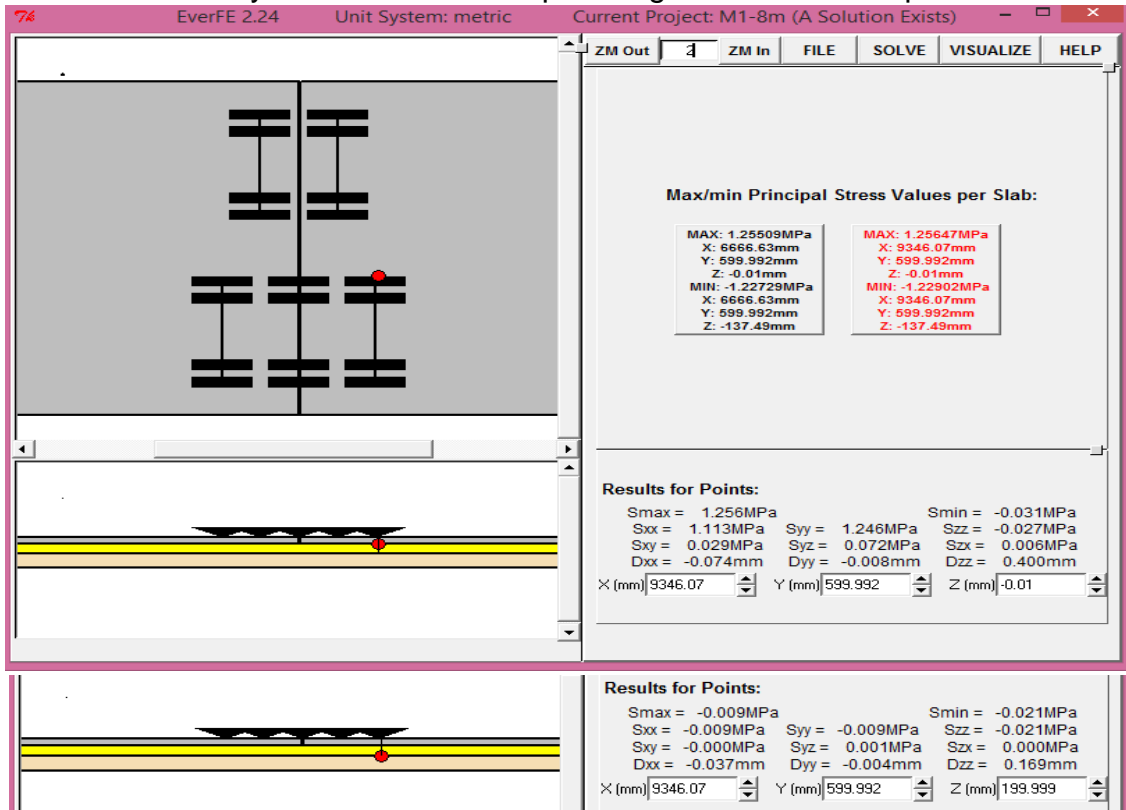


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

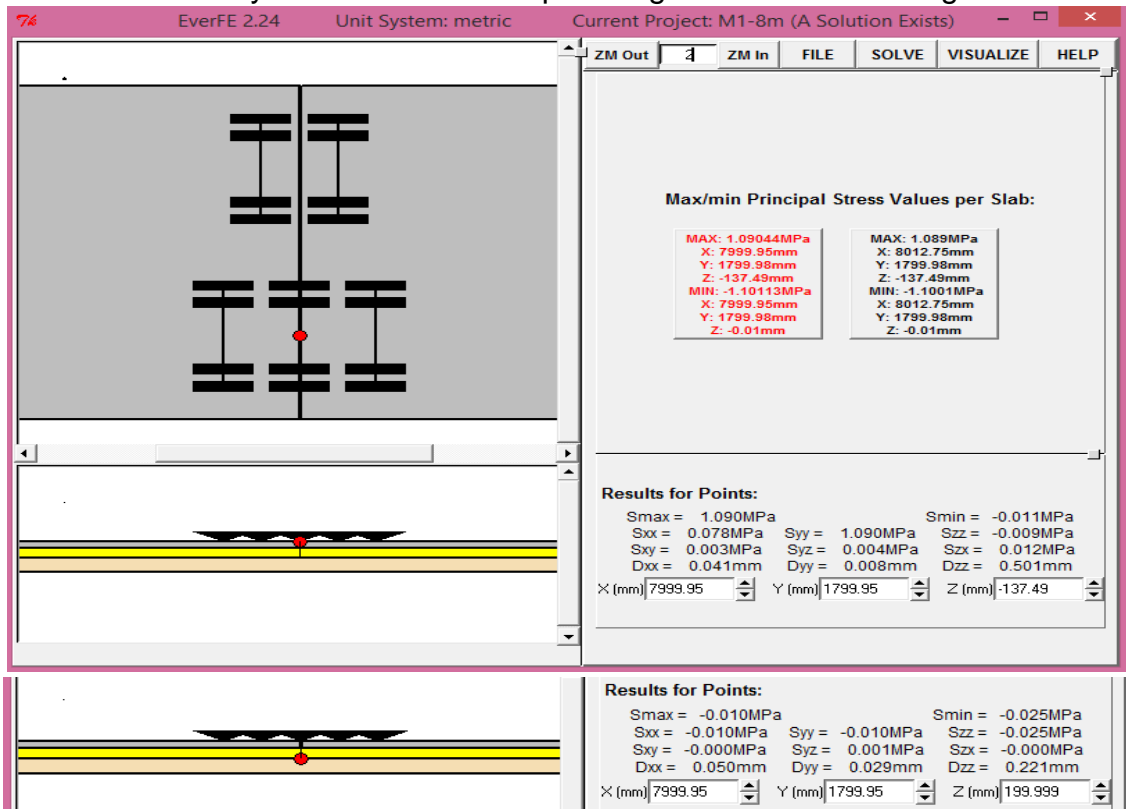


## A 8 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

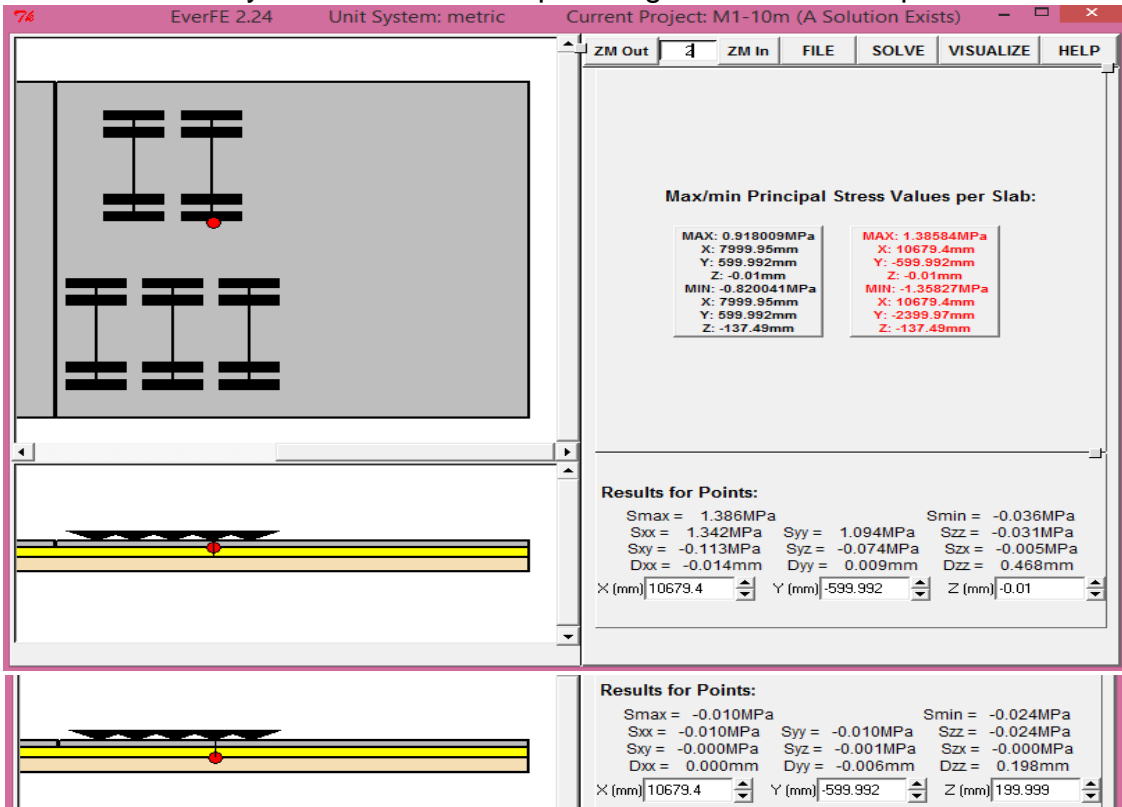


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

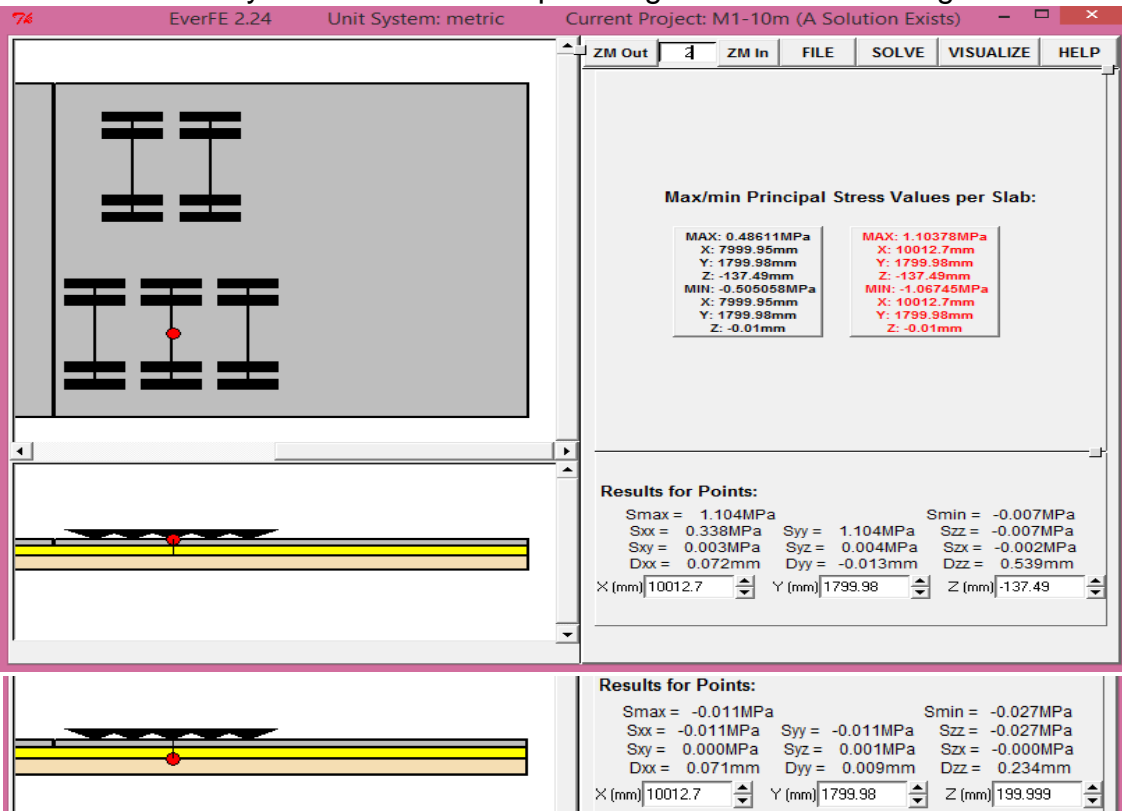


## A 10 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

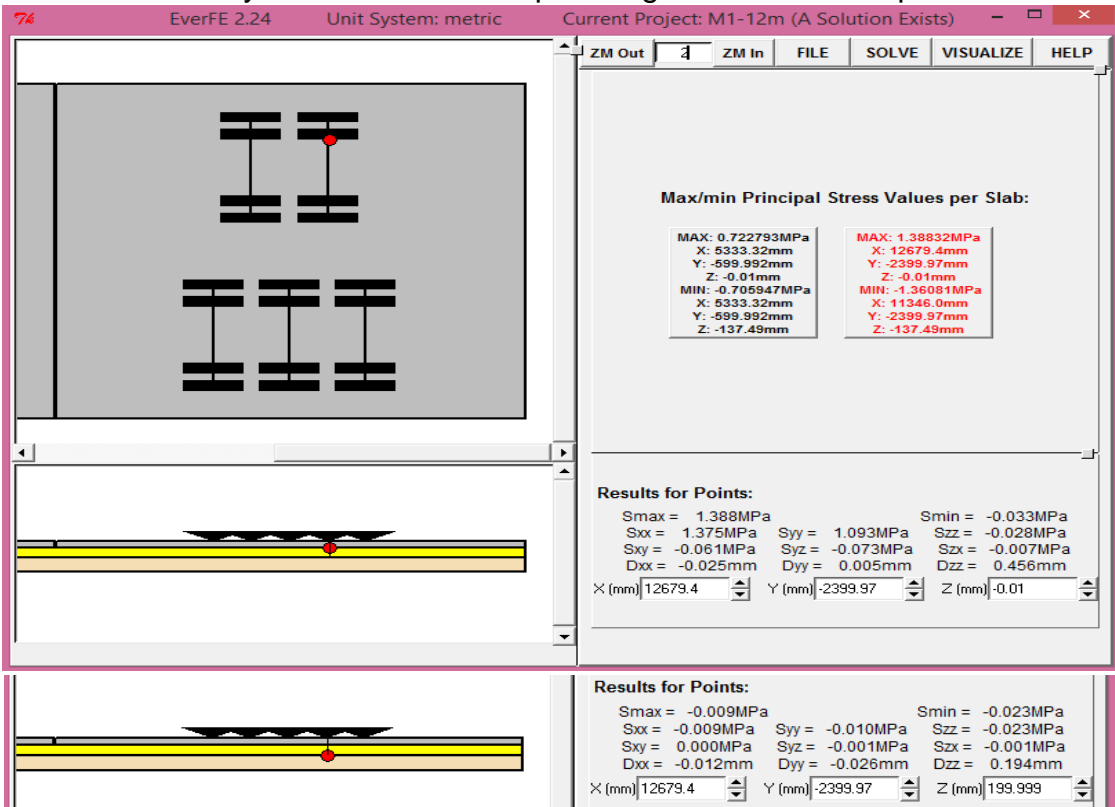


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

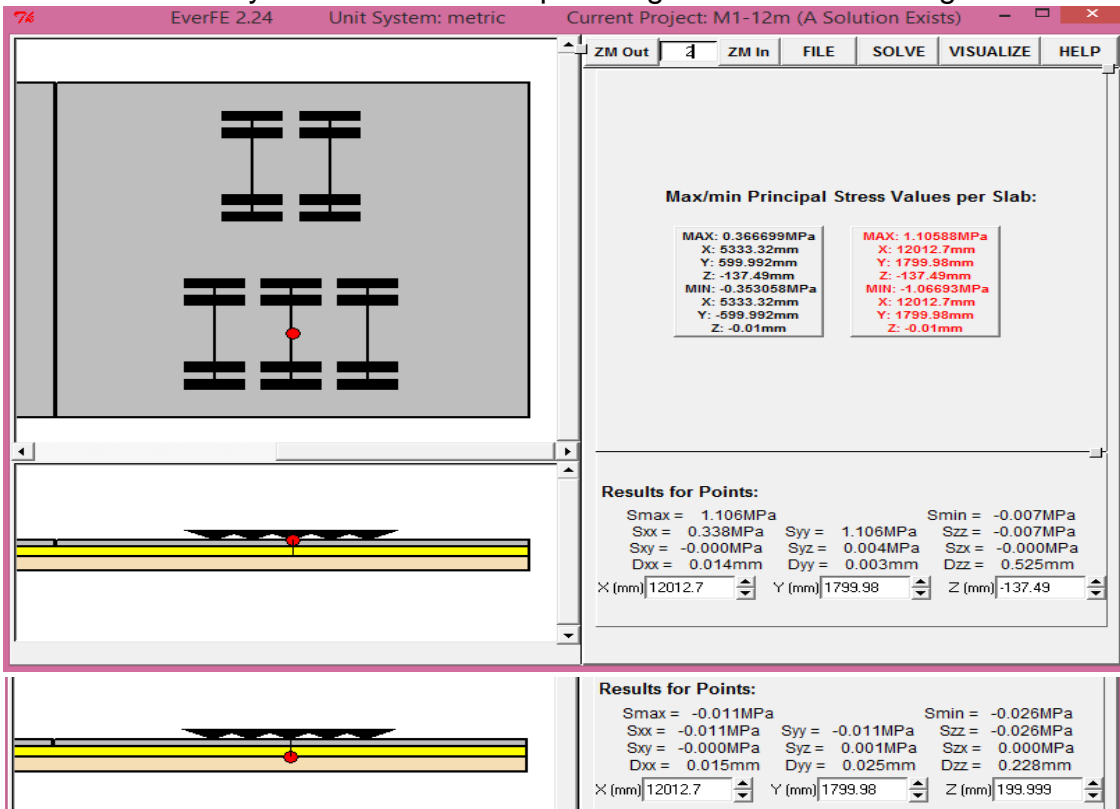


## A 12 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

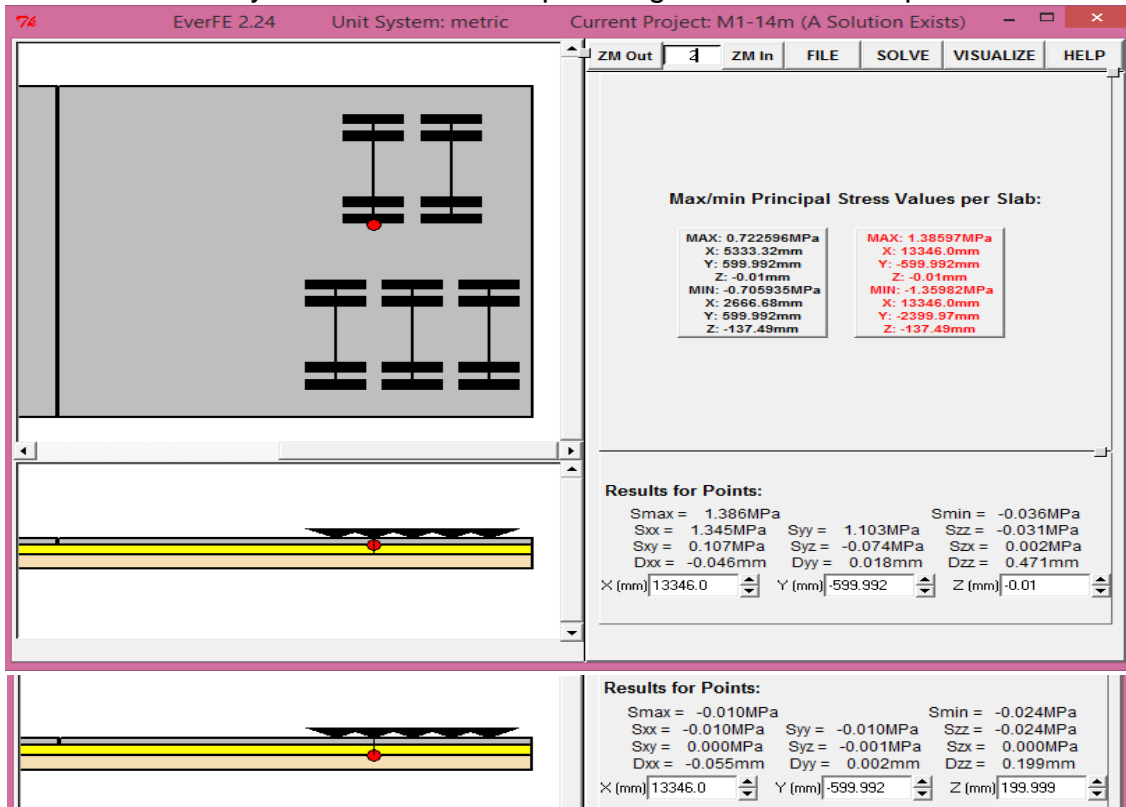


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

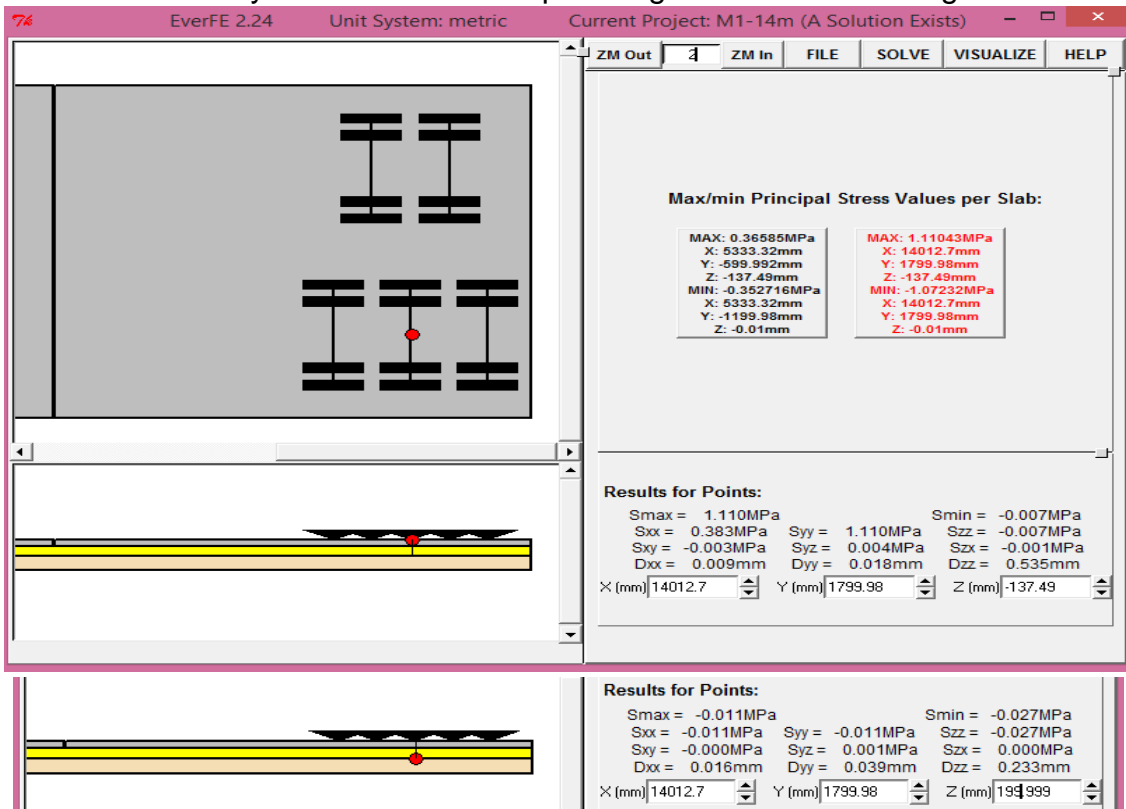


## A 14 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.



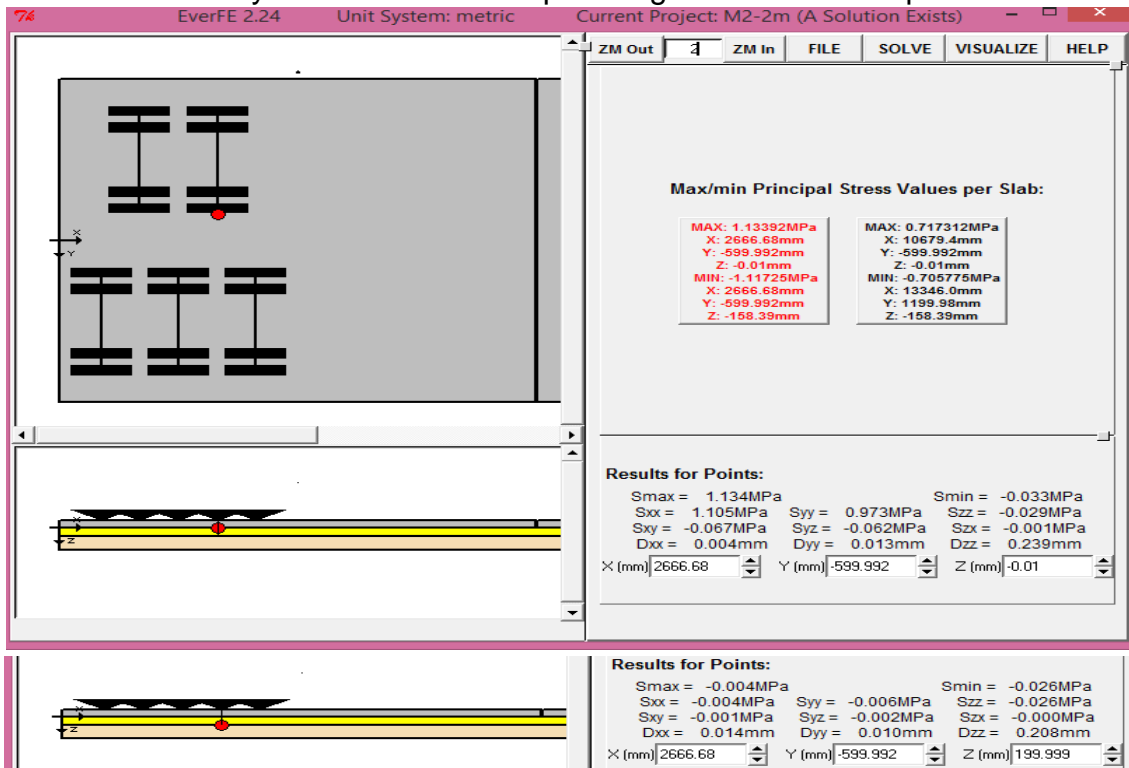
- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.



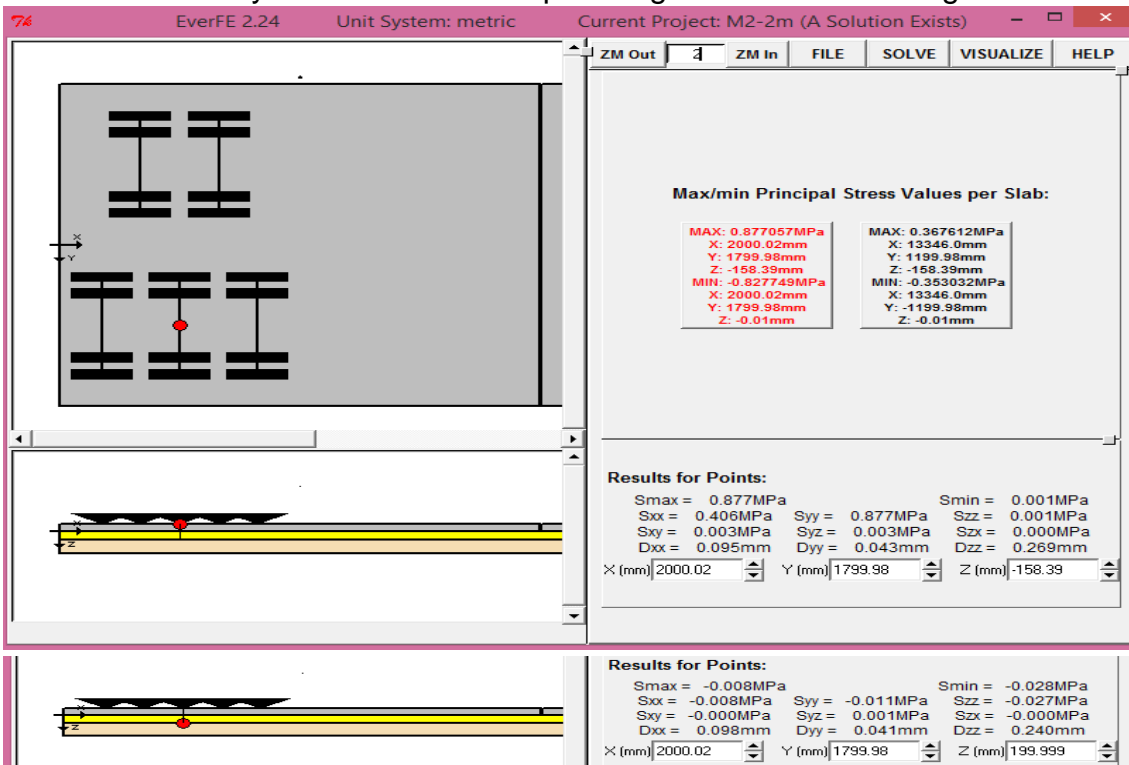
## MUESTRA 02 de 8.00x7.20m

### A 2 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

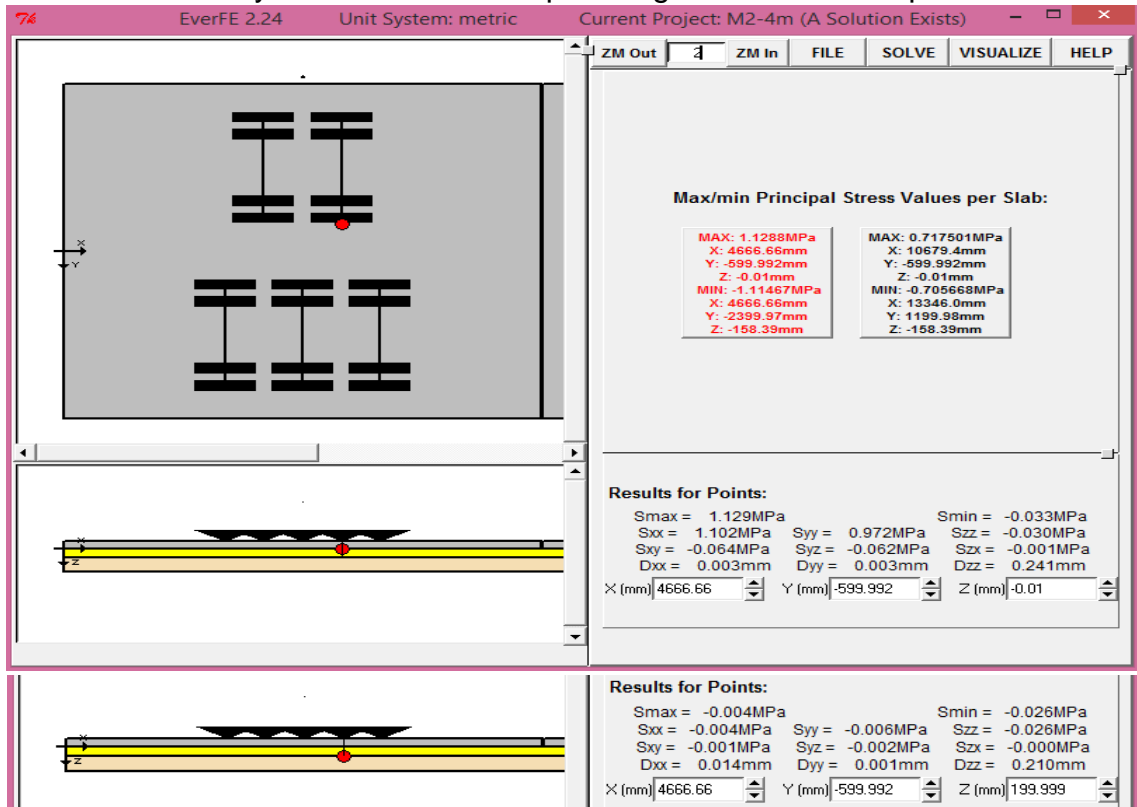


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

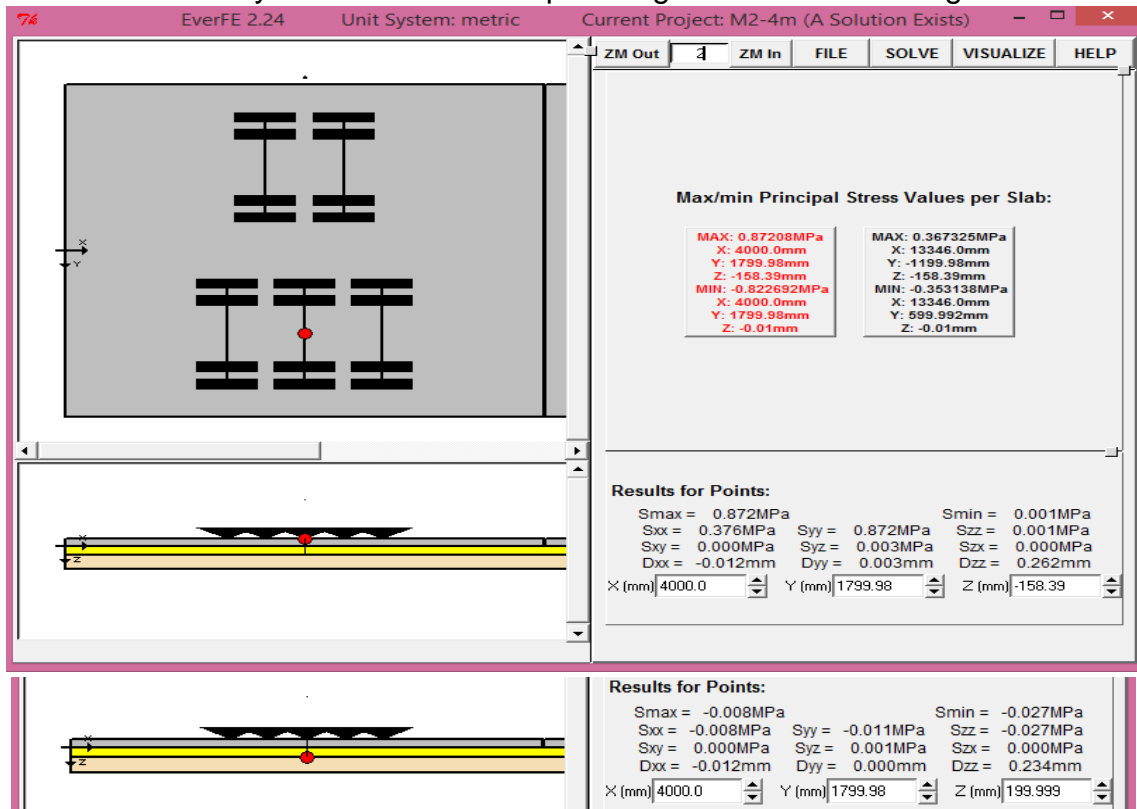


## A 4 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

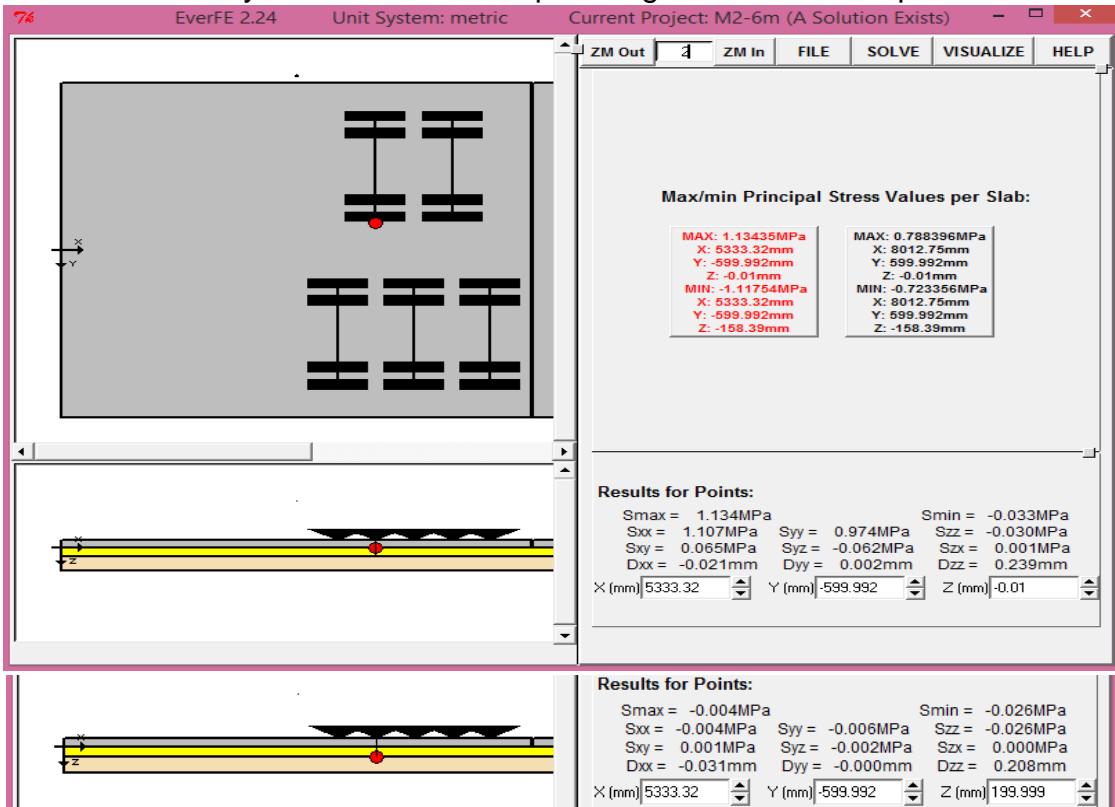


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

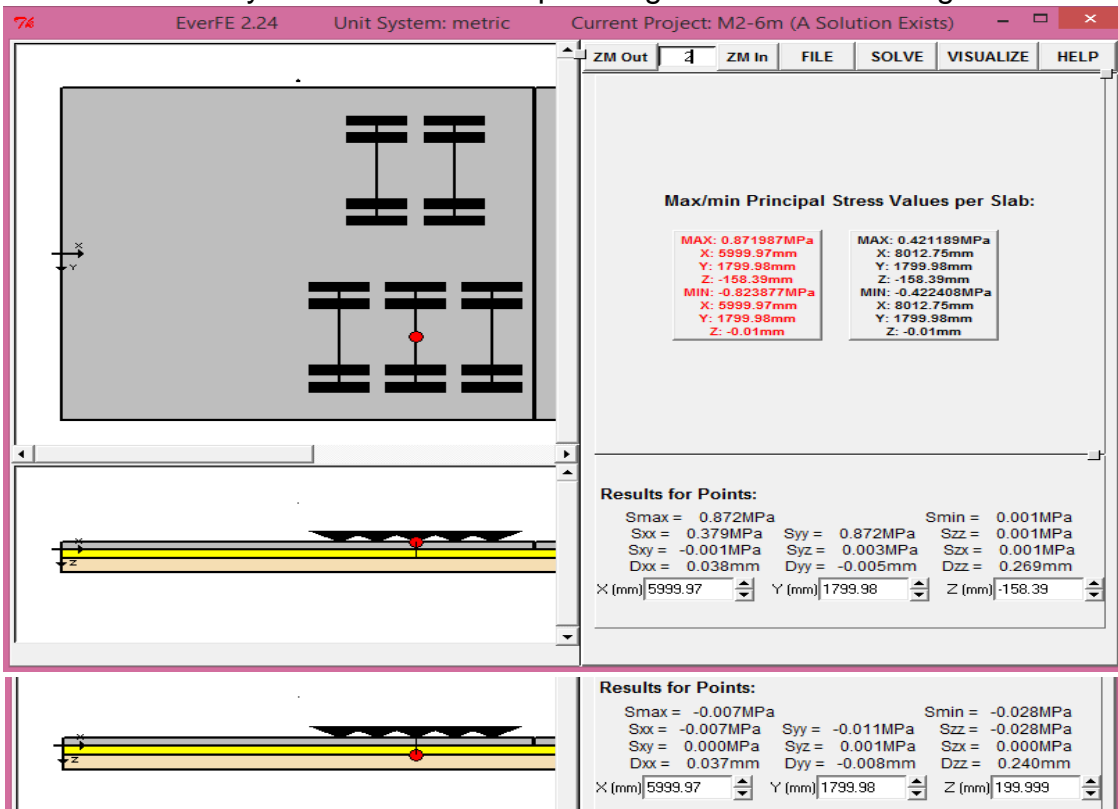


## A 6 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.



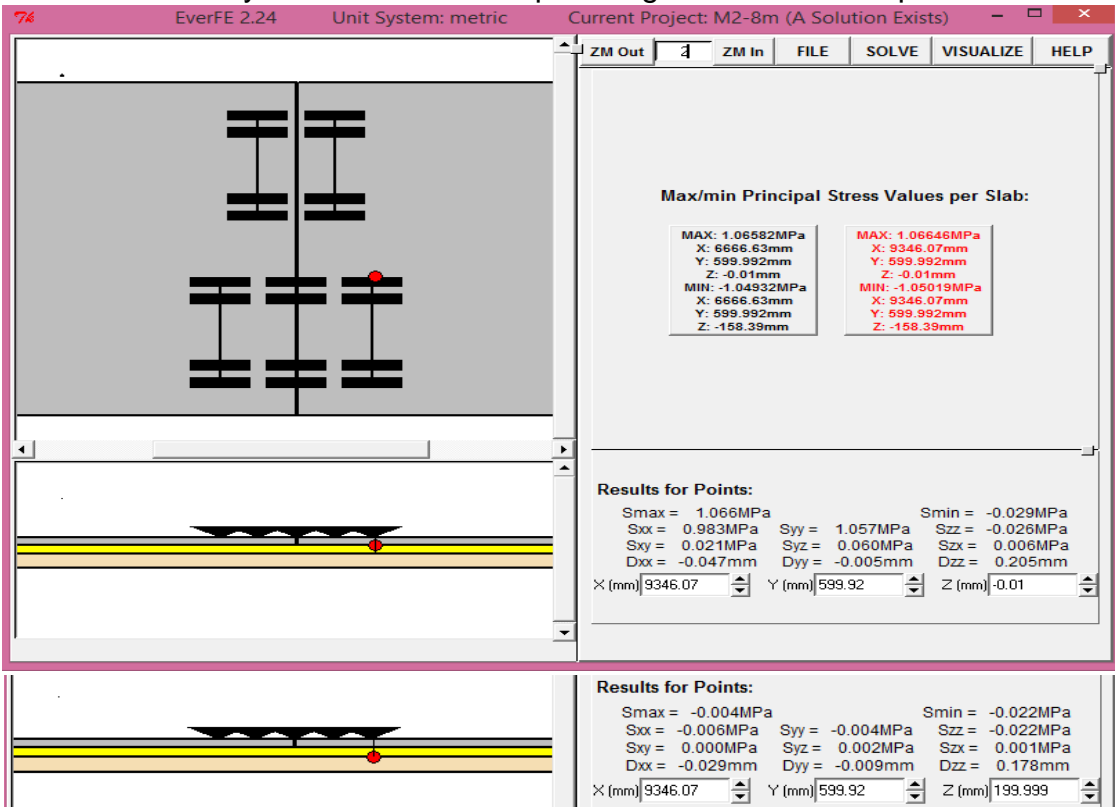
- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.



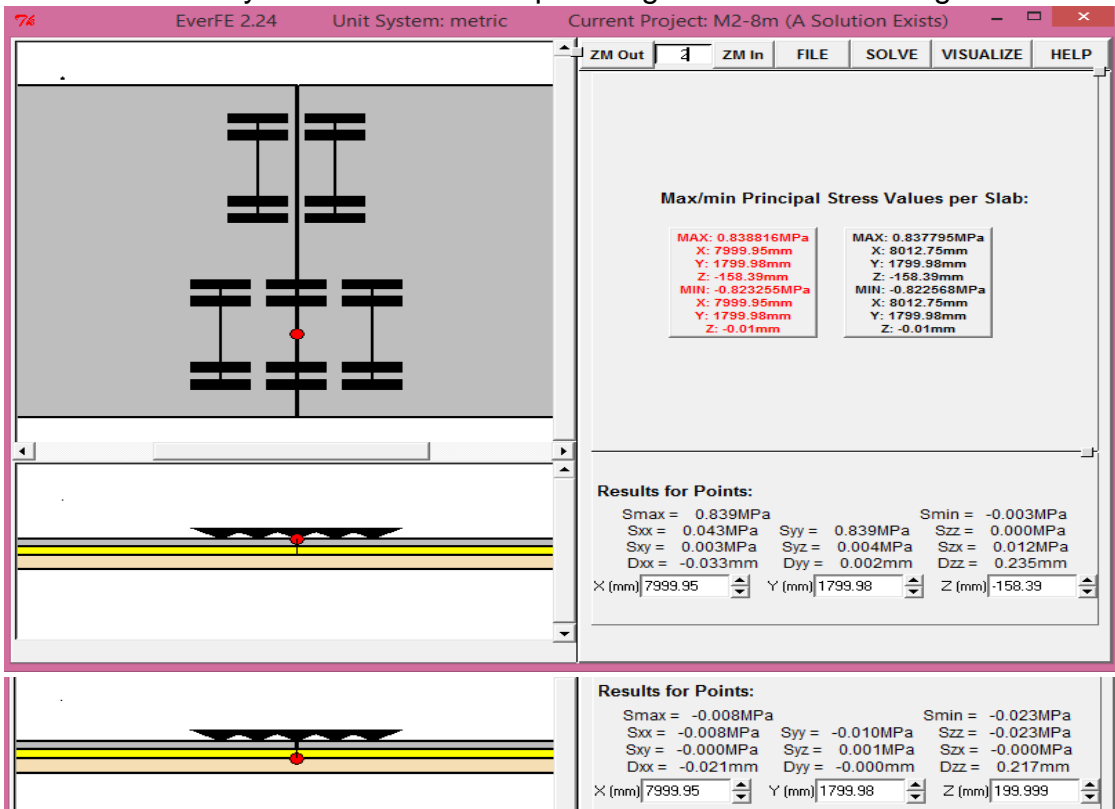


## A 8 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

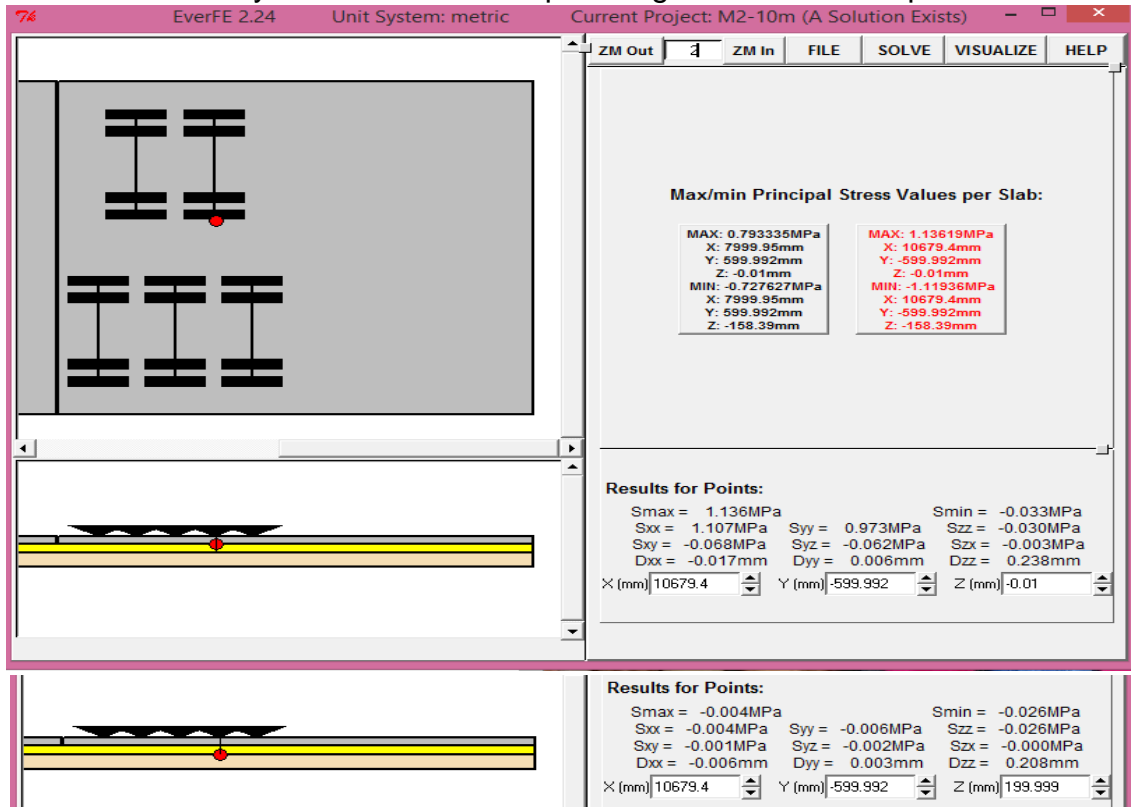


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

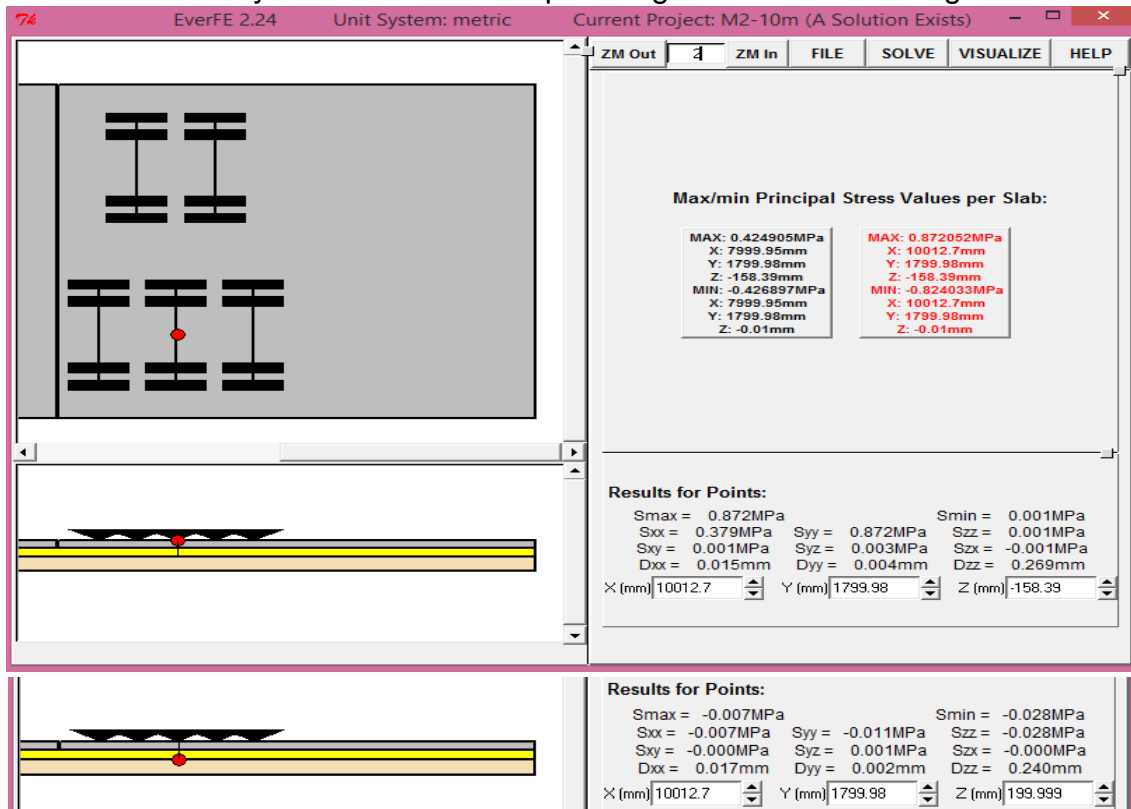


## A 10 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

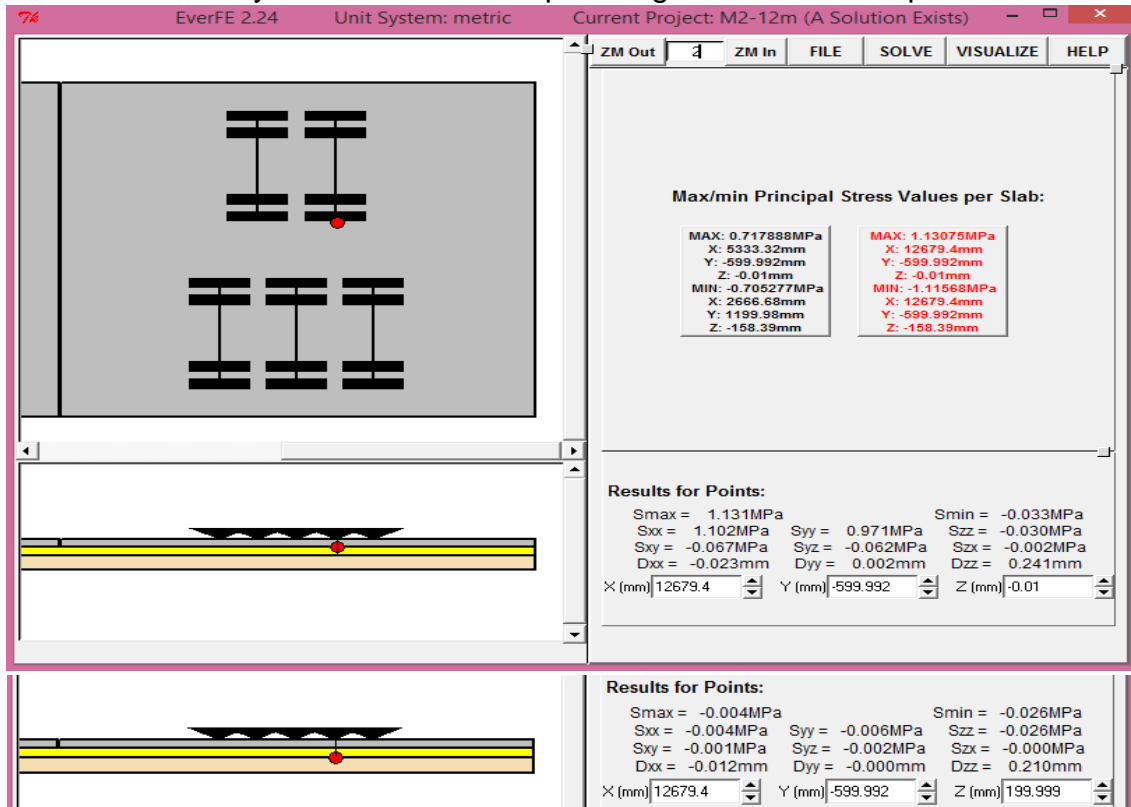


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

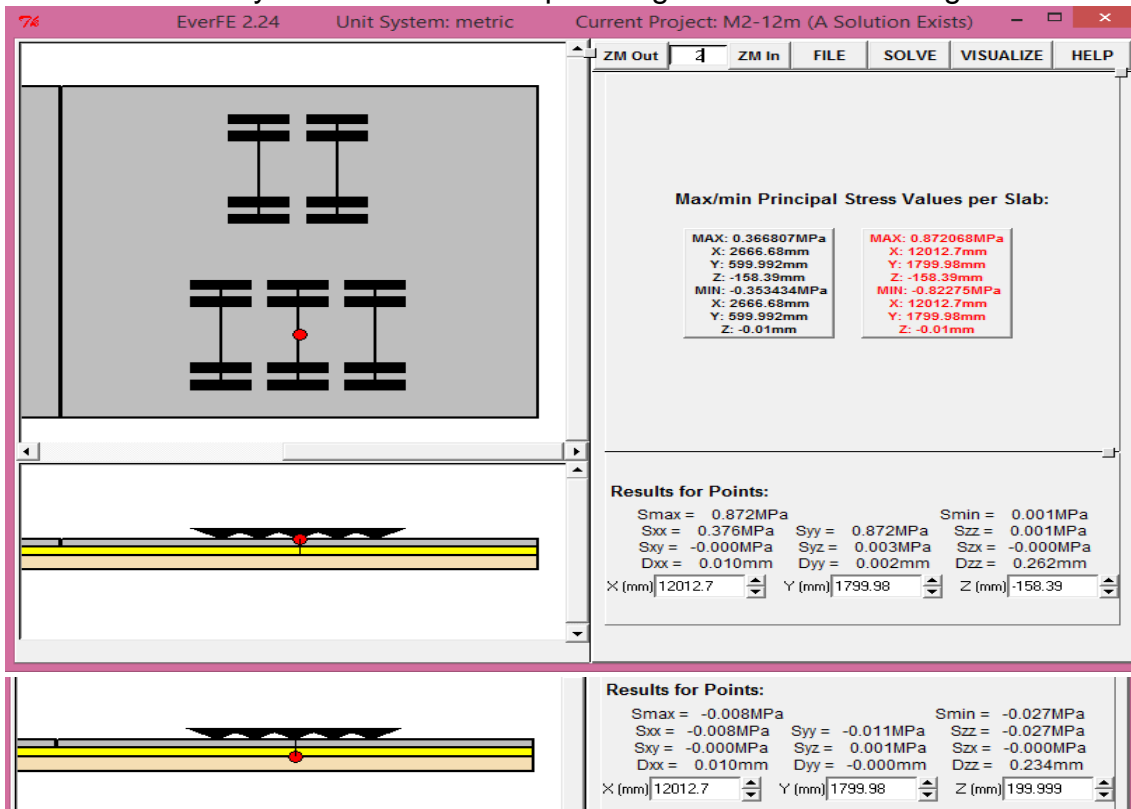


## A 12 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

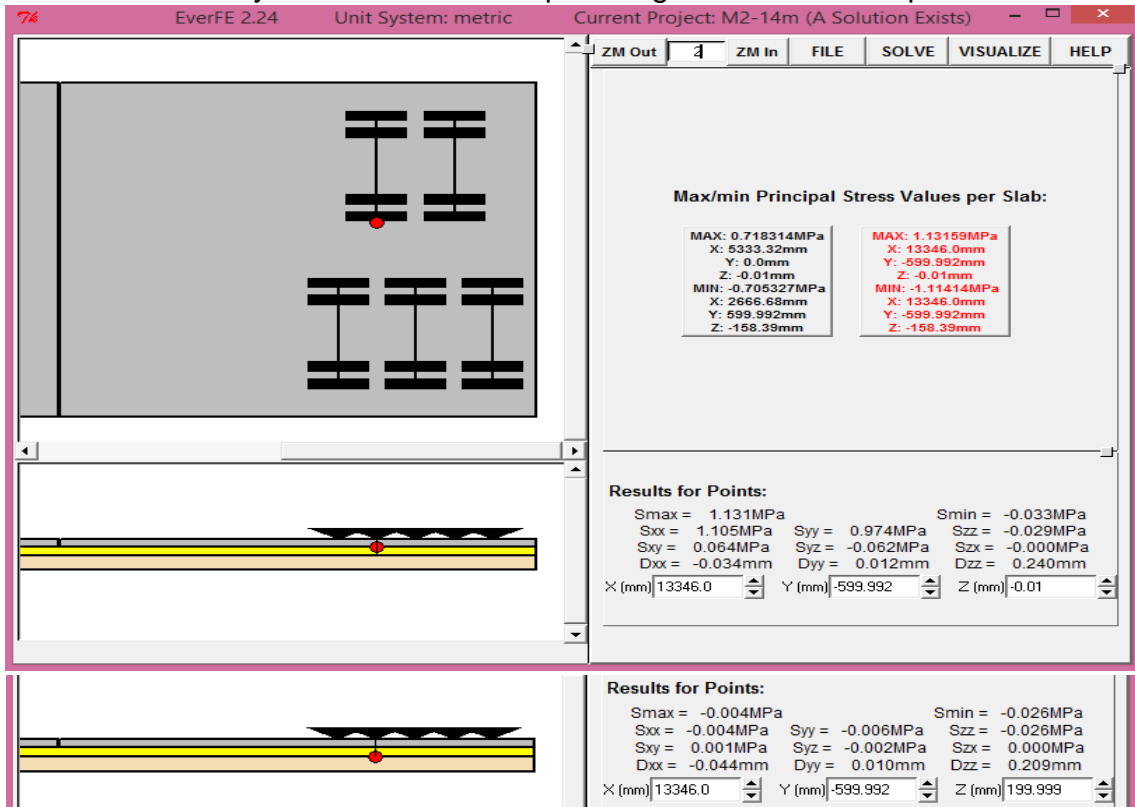


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

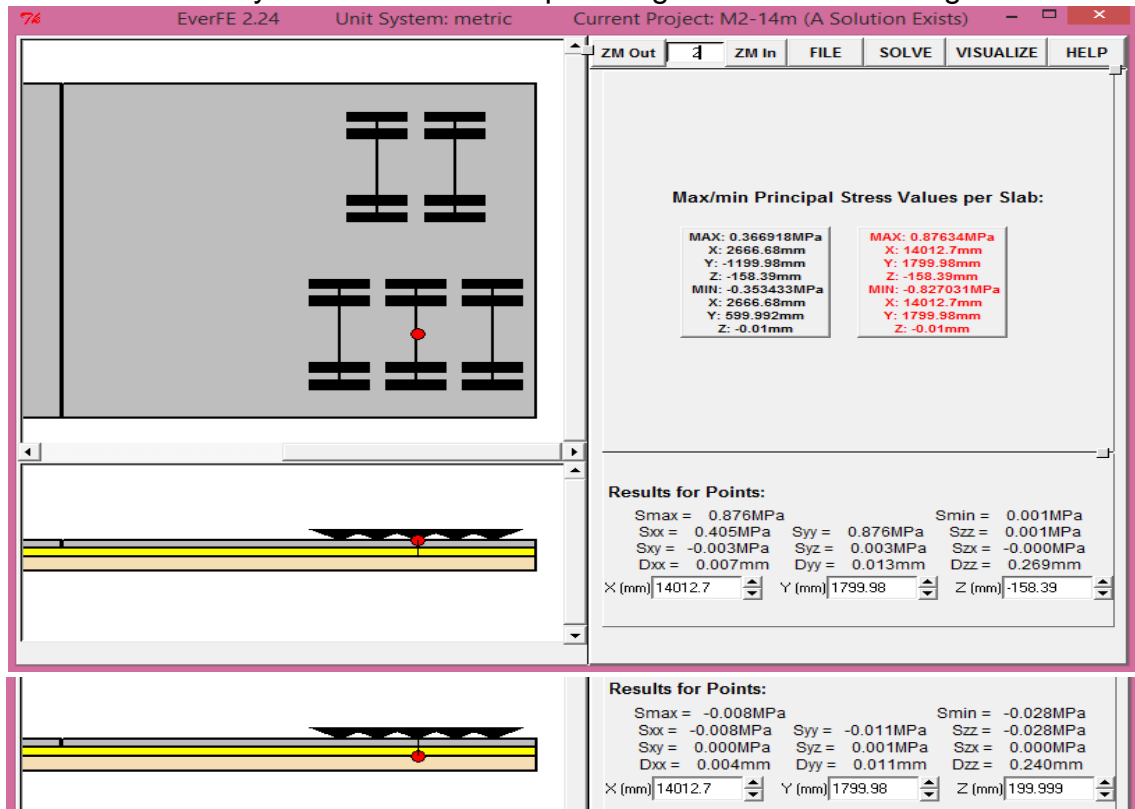


## A 14 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.



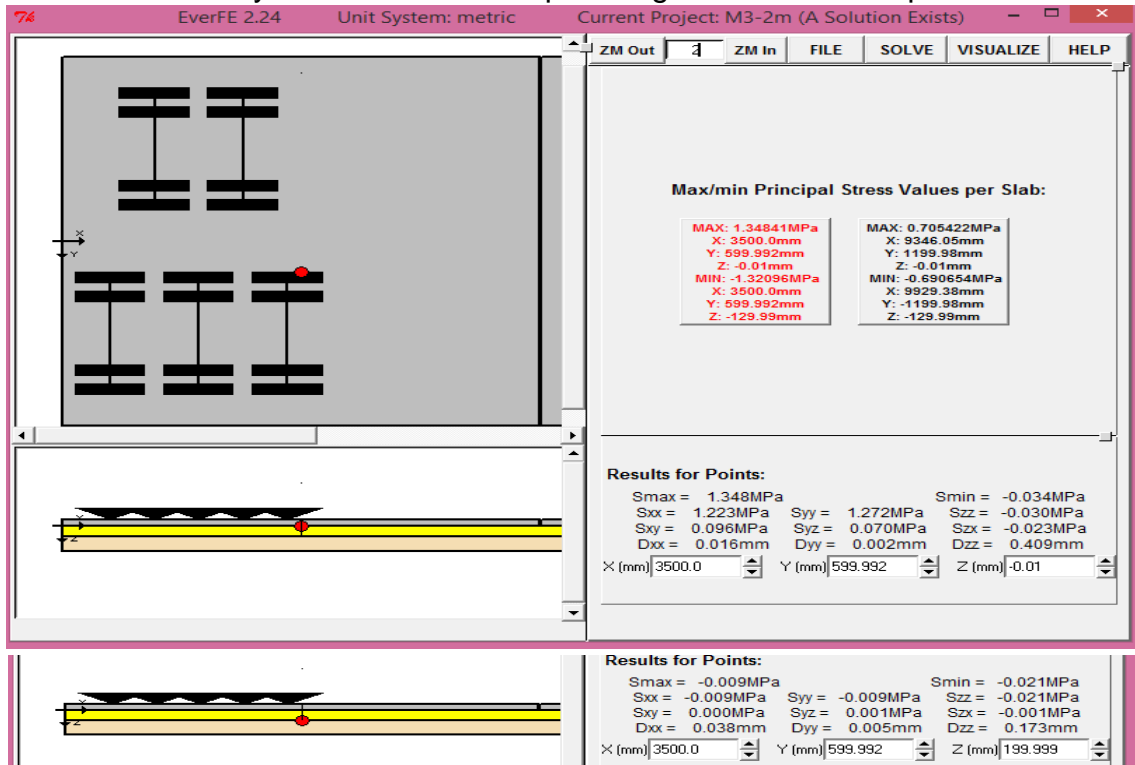
- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.



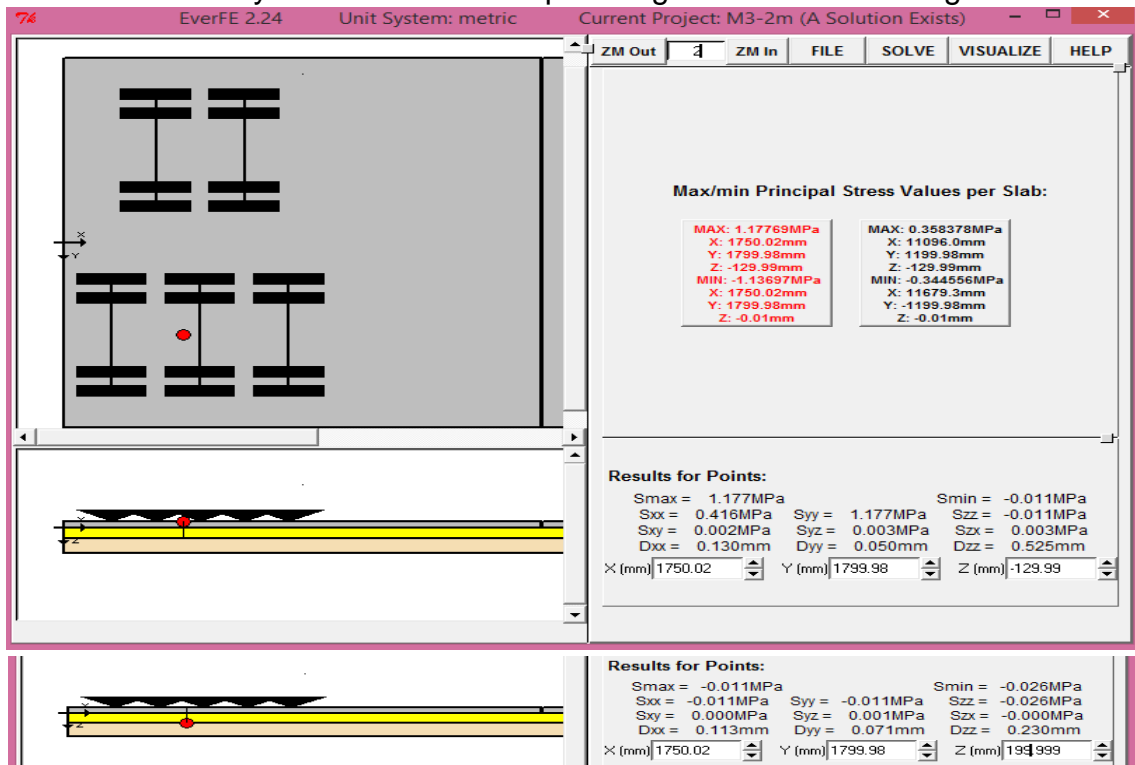
## MUESTRA 03 de 7.00x7.20m

### A 2 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

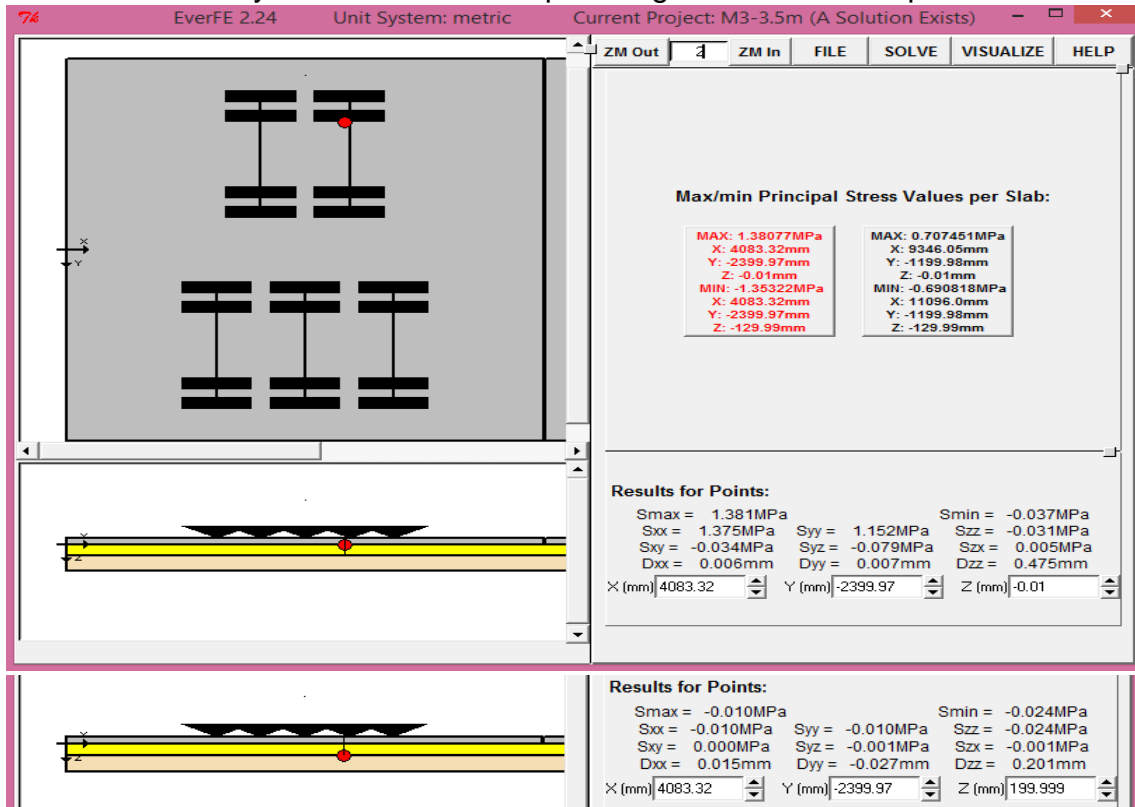


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

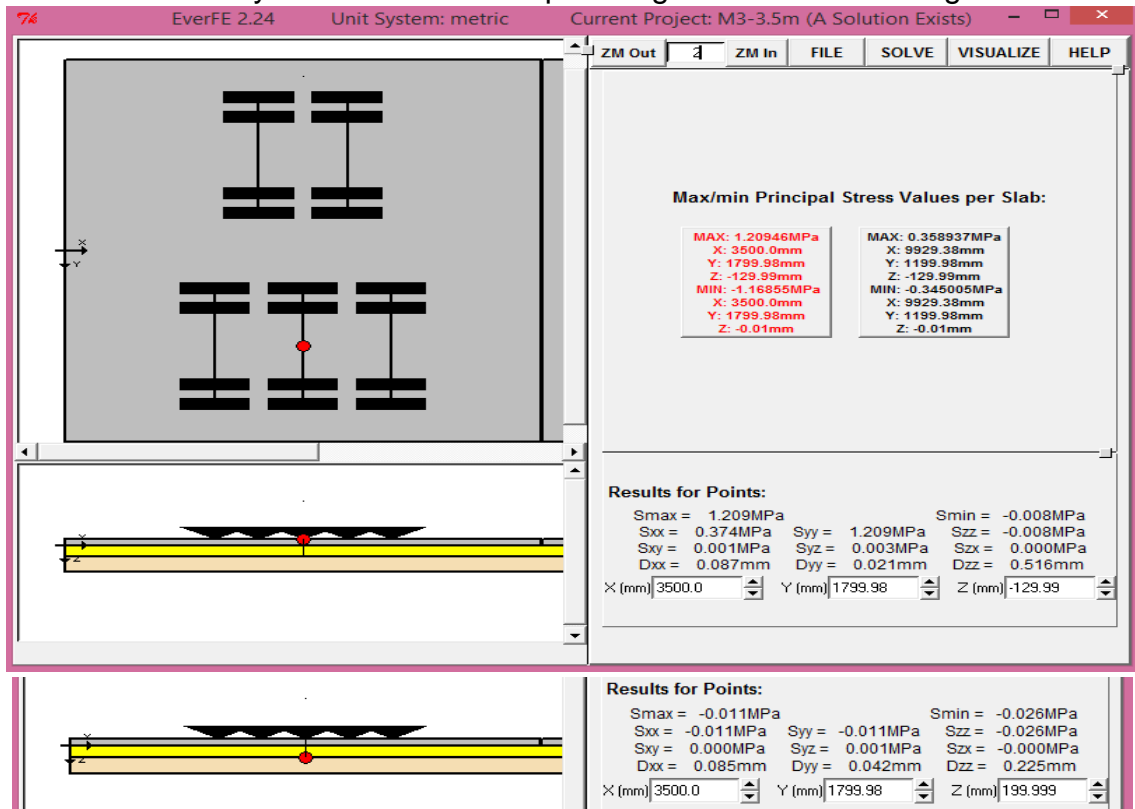


### A 3.5 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

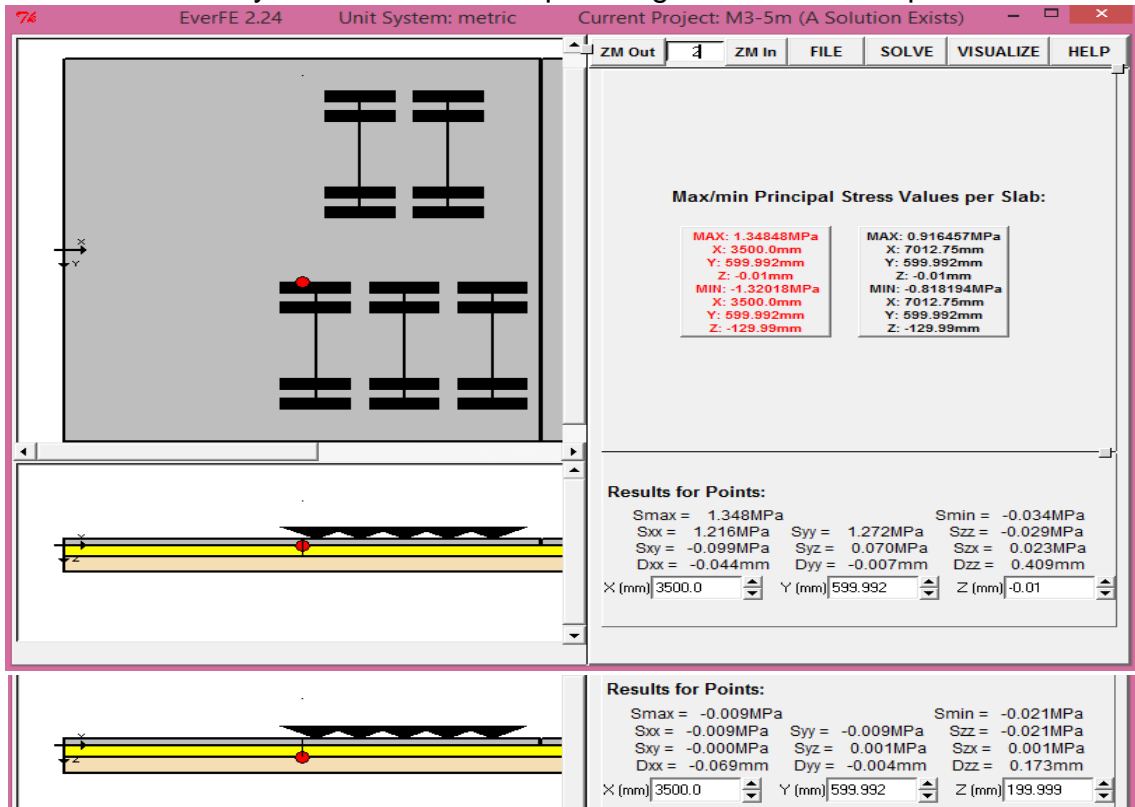


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

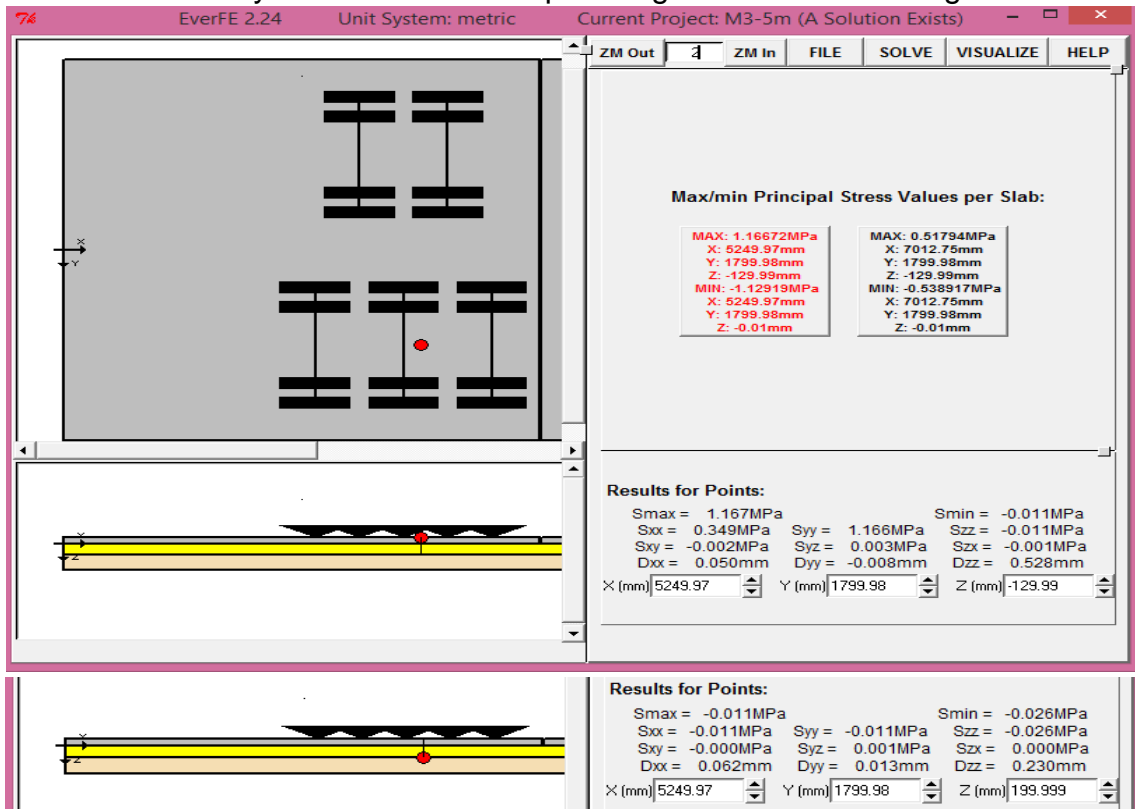


## A 5 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

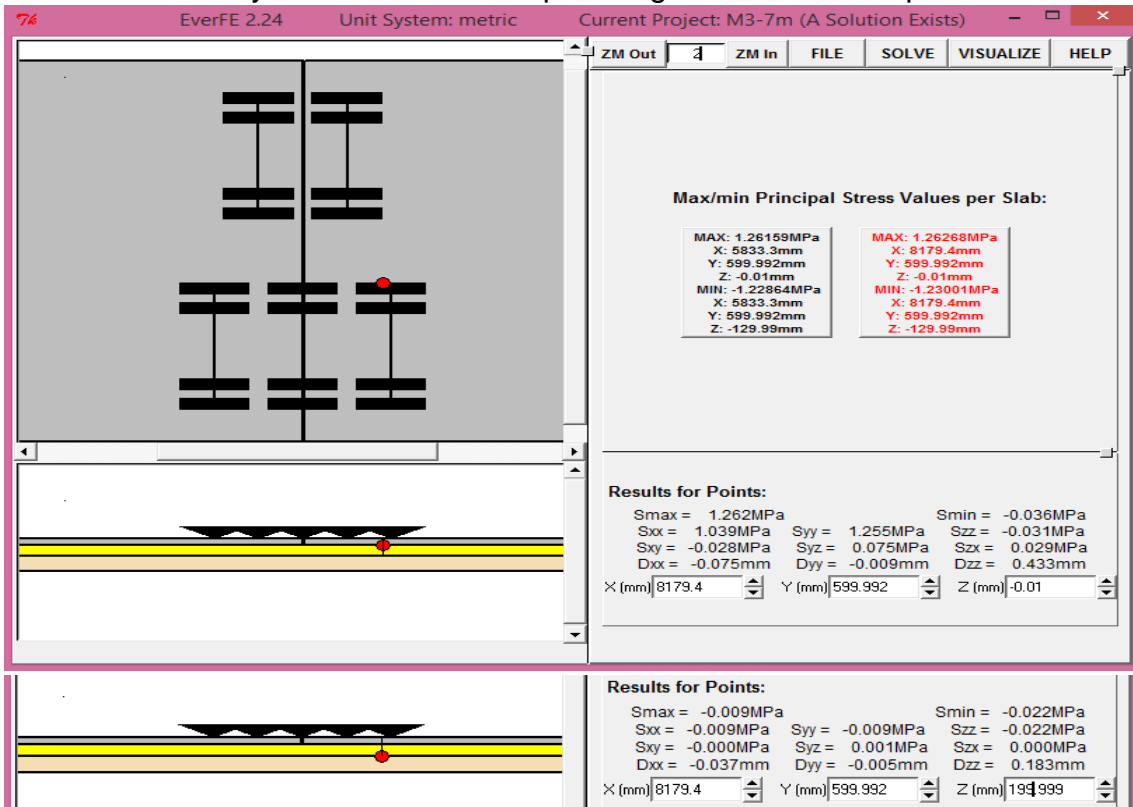


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

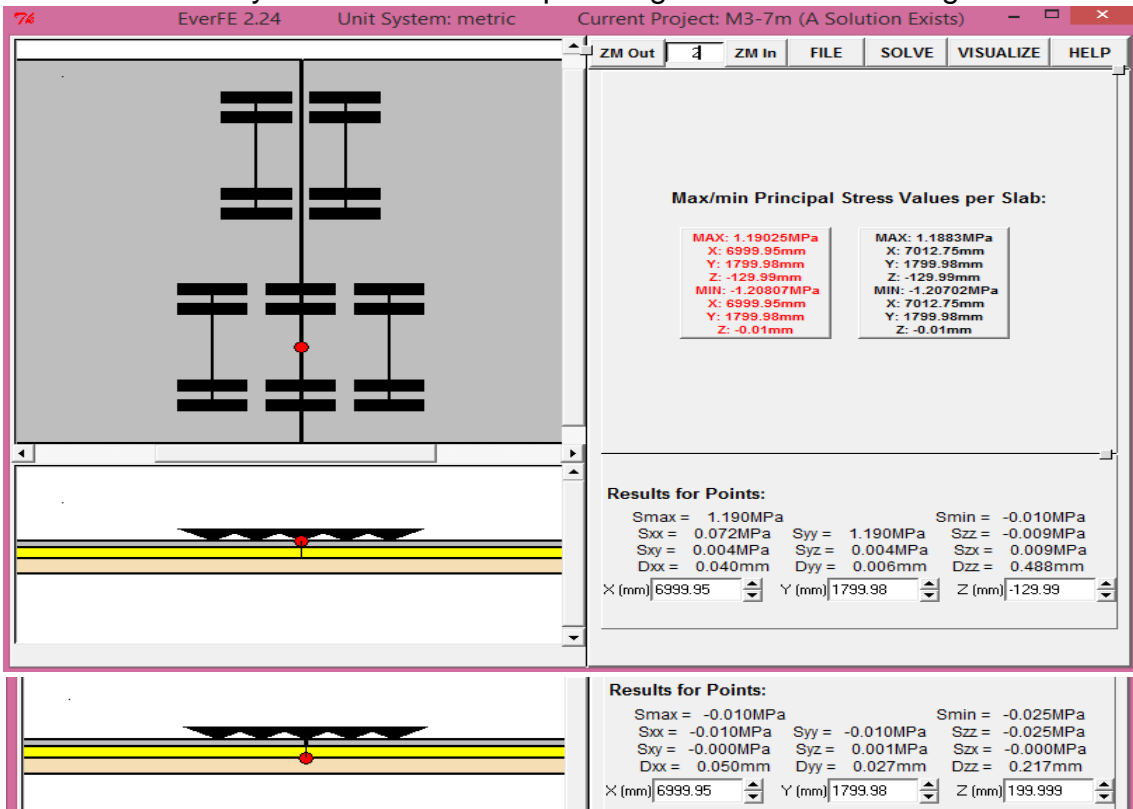


## A 7 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.



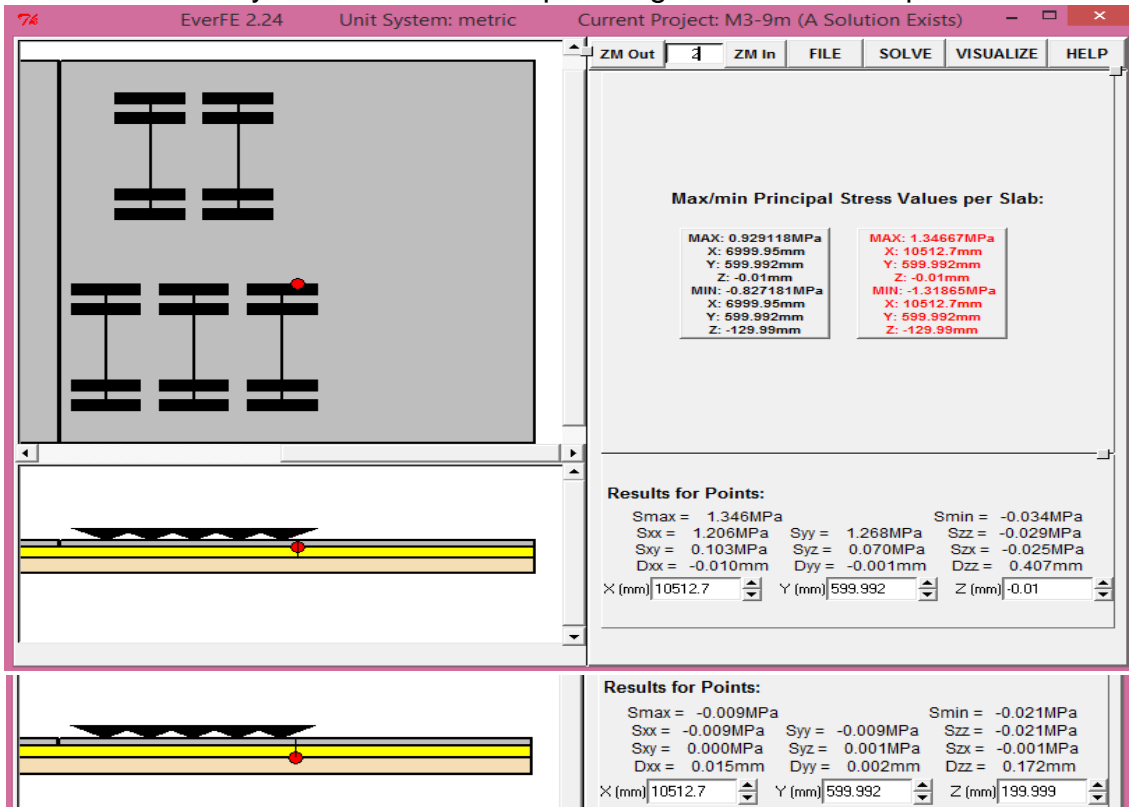
- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.



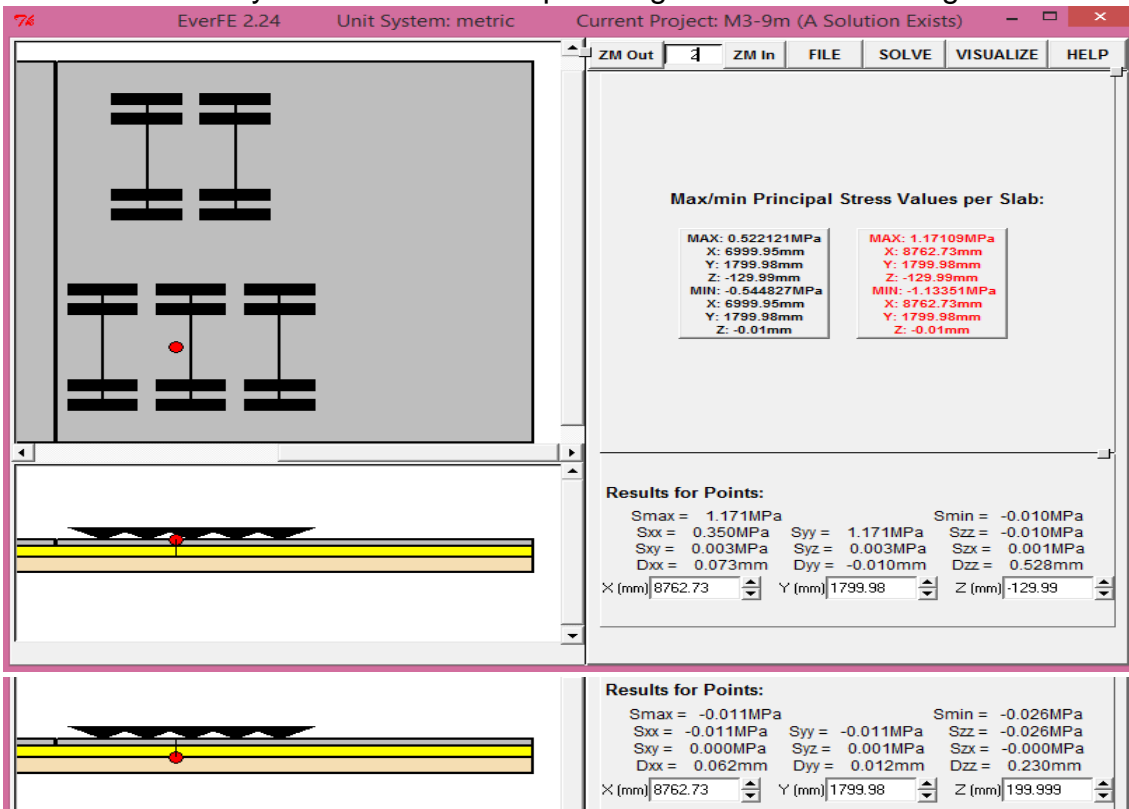


## A 9 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

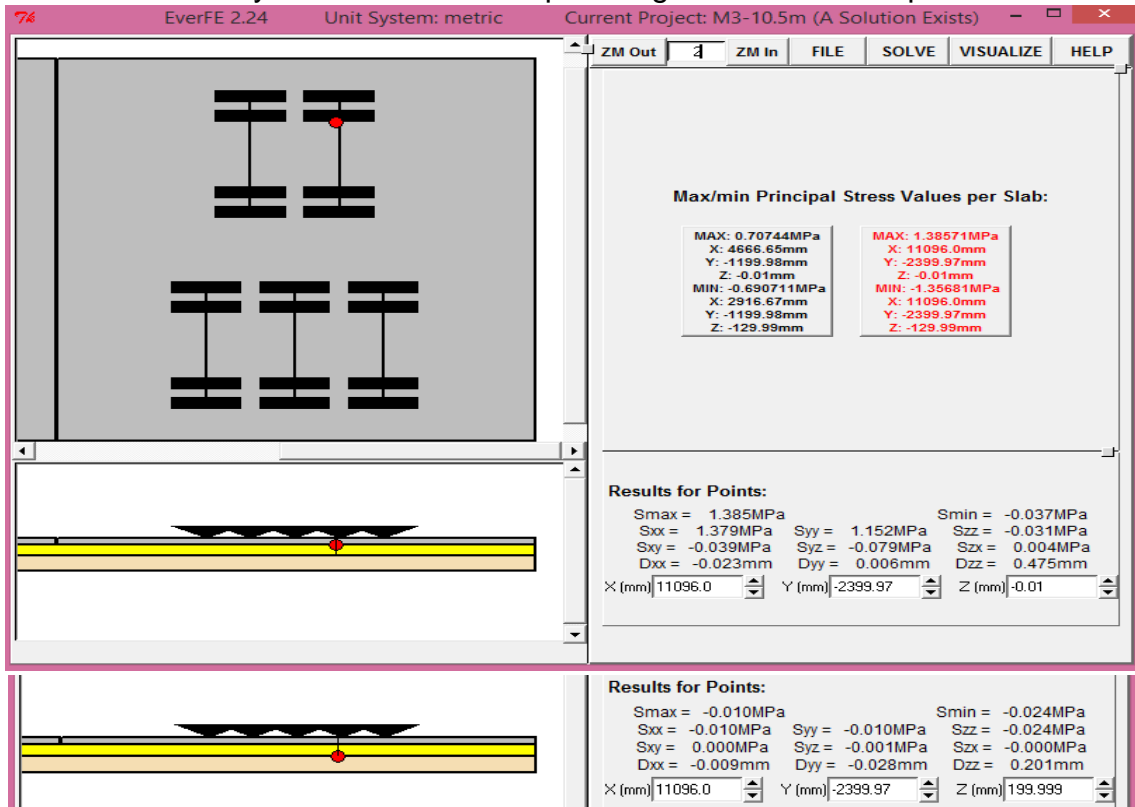


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

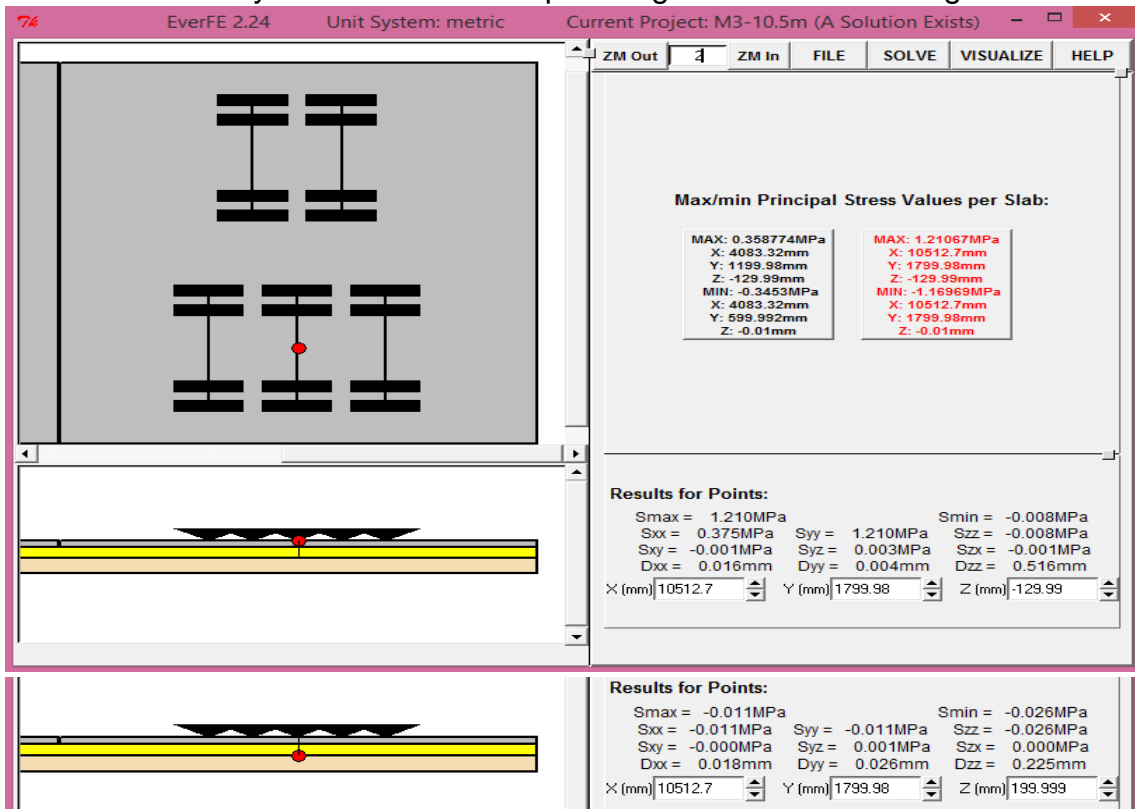


## A 10.5 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

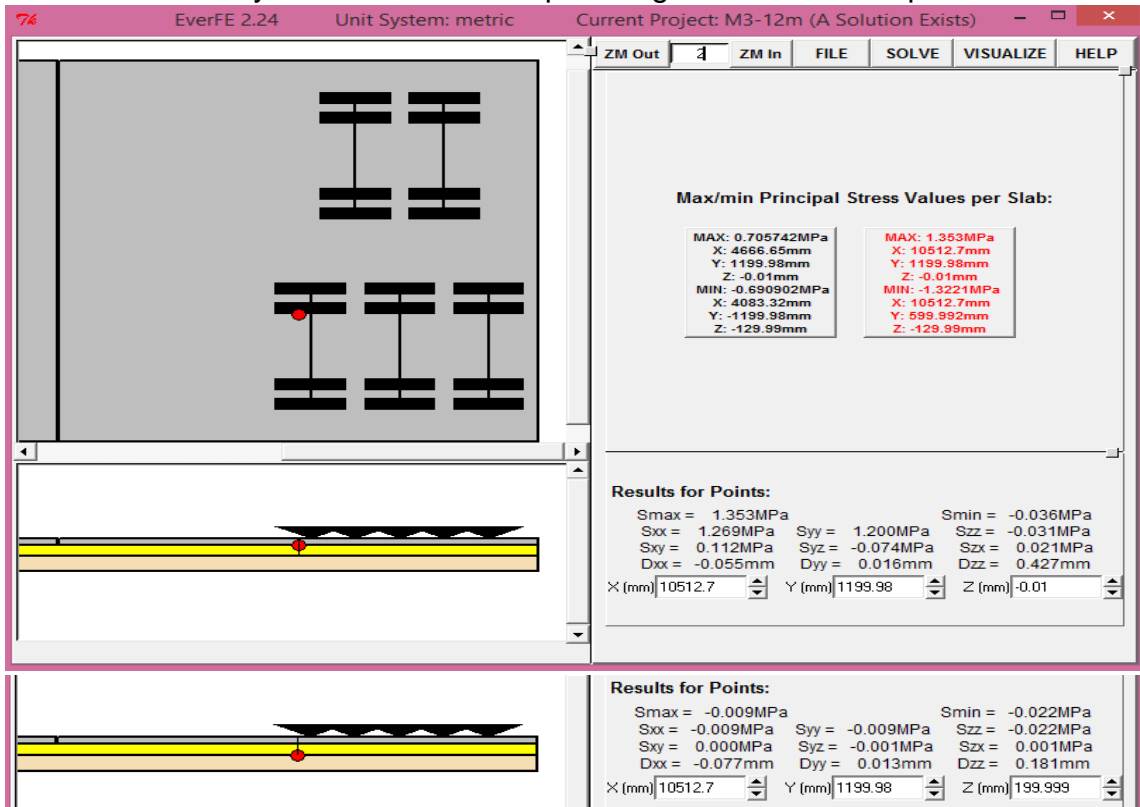


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

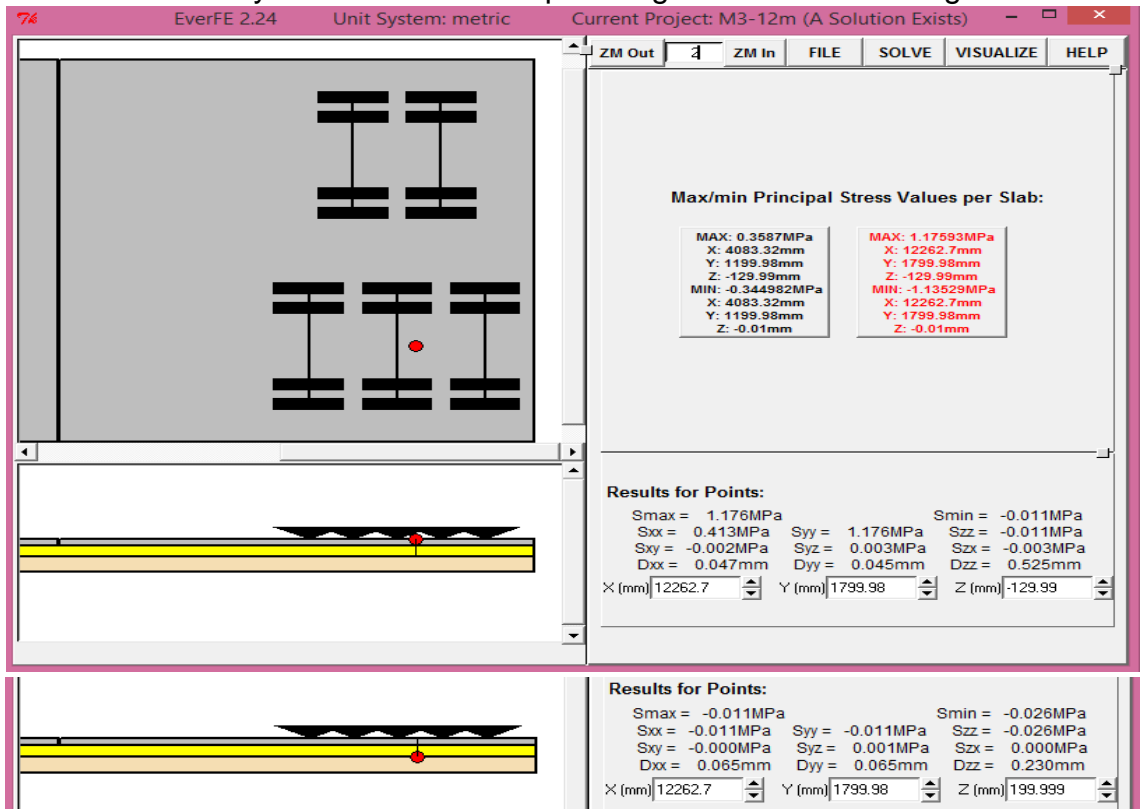


## A 12 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.



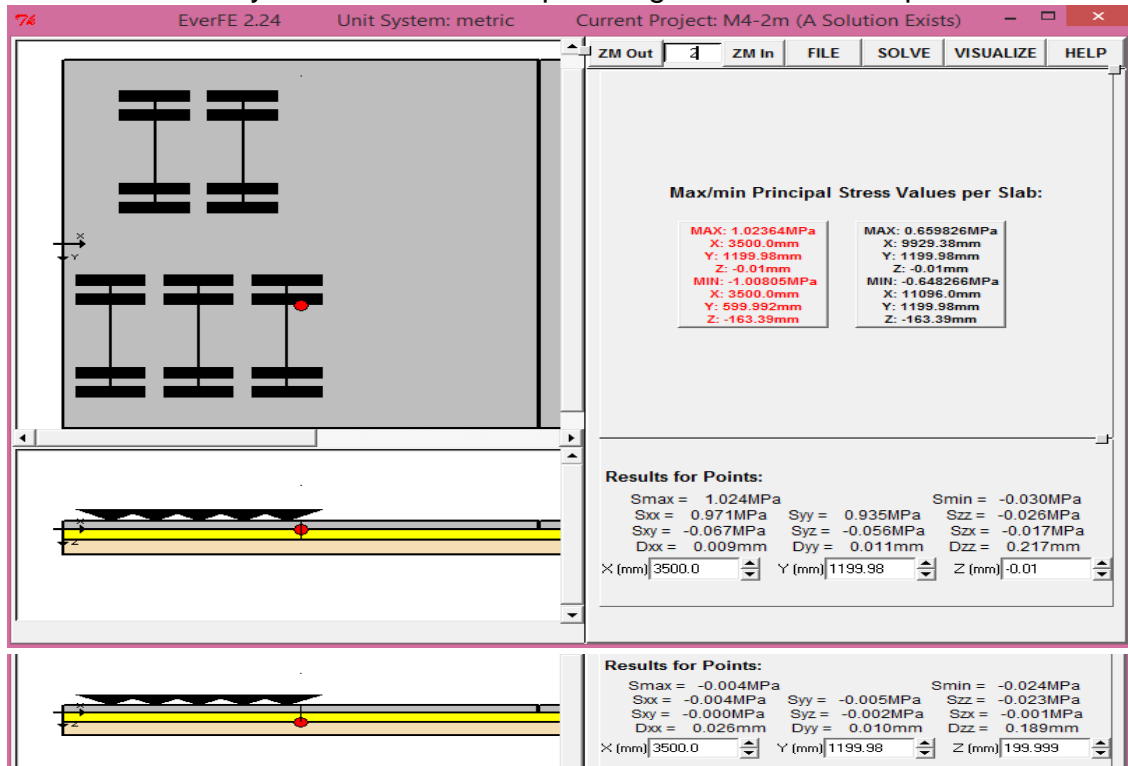
- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.



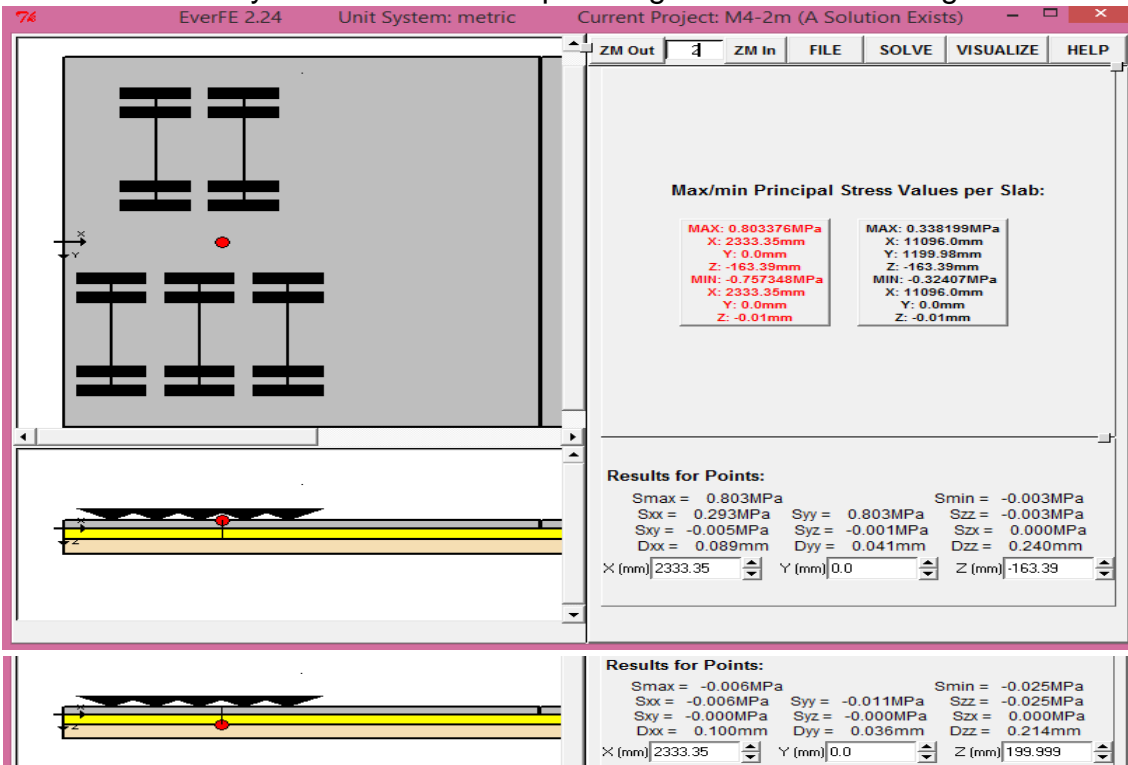
# MUESTRA 04 de 7.00x7.20m

## A 2 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

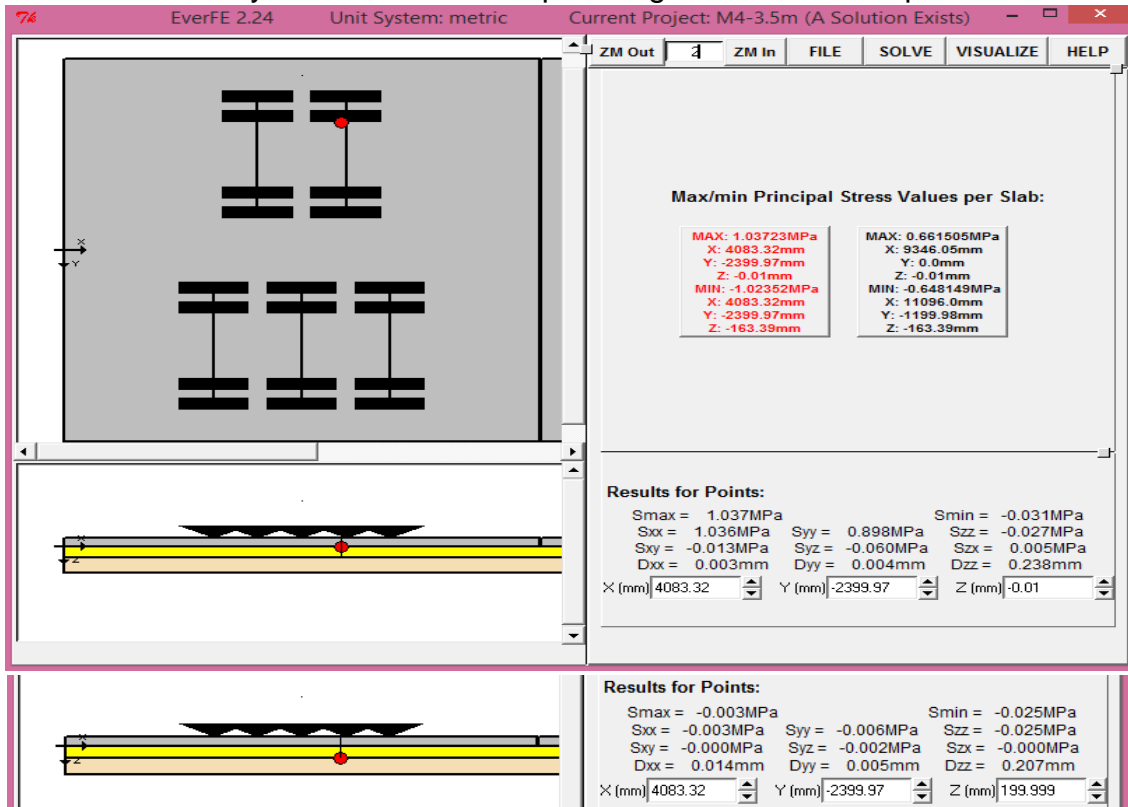


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

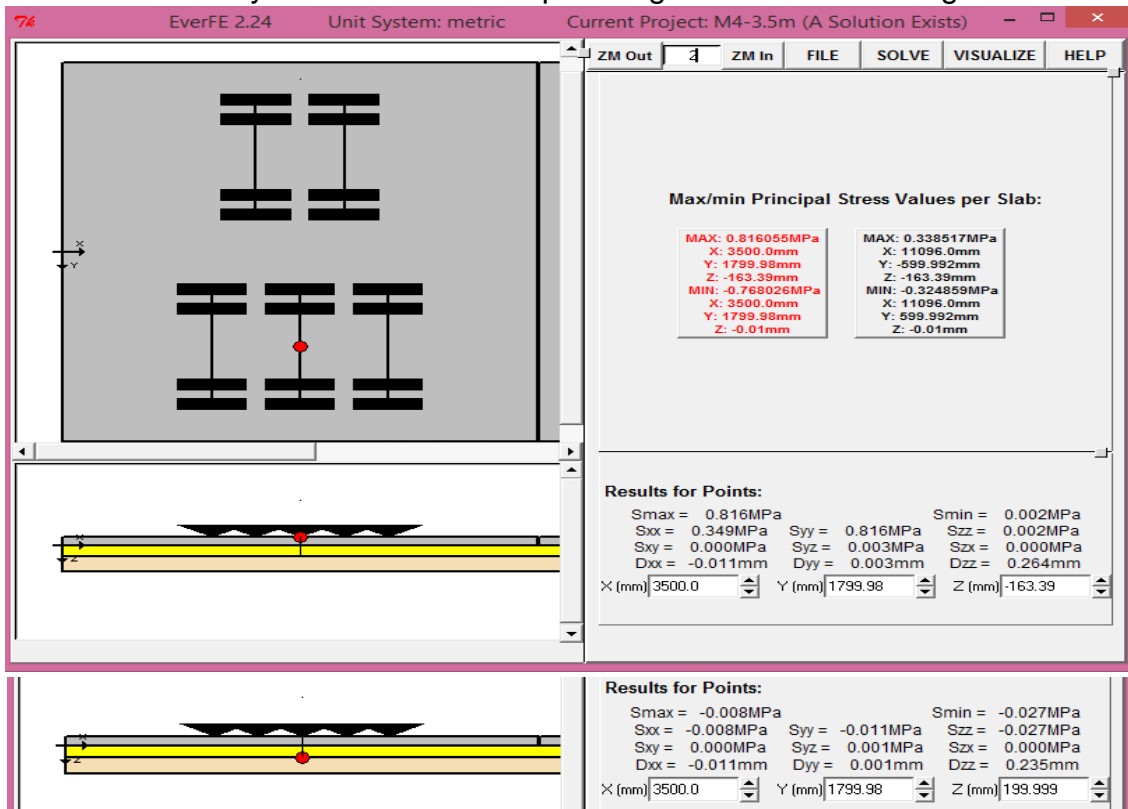


### A 3.5 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

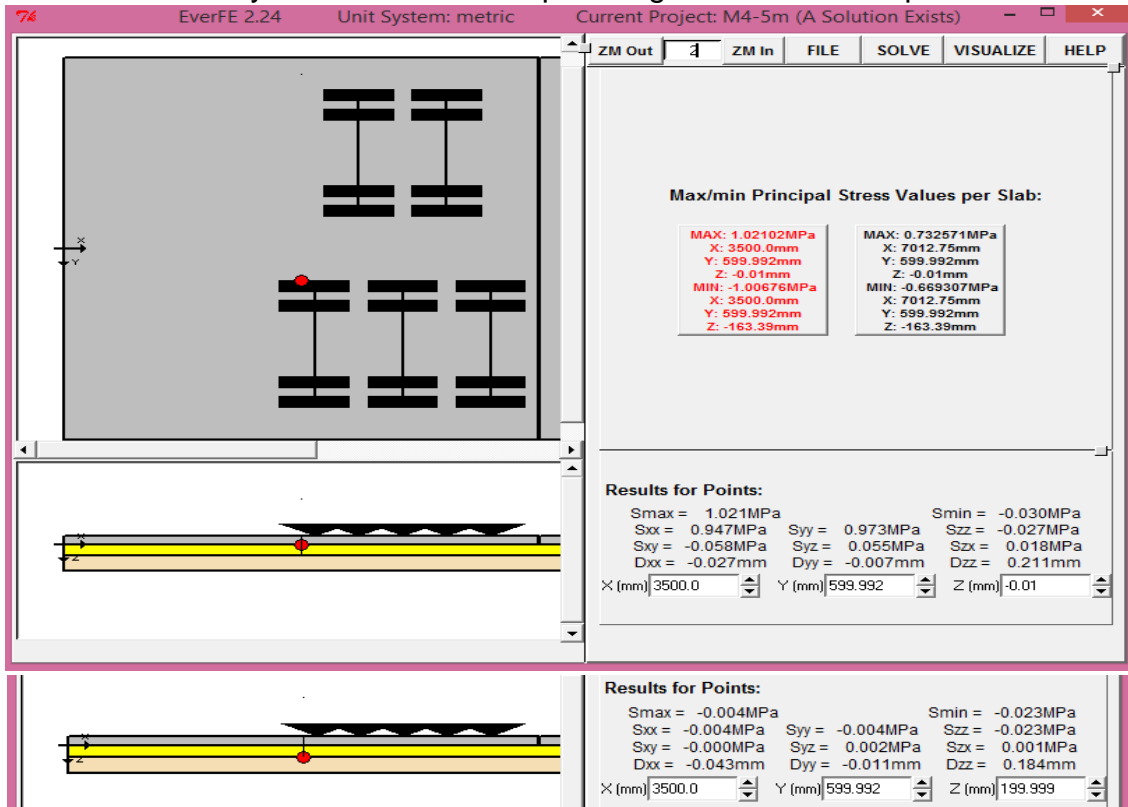


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

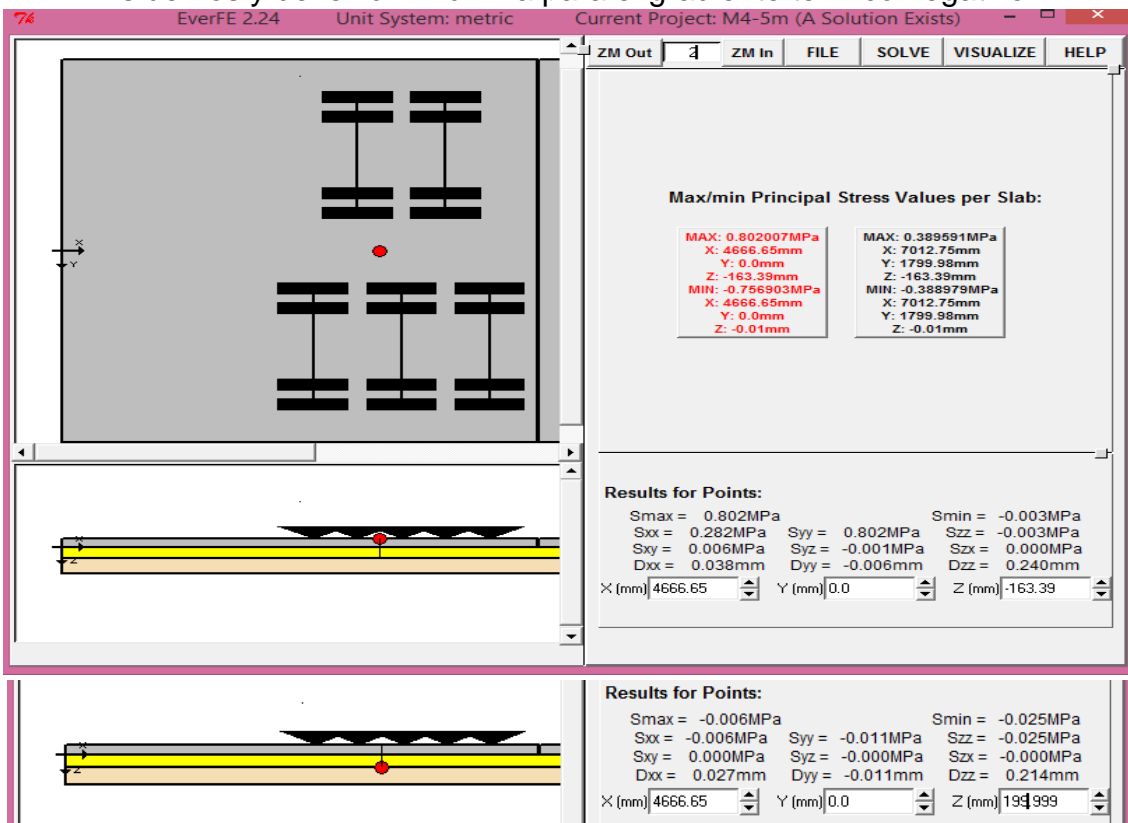


## A 5 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

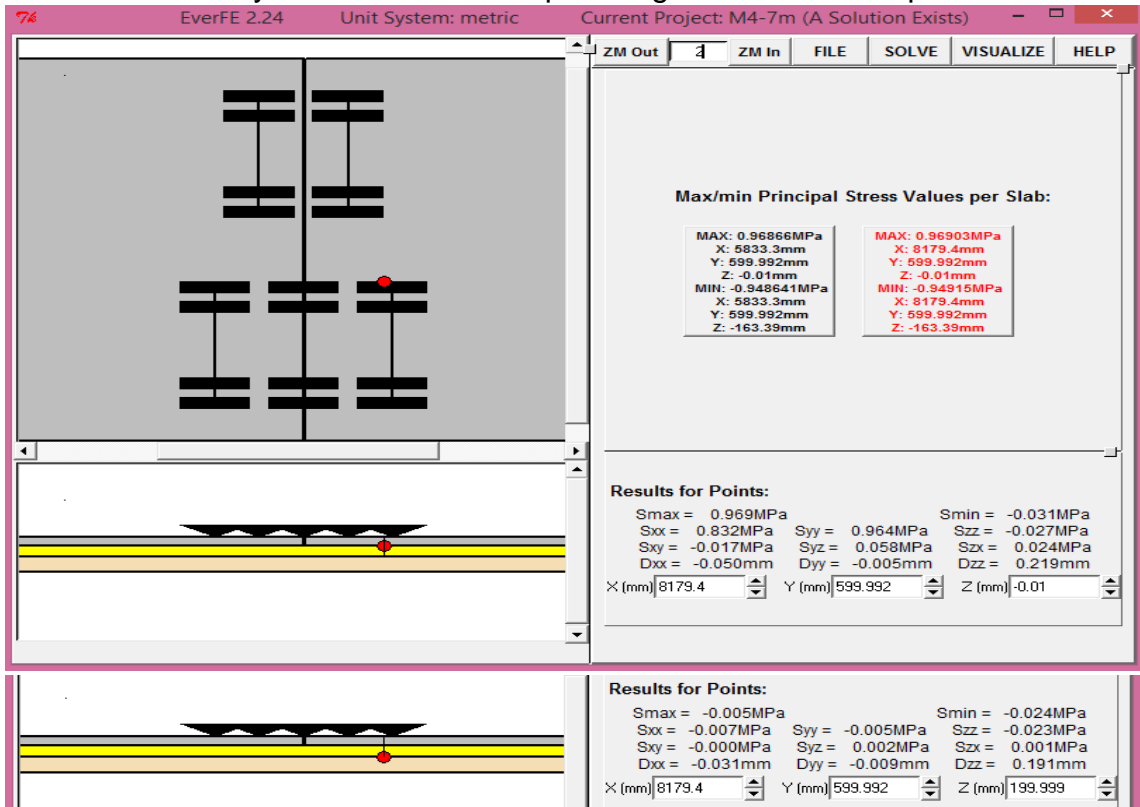


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

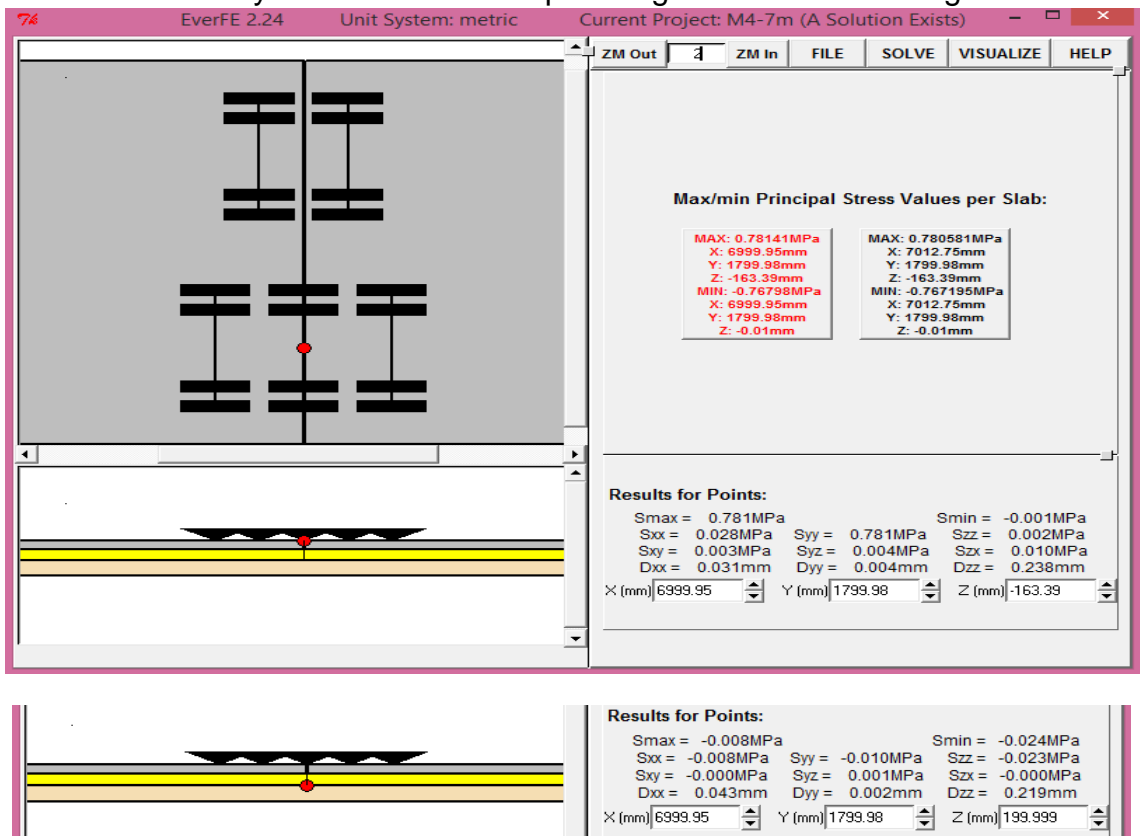


## A 7 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

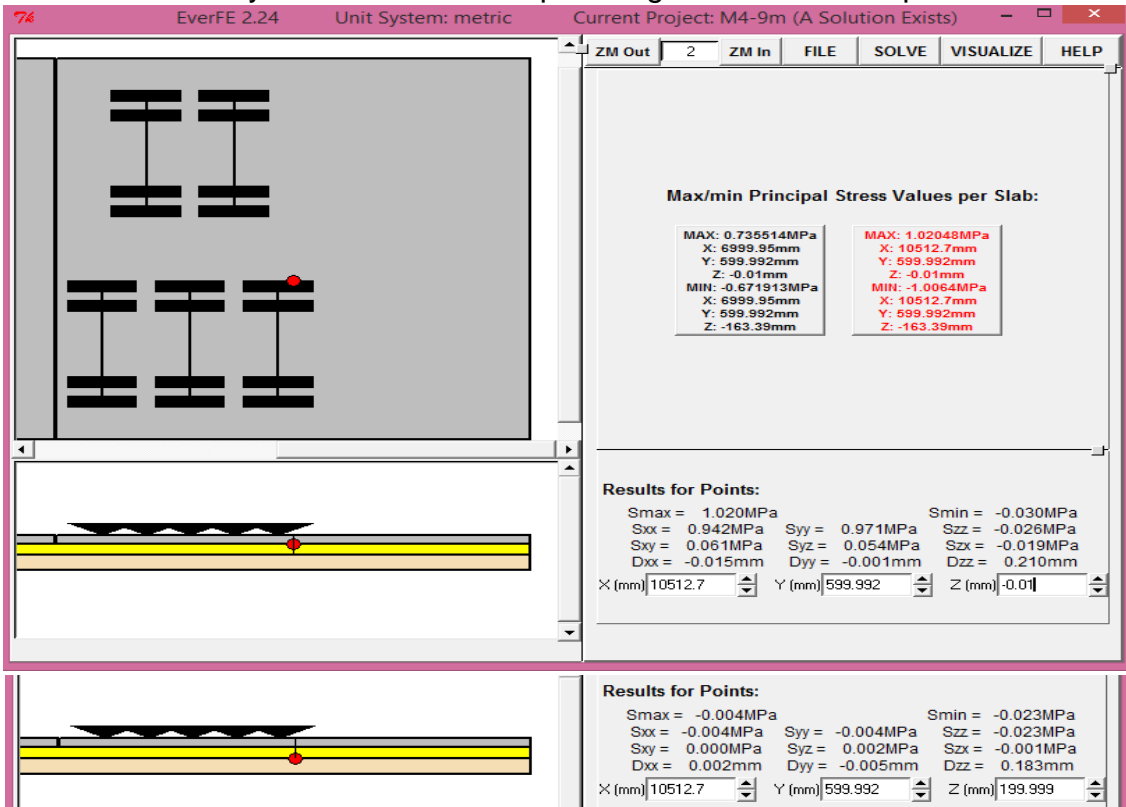


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

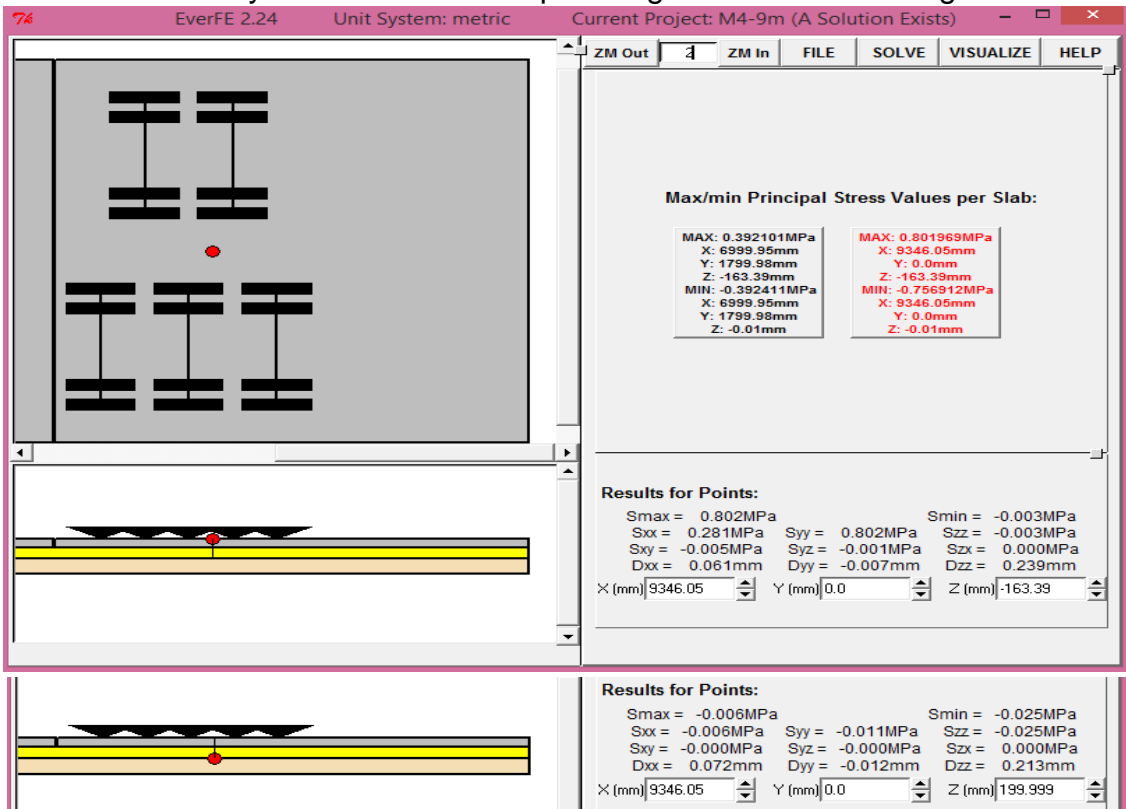


## A 9 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.



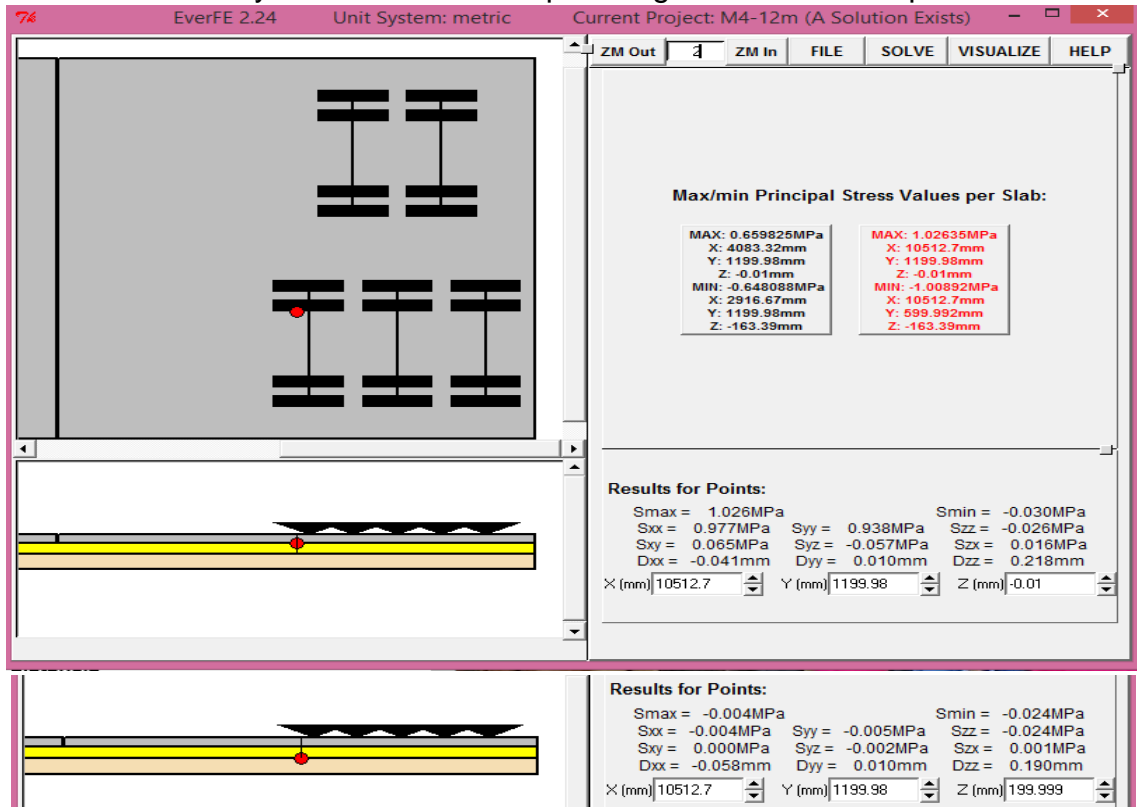
- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.



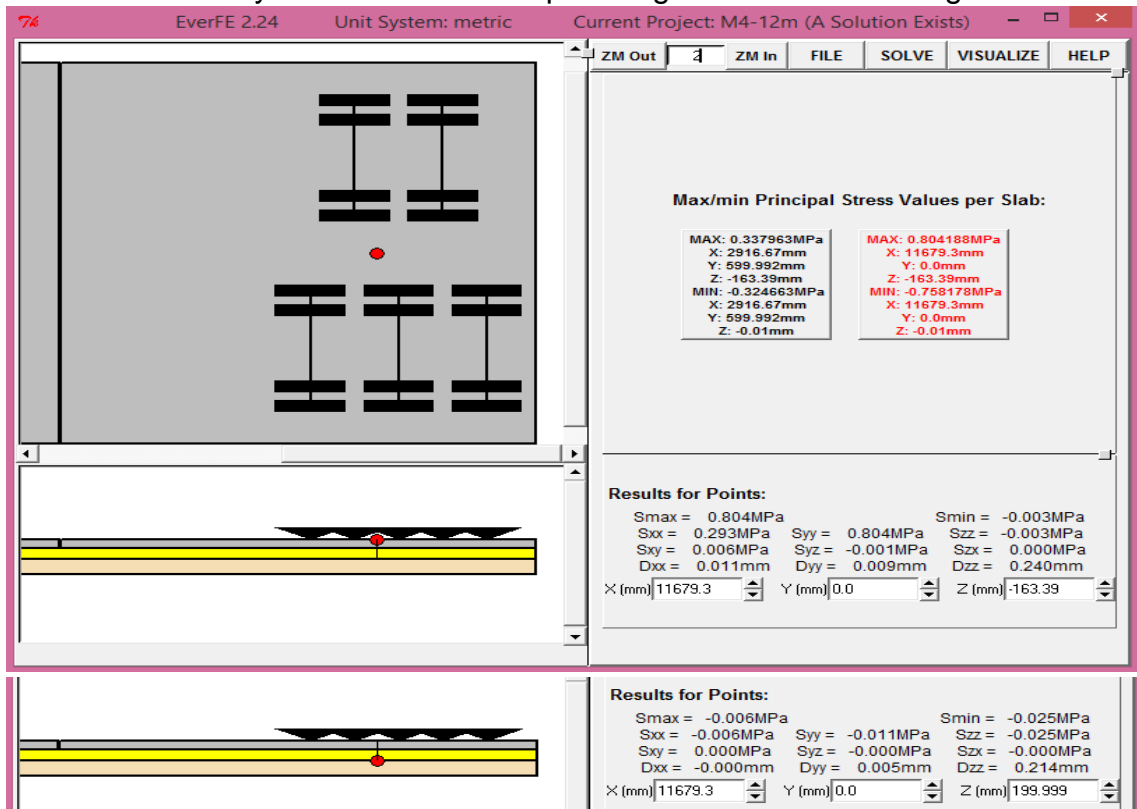


## A 12 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.



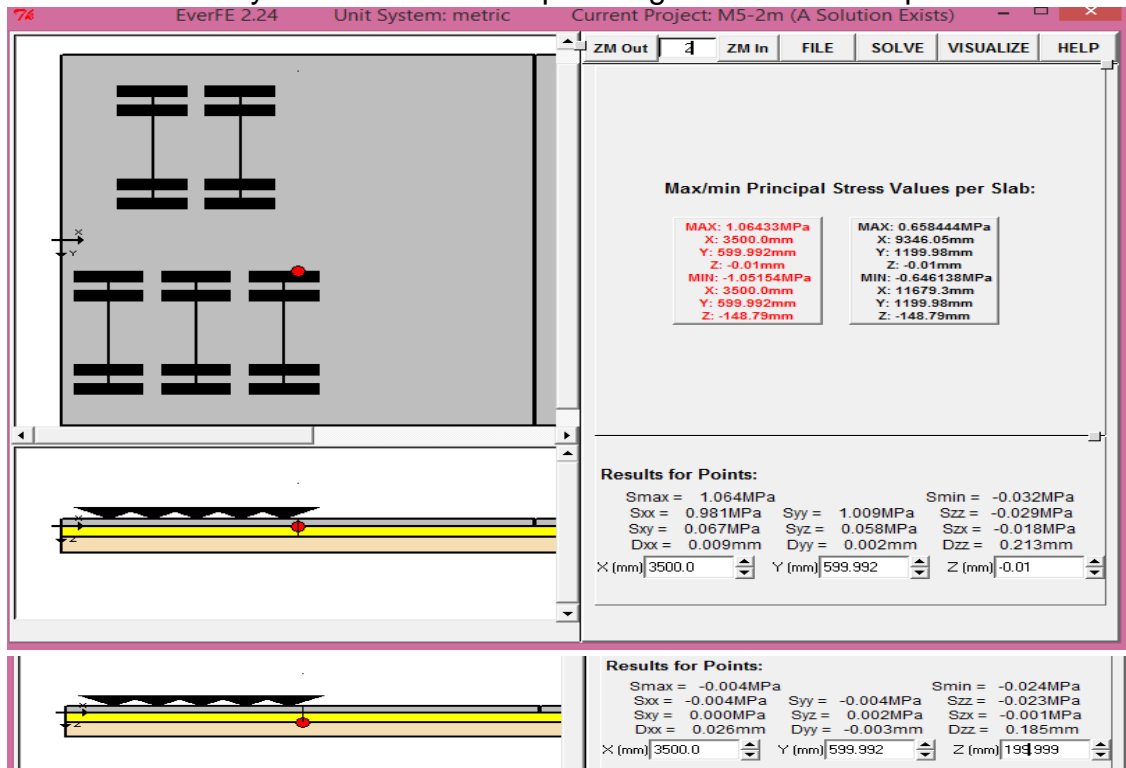
- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.



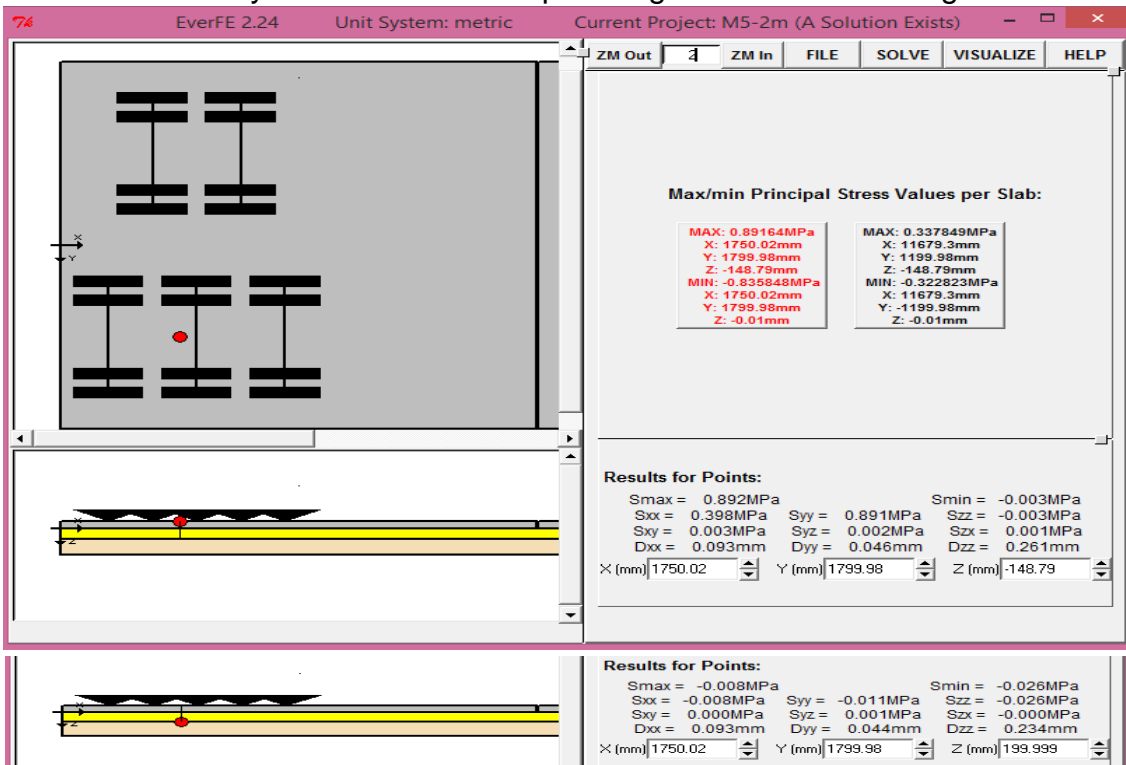
## MUESTRA 05 de 7.00x7.20m

A 2 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

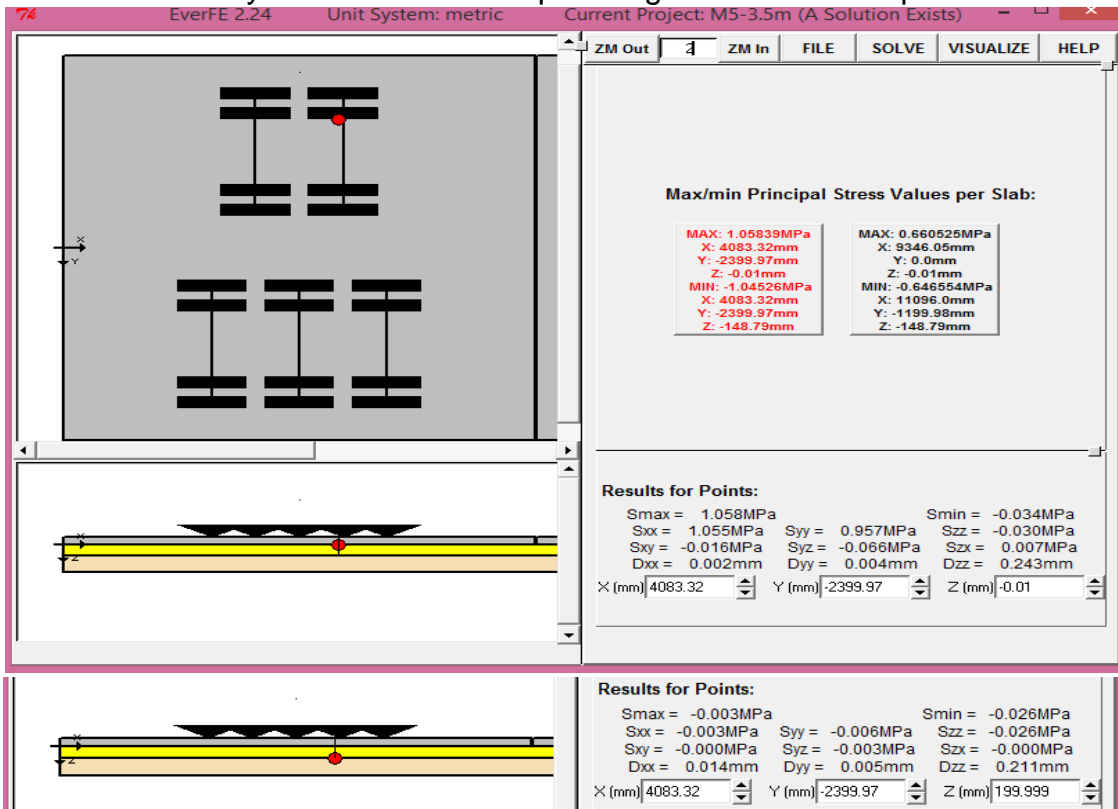


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

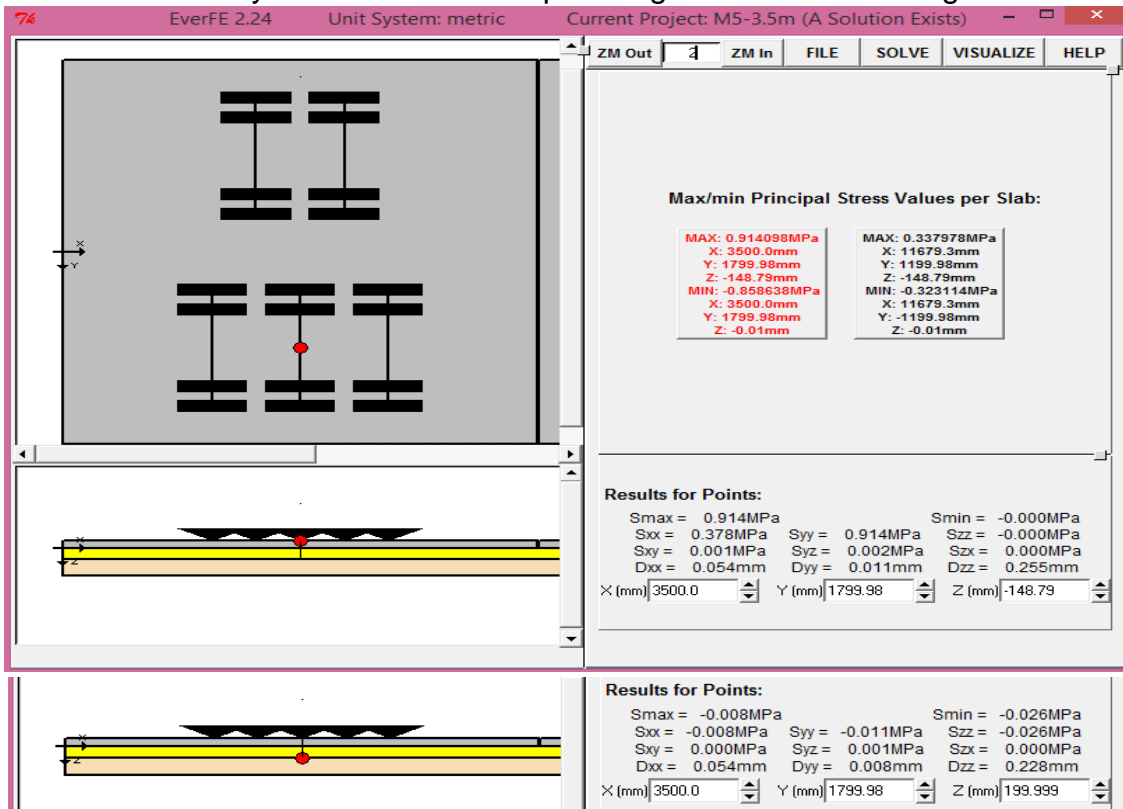


### A 3.5 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

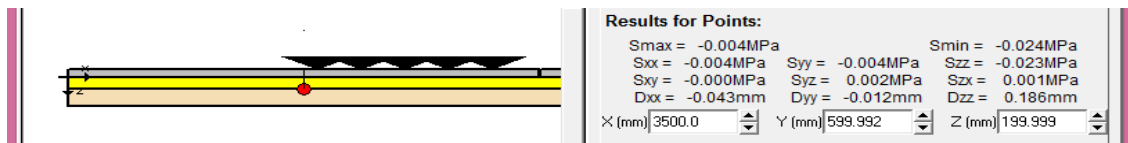
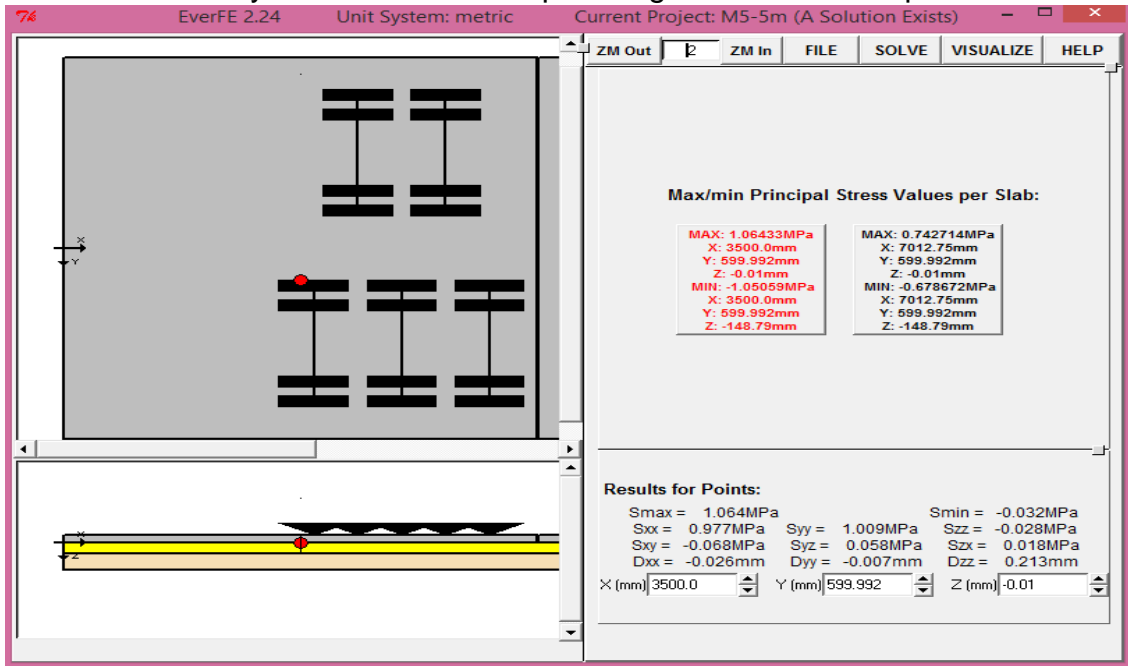


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

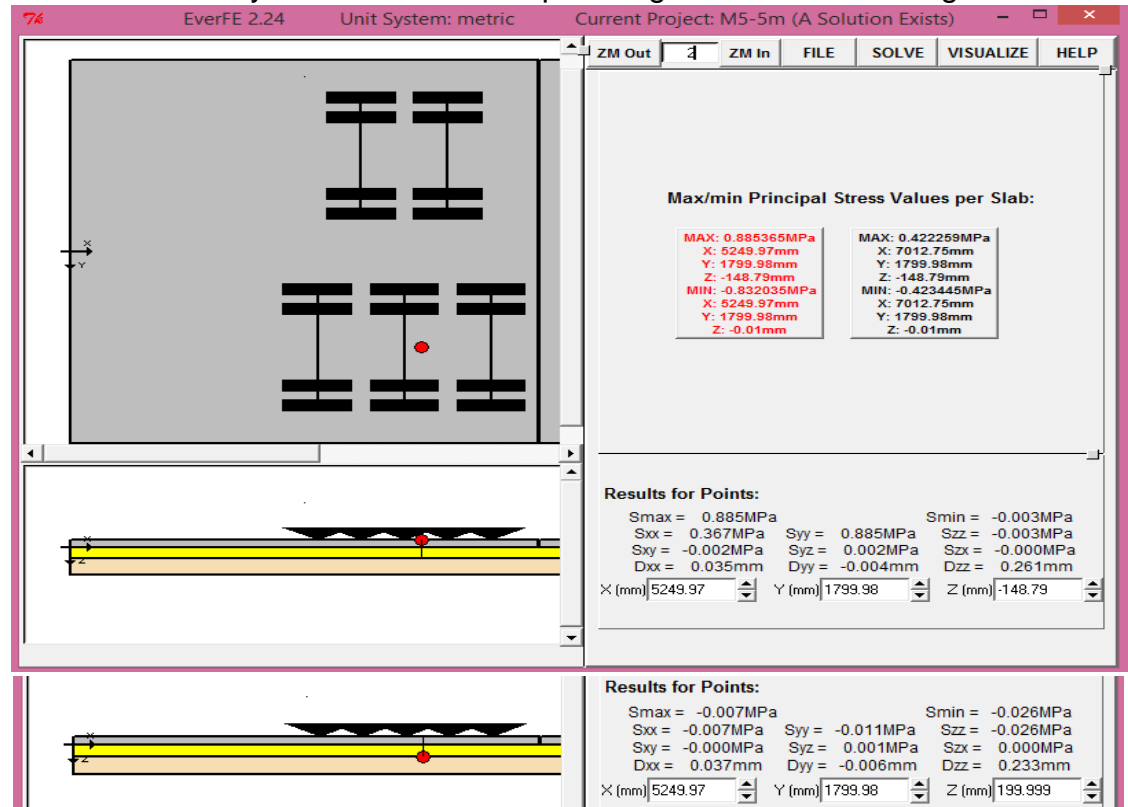


## A 5 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

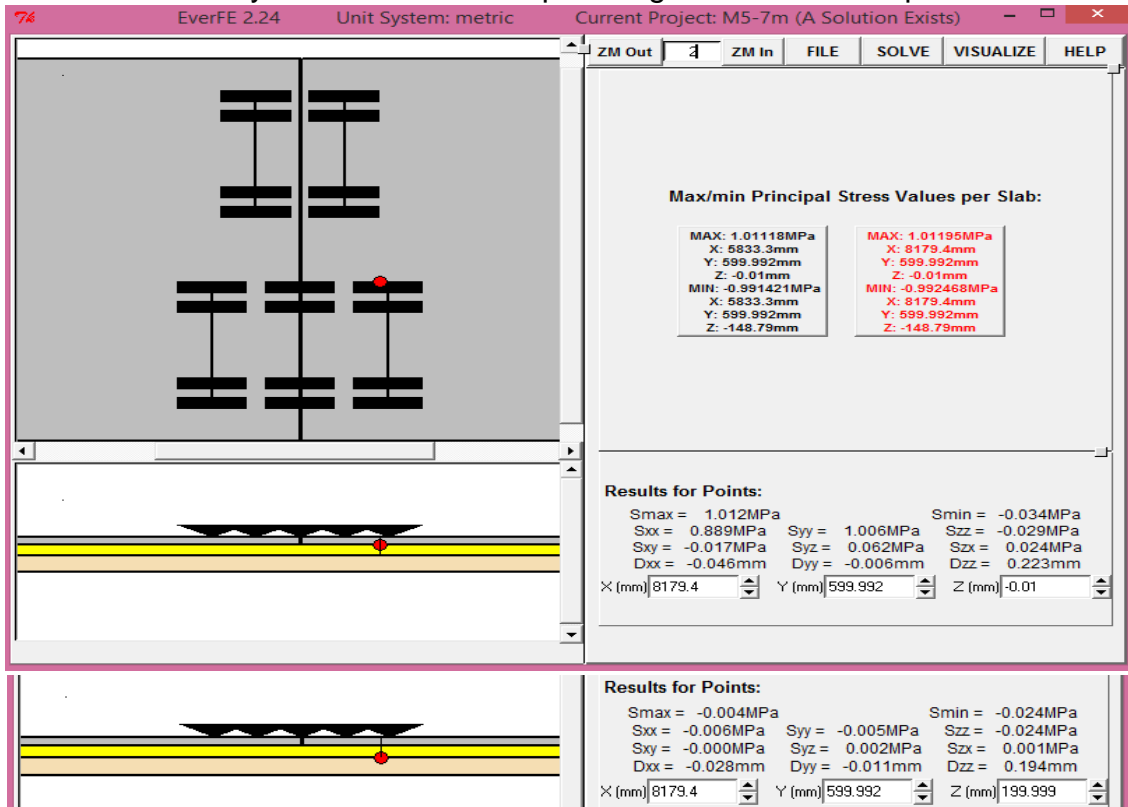


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

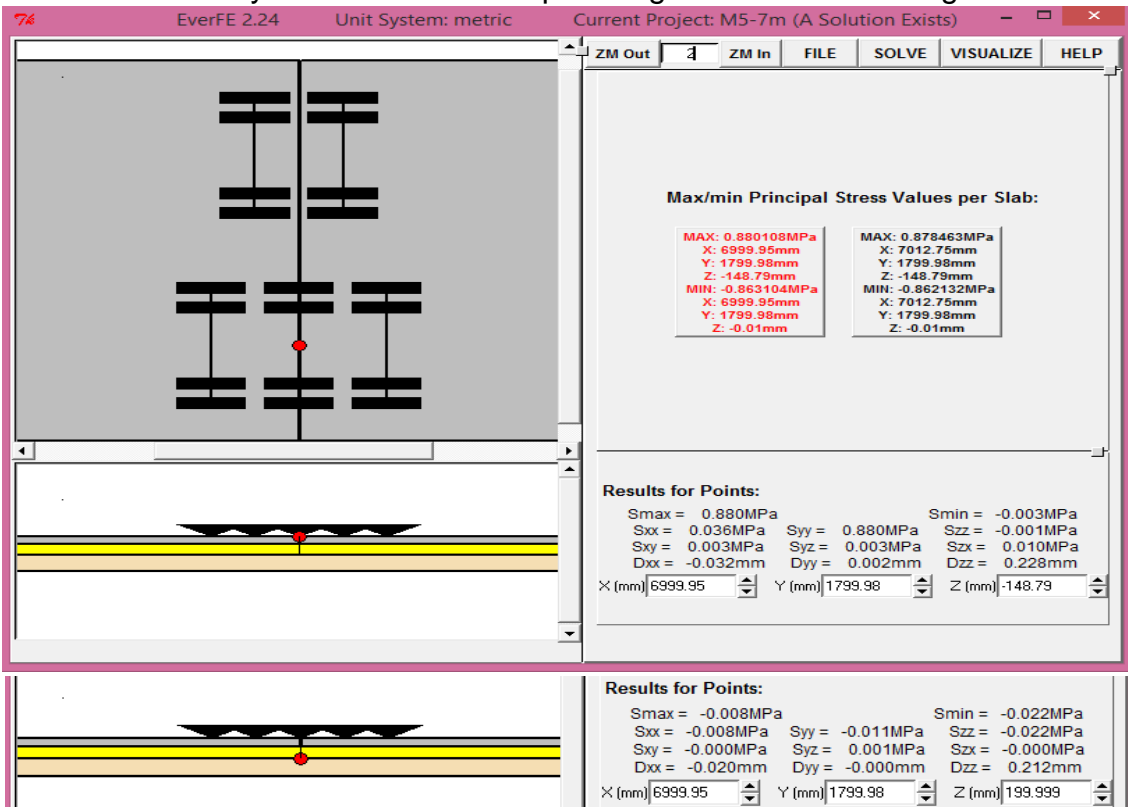


## A 7 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

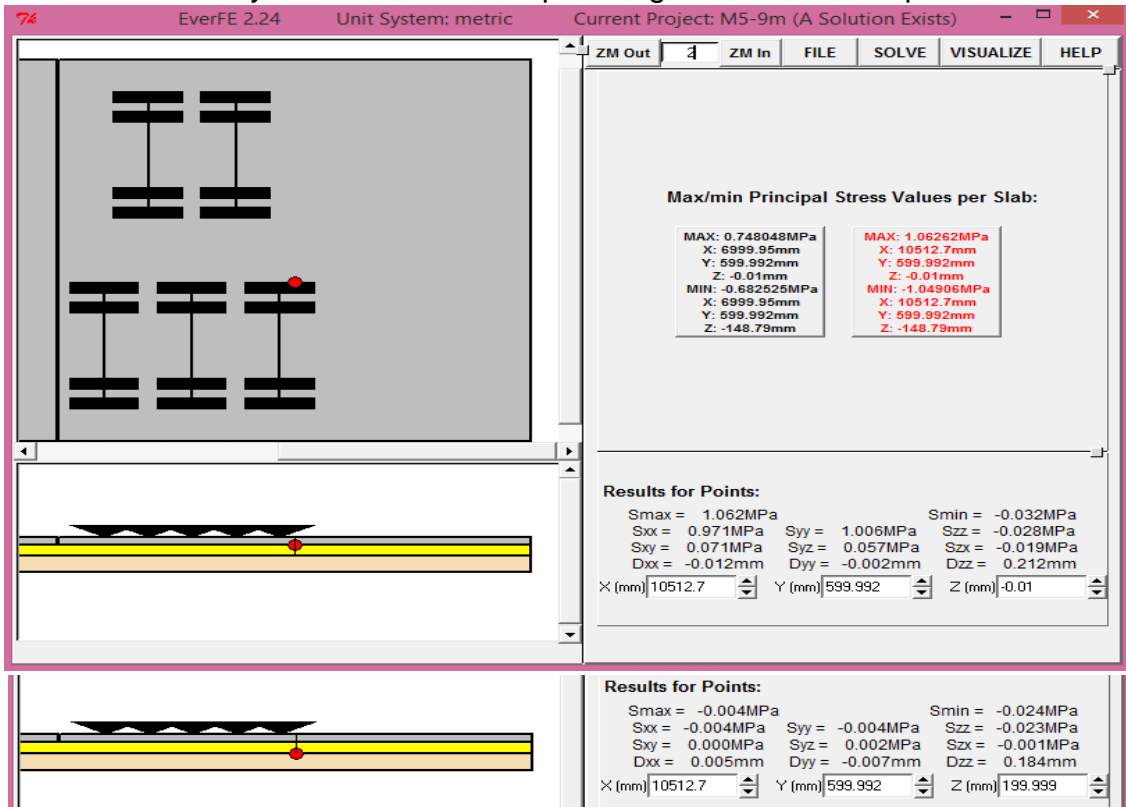


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

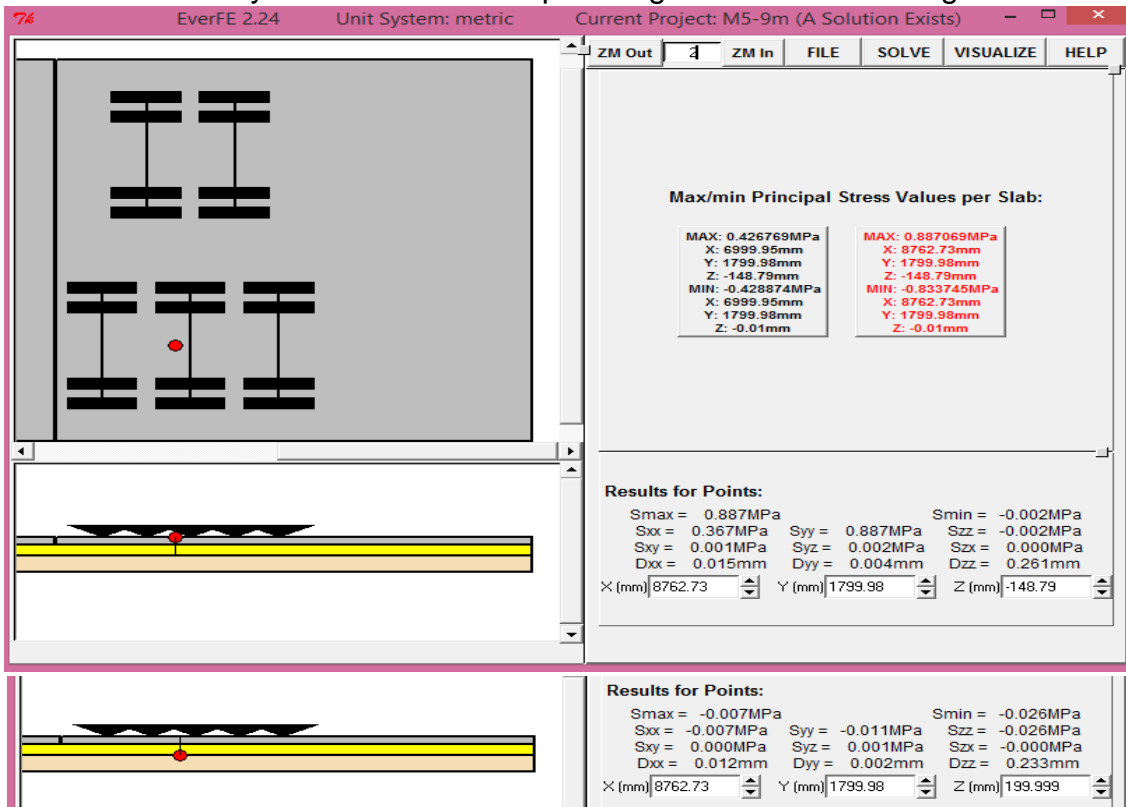


## A 9 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

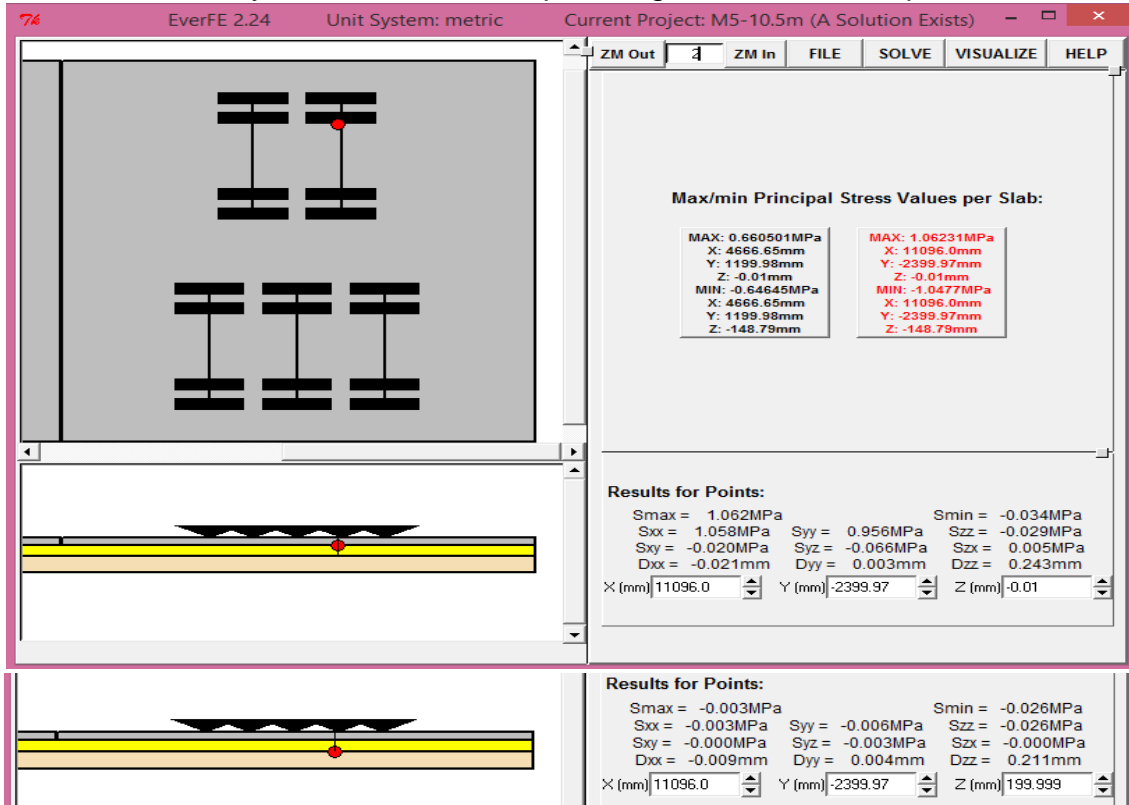


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

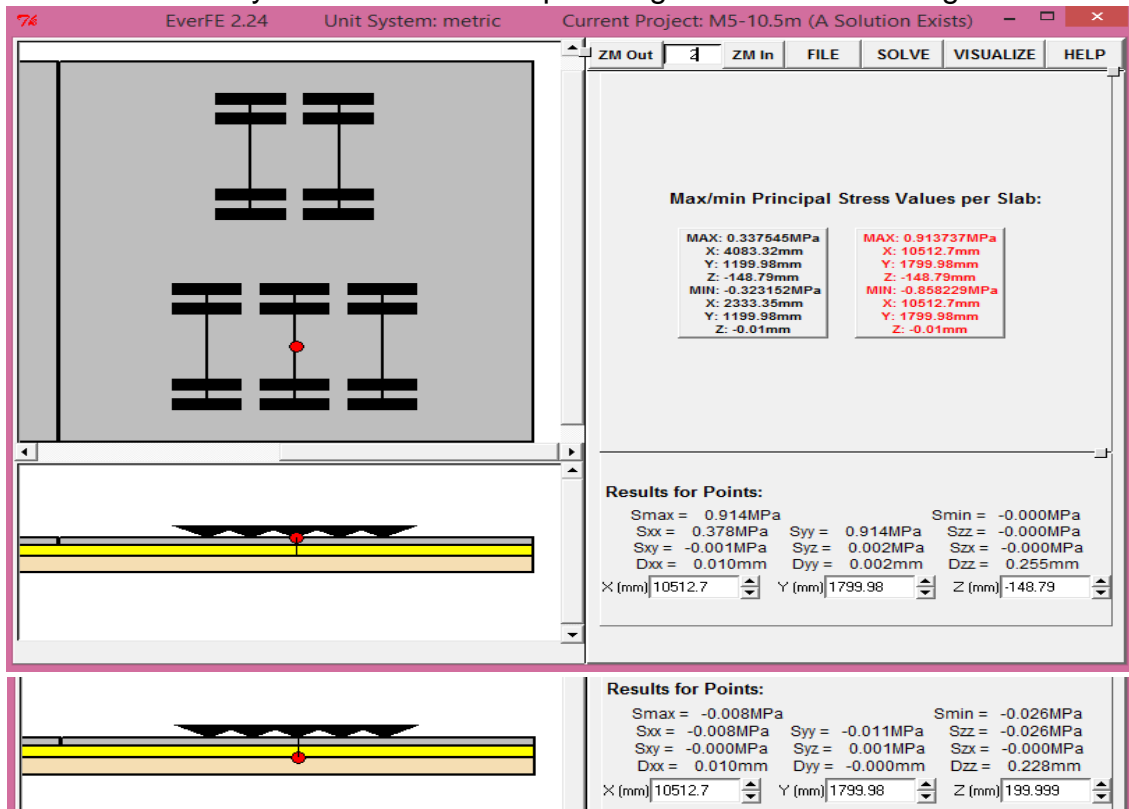


## A 10.5 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

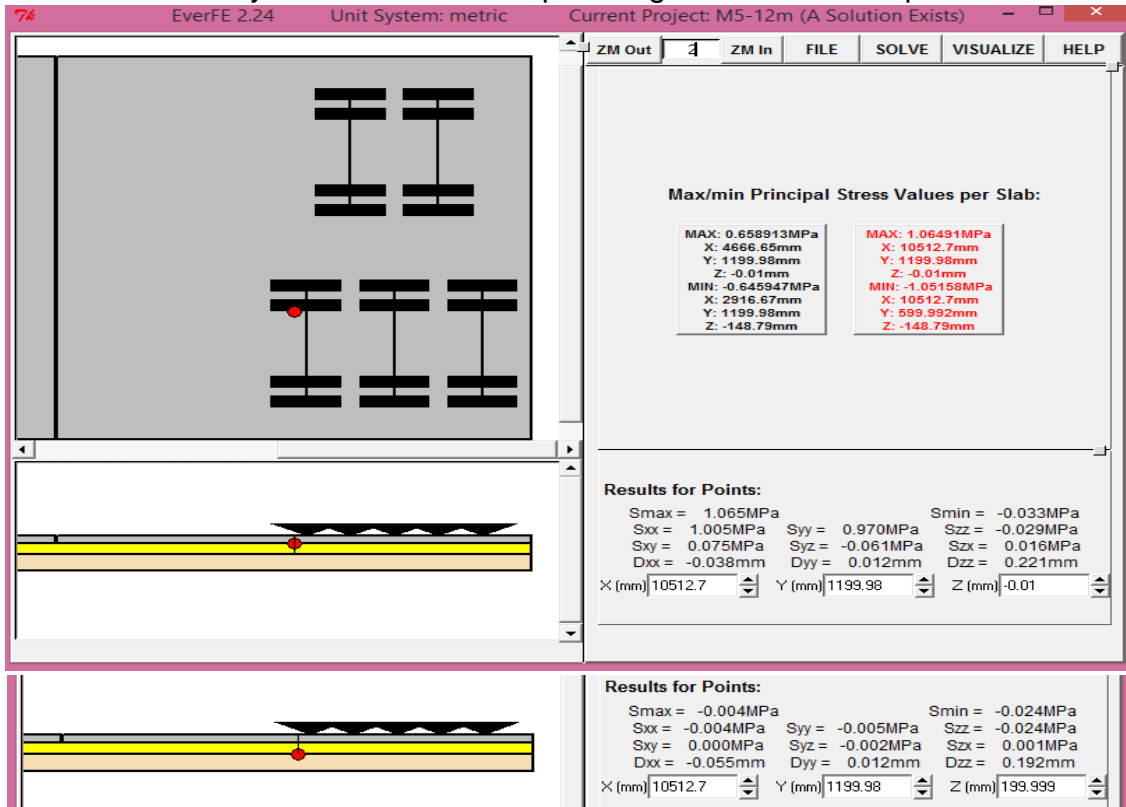


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

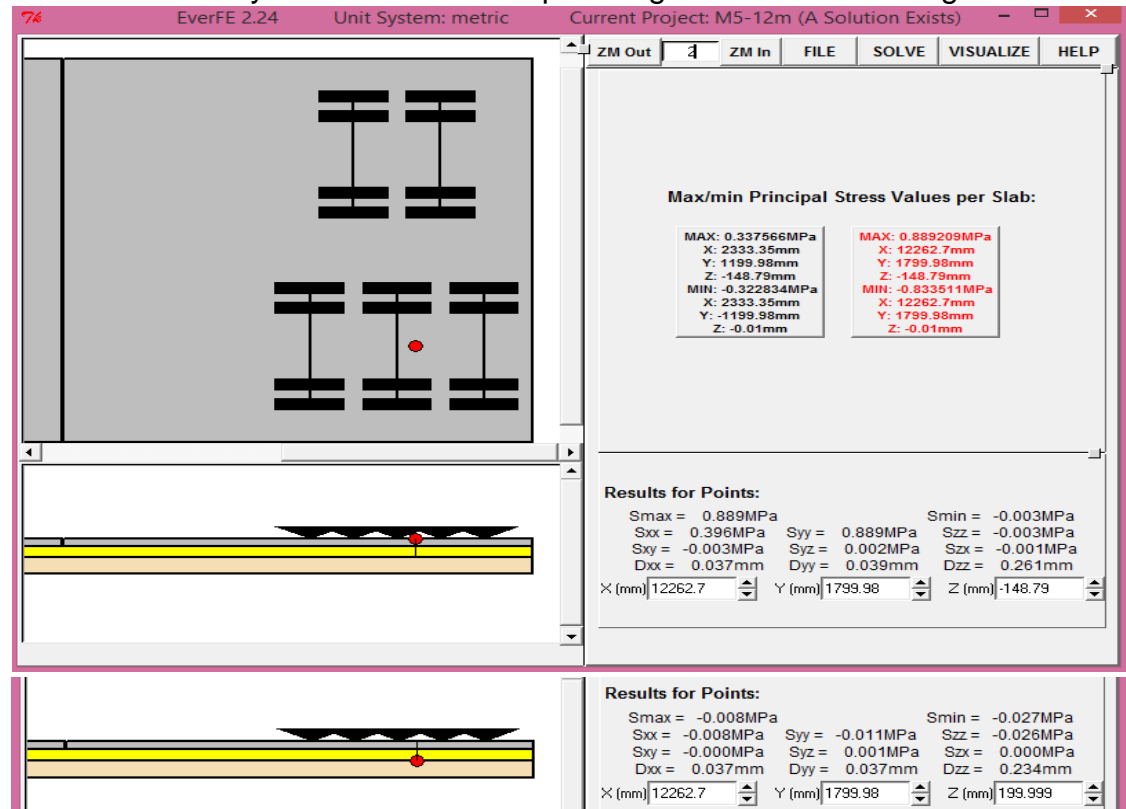


## A 12 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.



- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

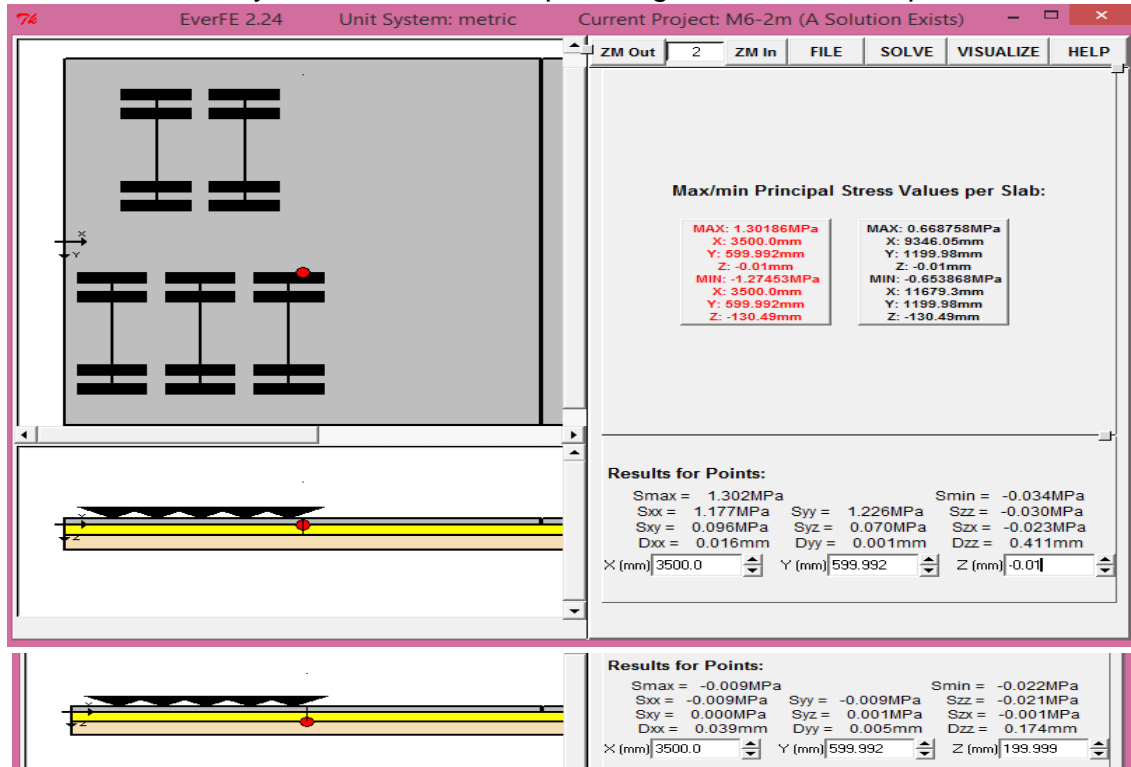




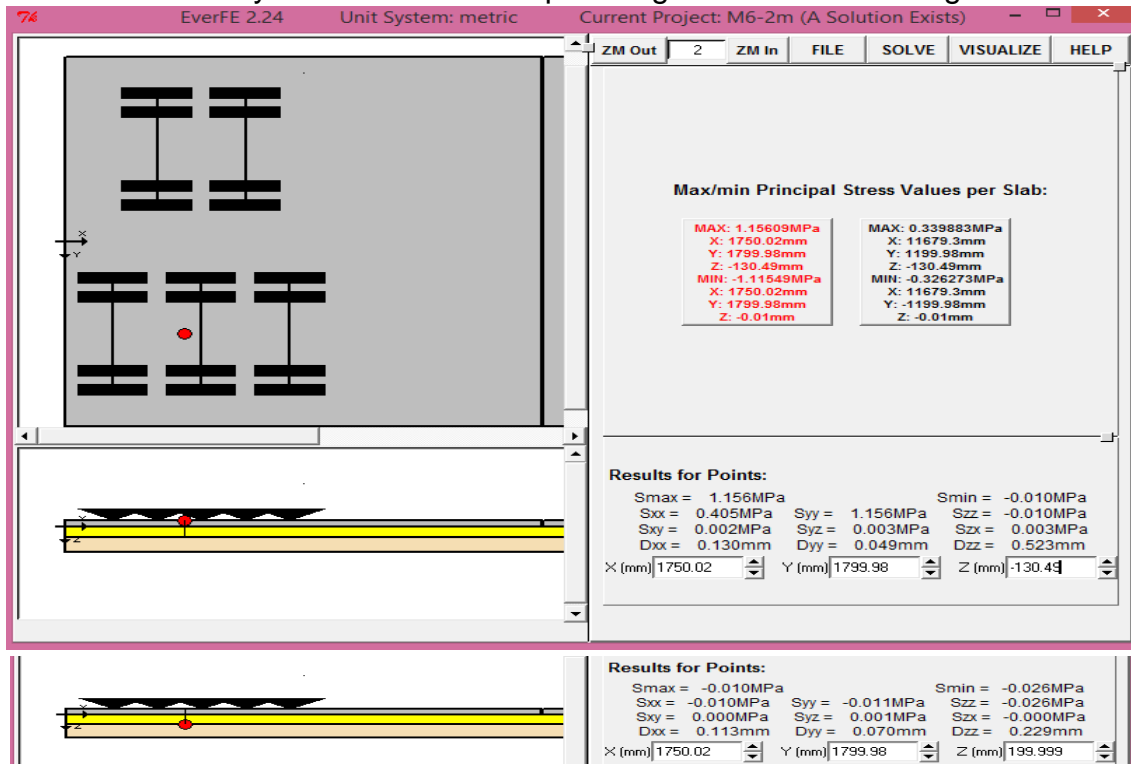
# MUESTRA 06 de 7.00x7.20m

A 2 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

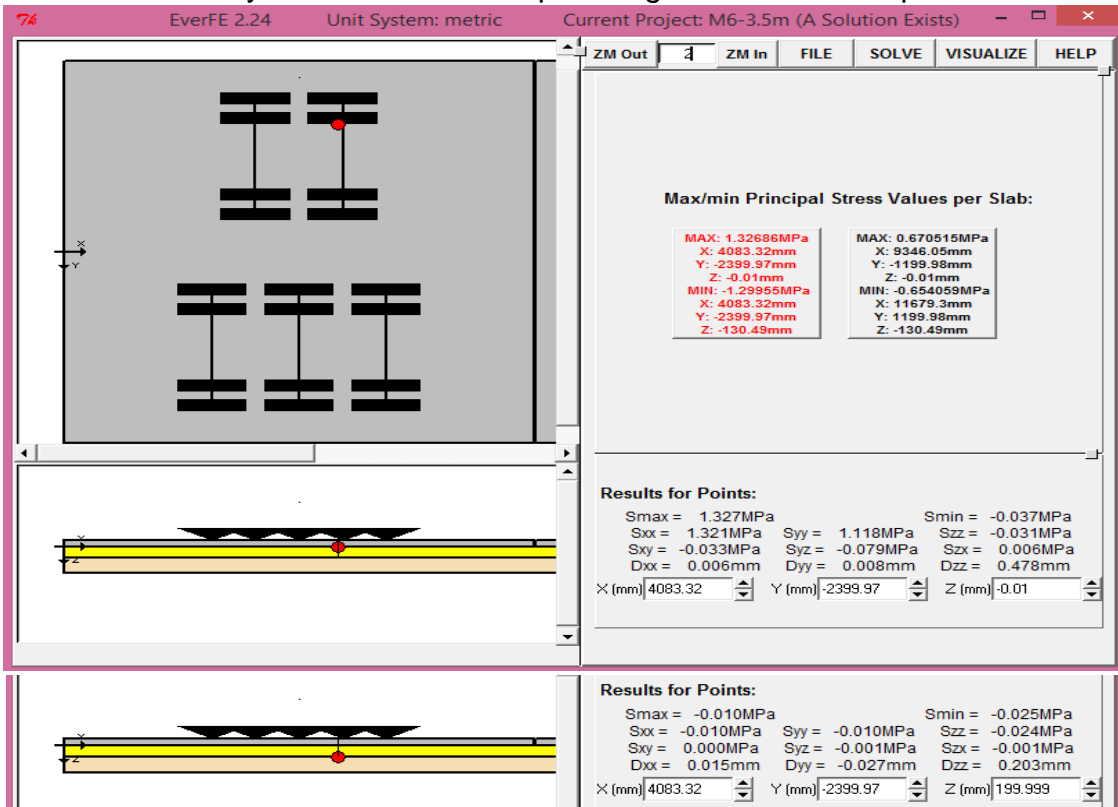


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

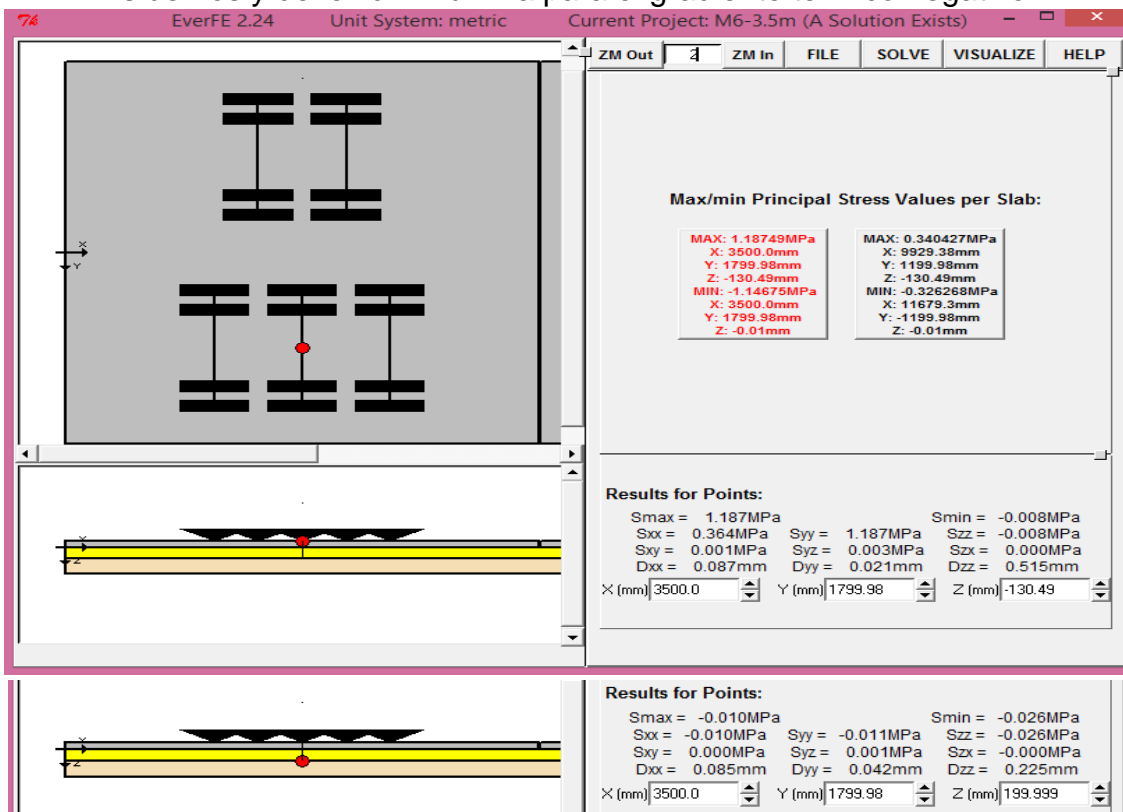


### A 3.5 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

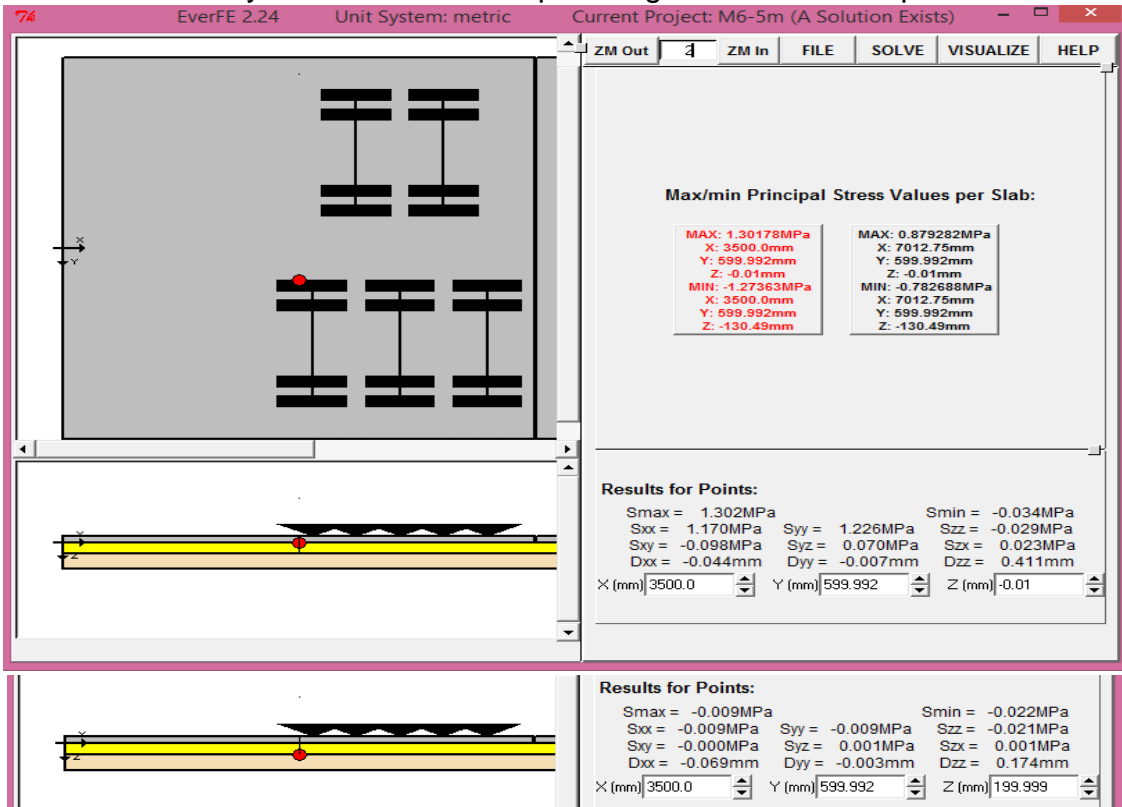


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

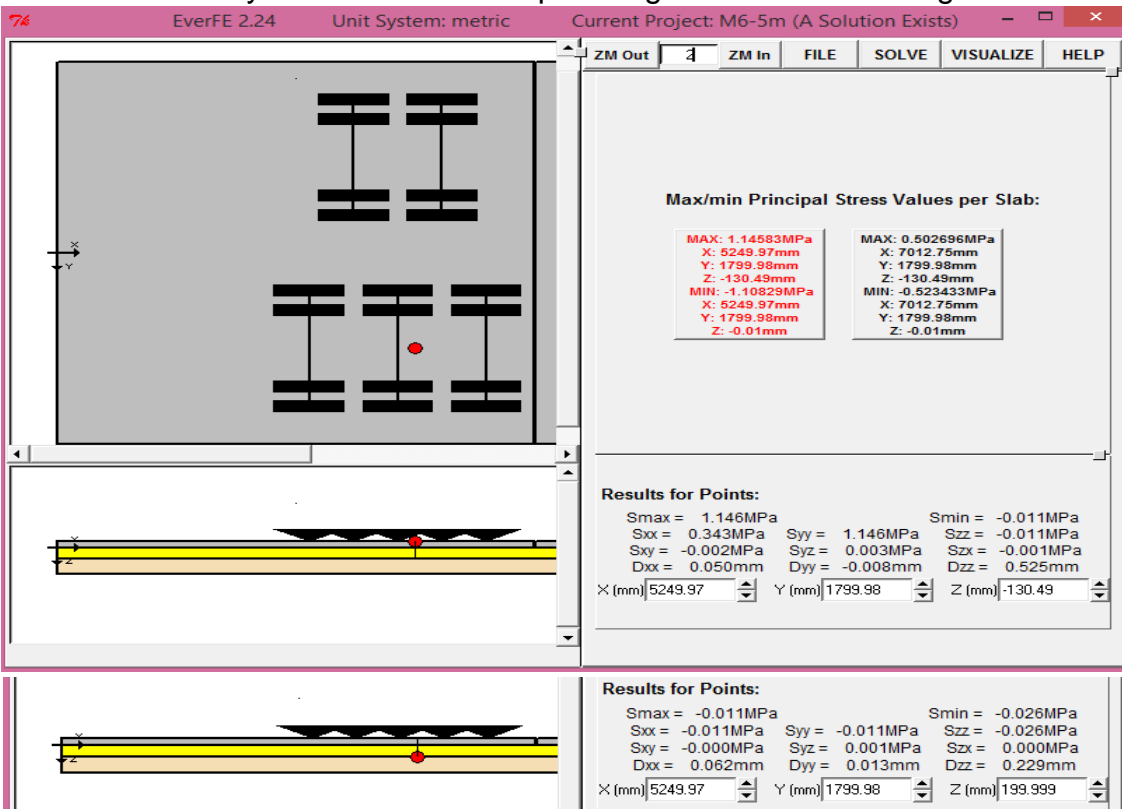


## A 5 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

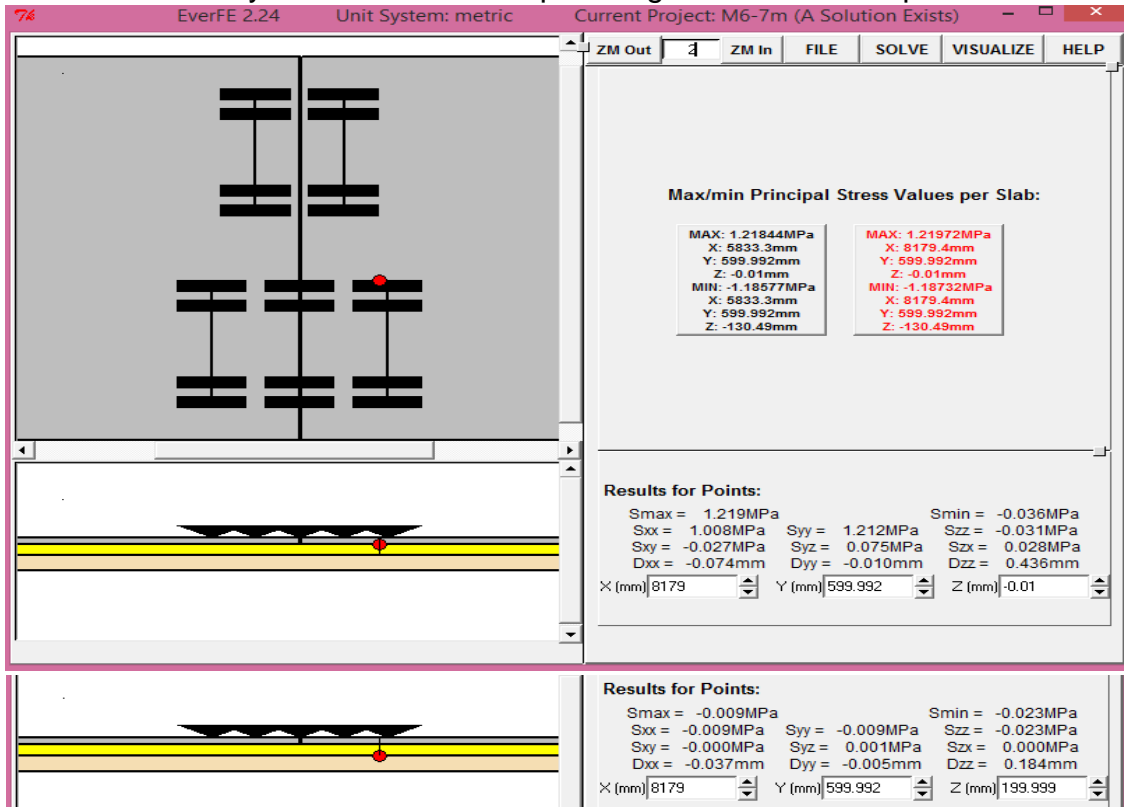


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

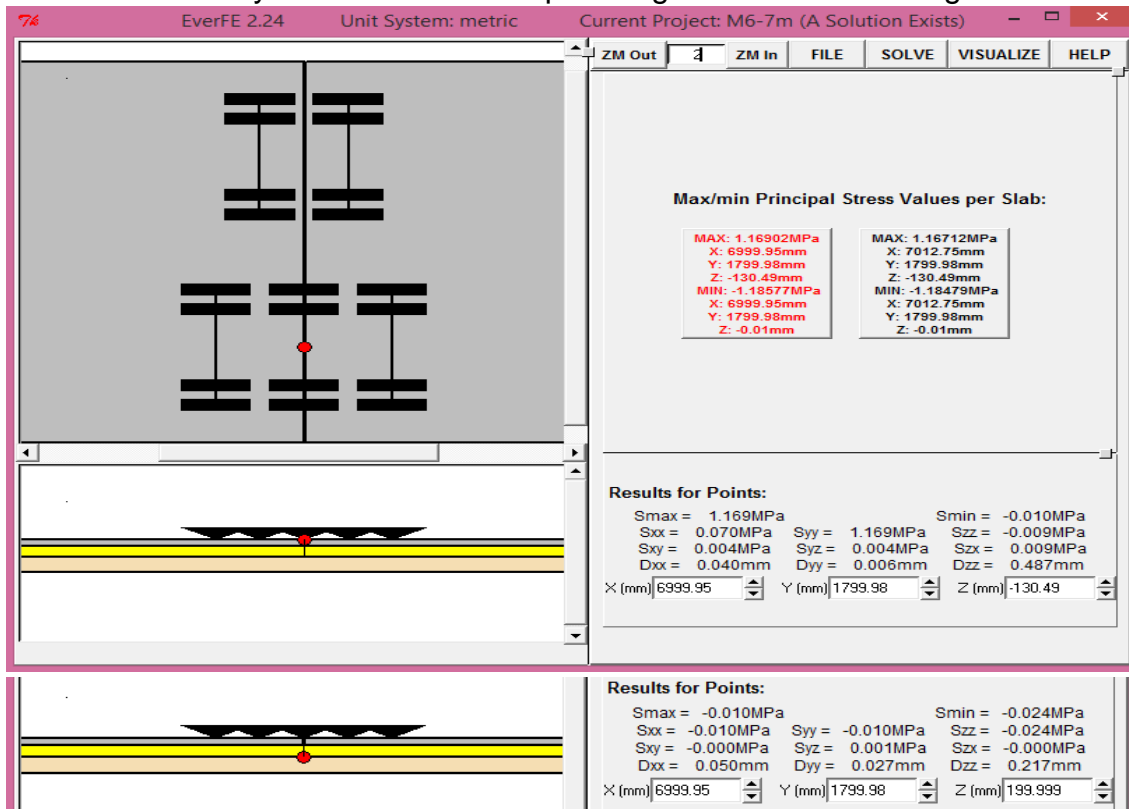


## A 7 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

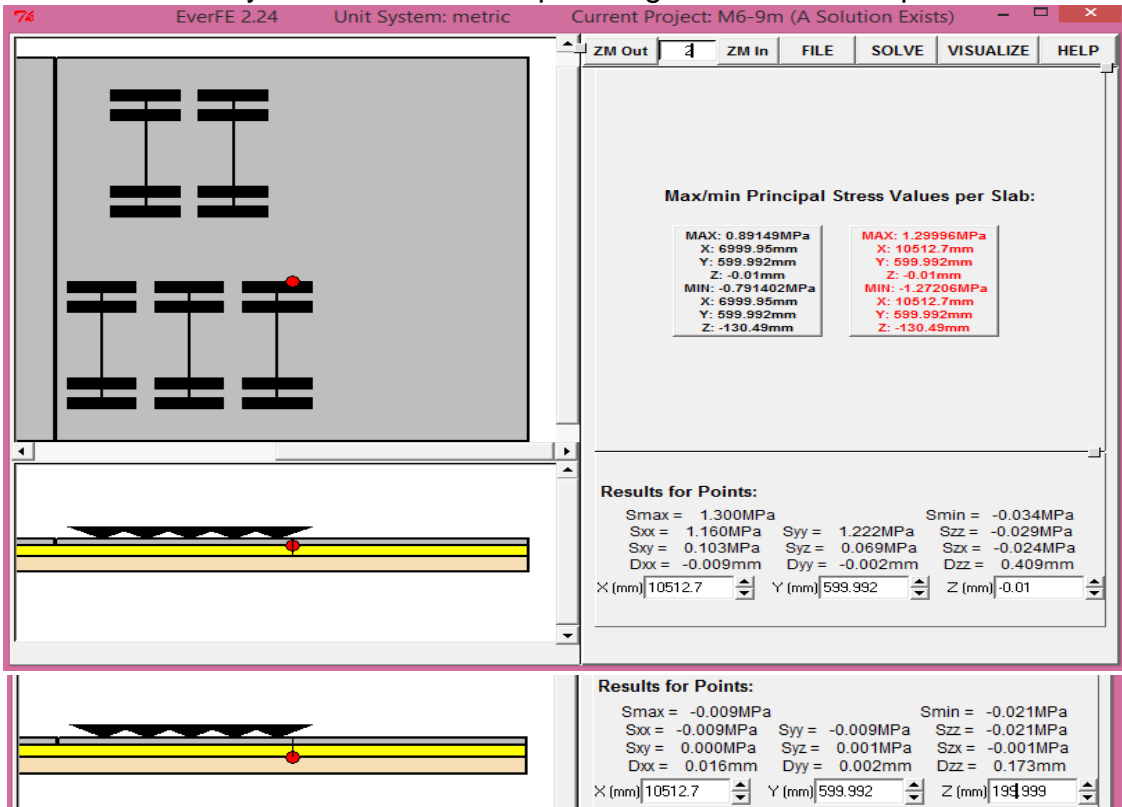


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

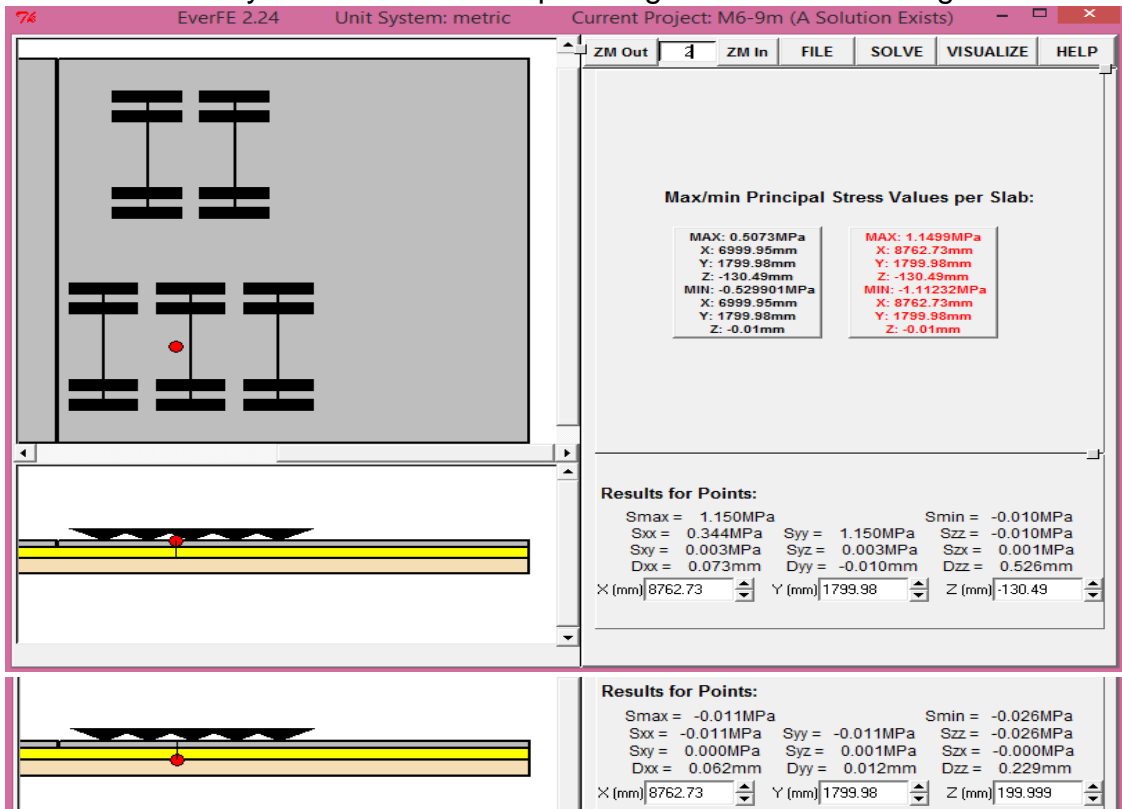


## A 9 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

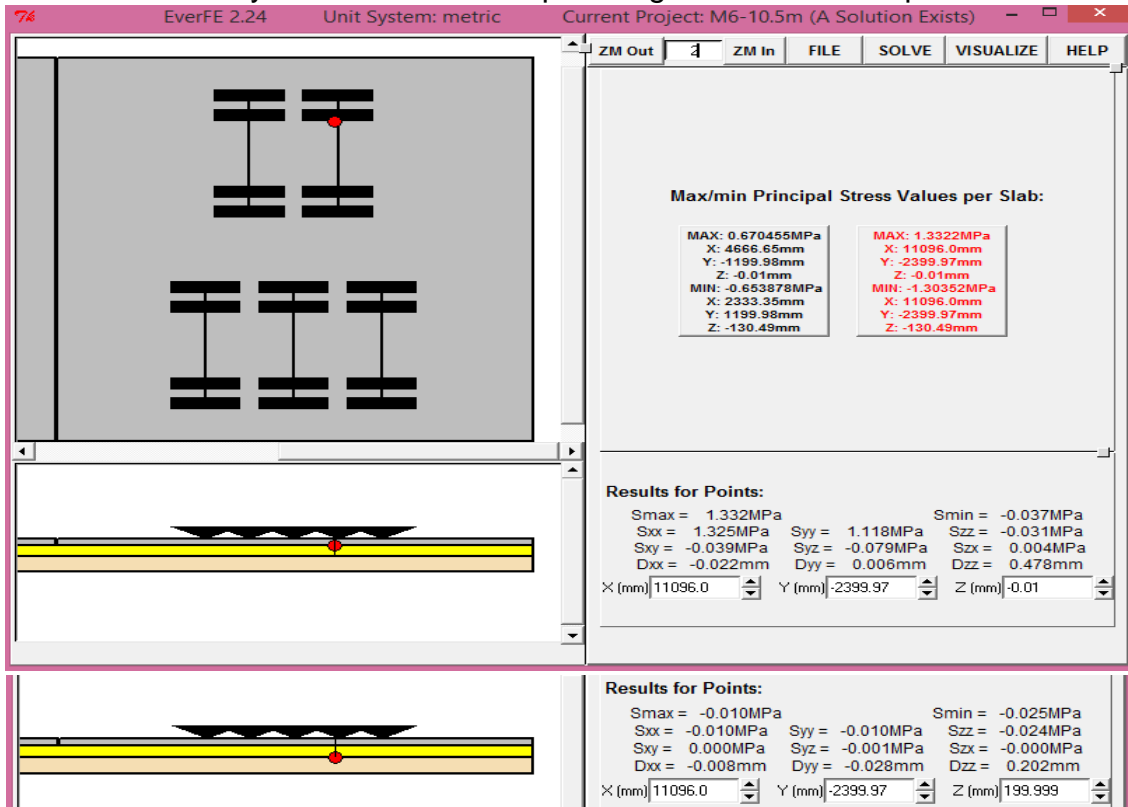


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

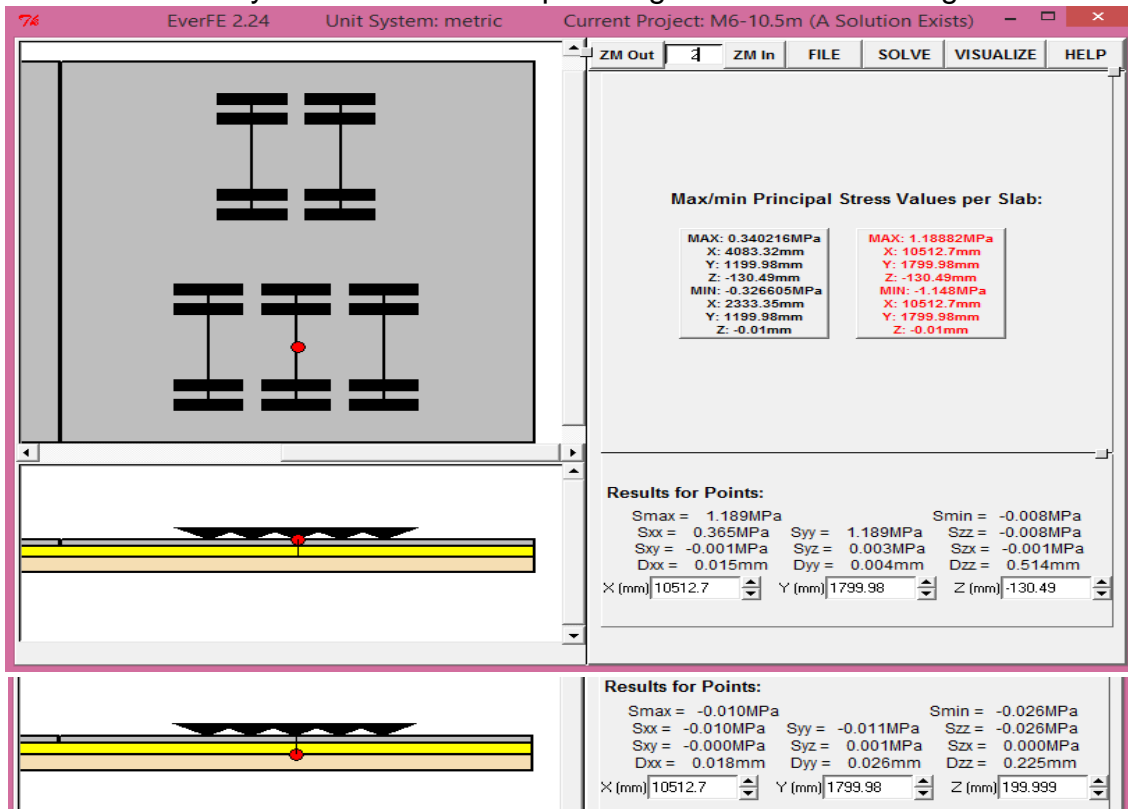


## A 10.5 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

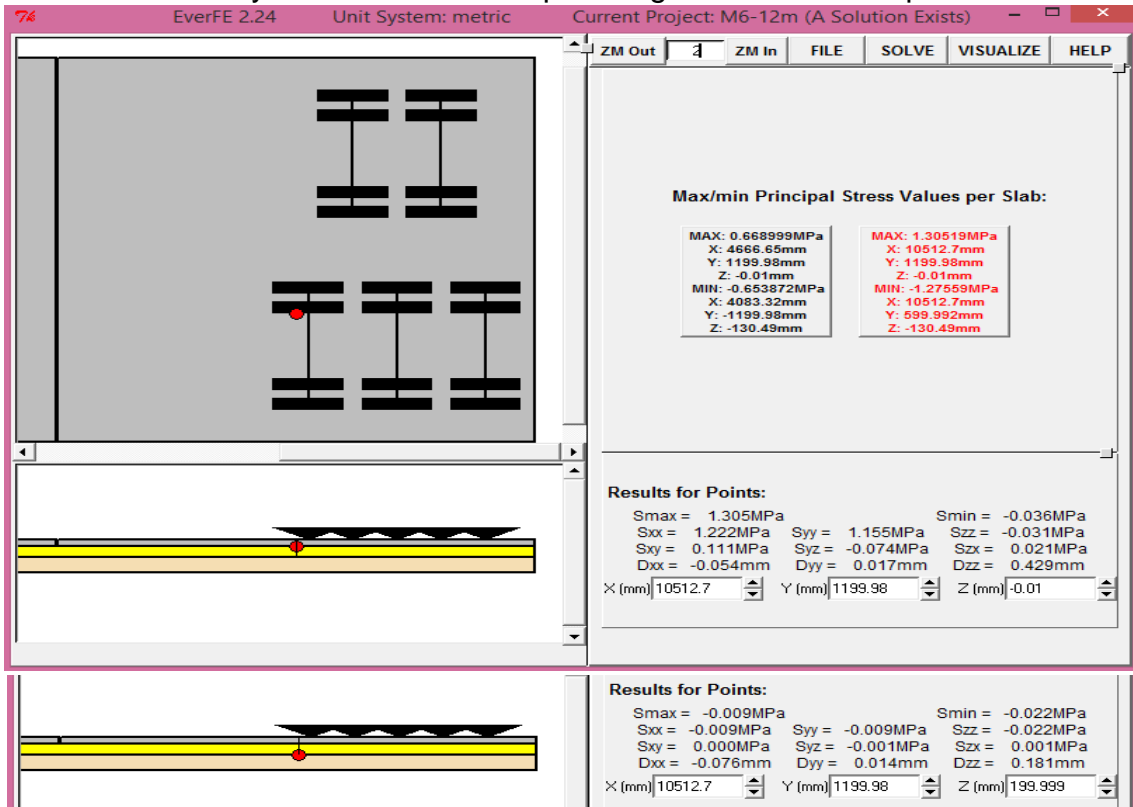


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

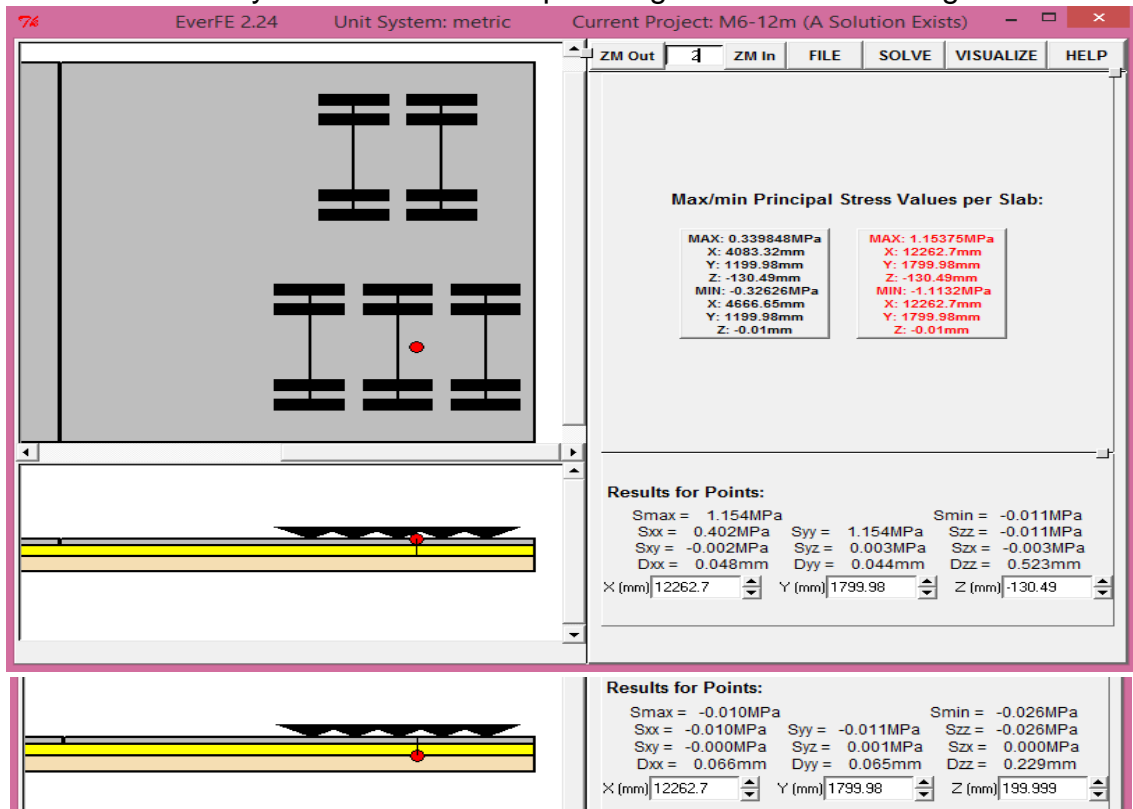


## A 12 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.



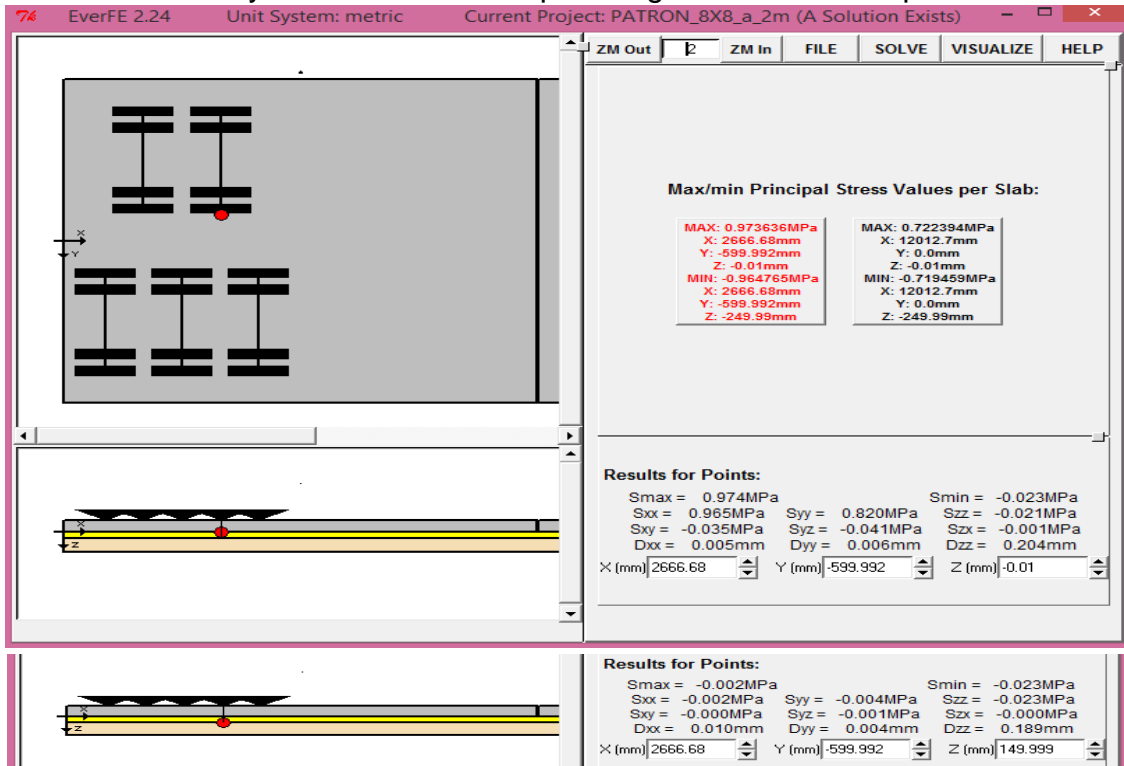
- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.



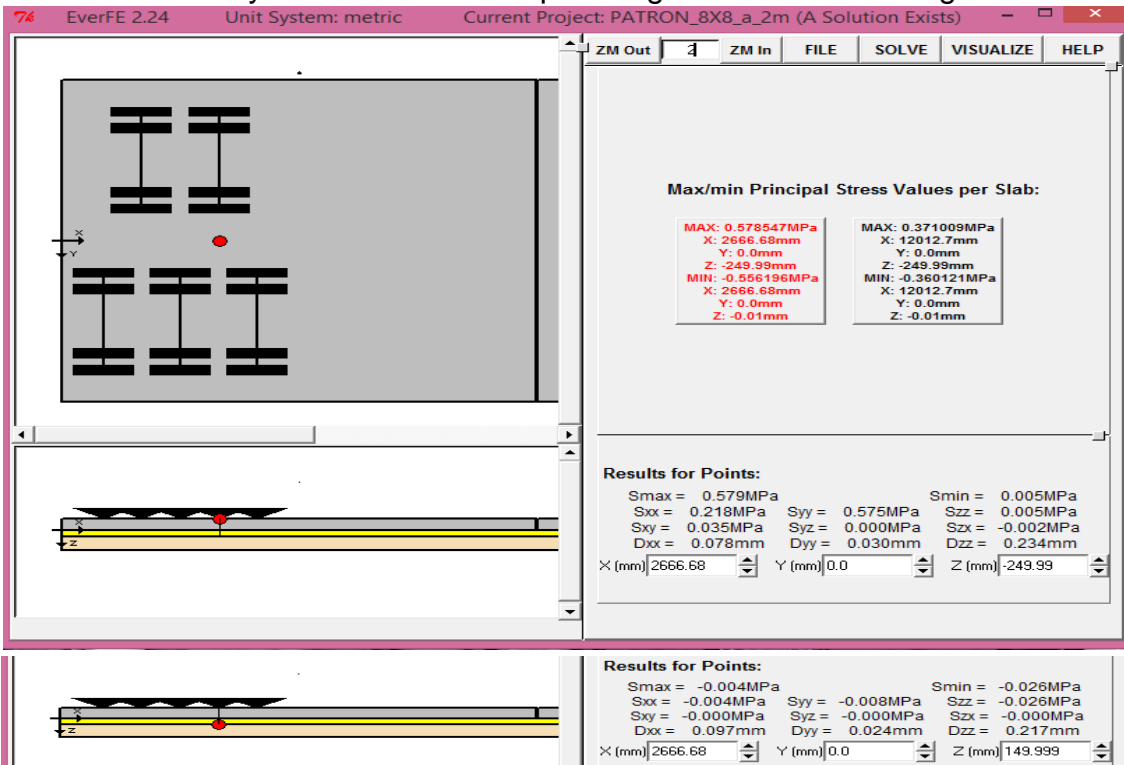
# PATRON 8.00x7.20m

## A 2 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.



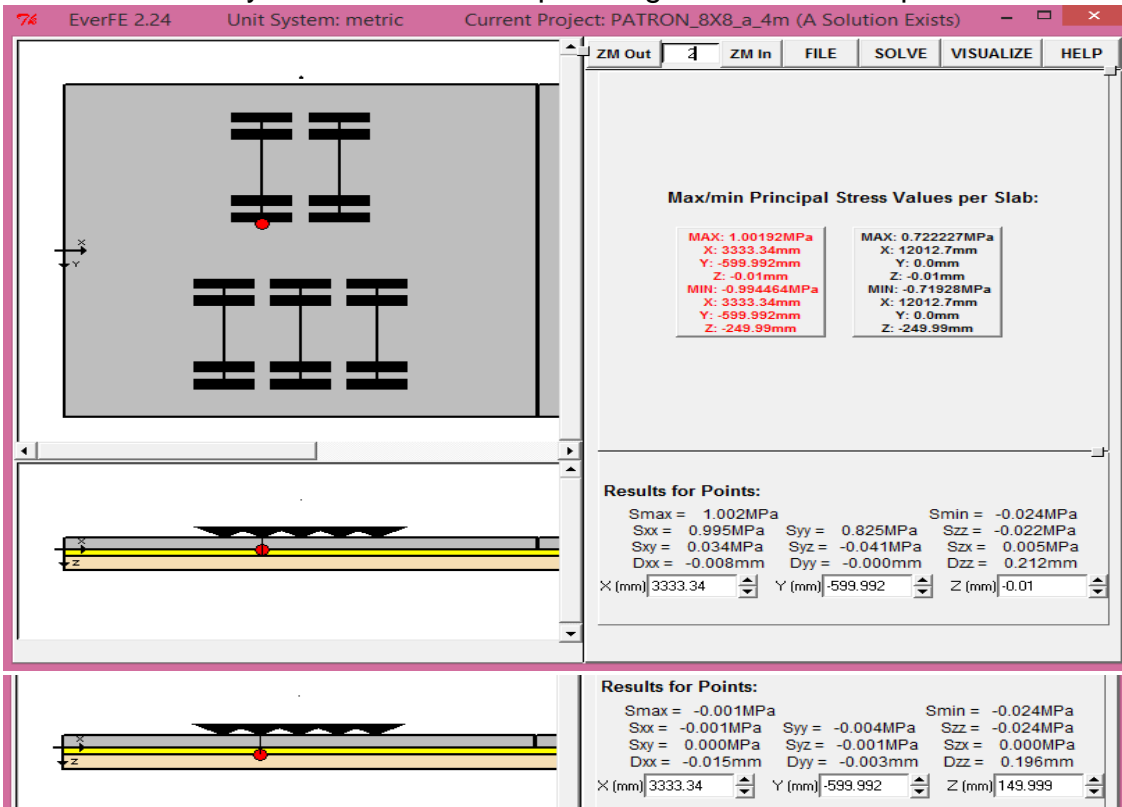
- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.



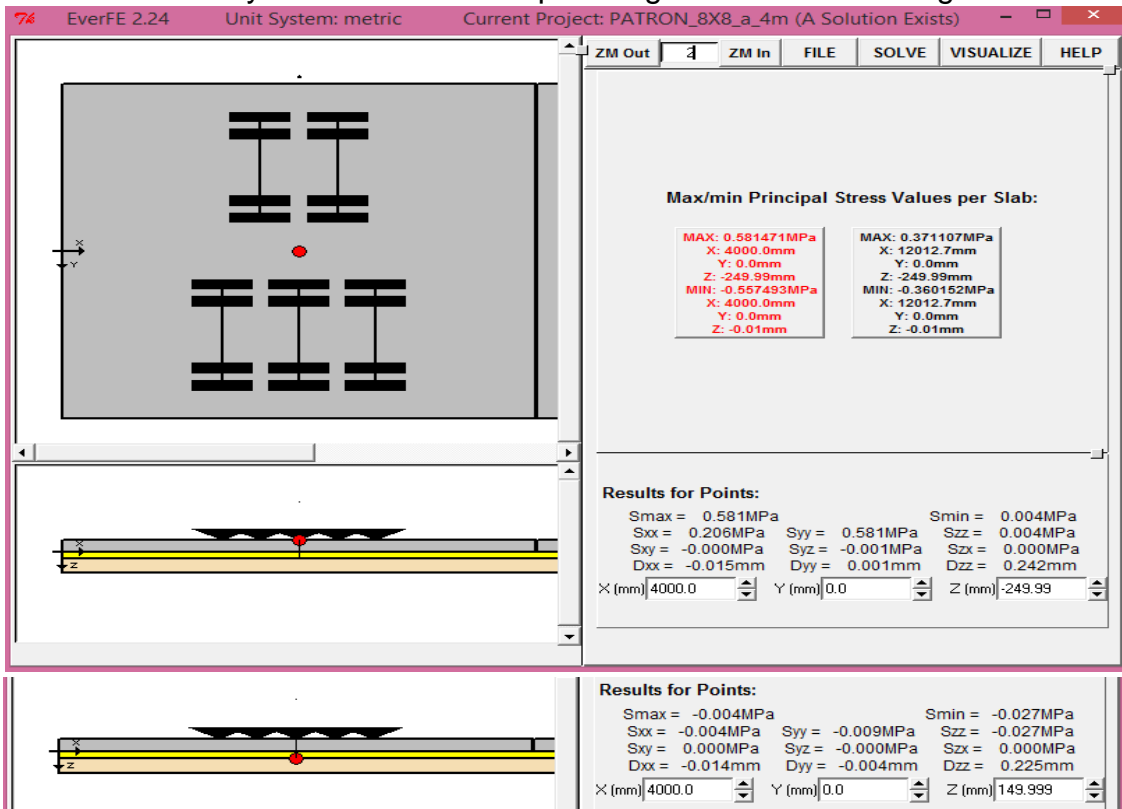


## A 4 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

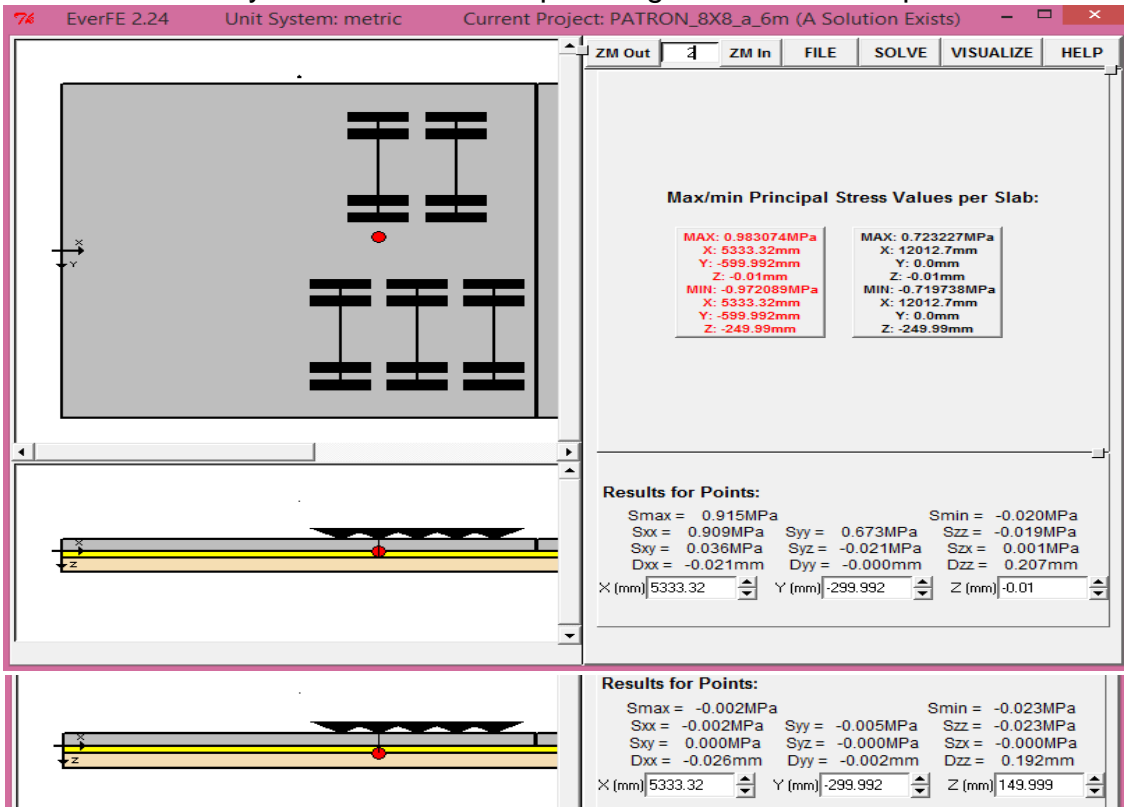


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

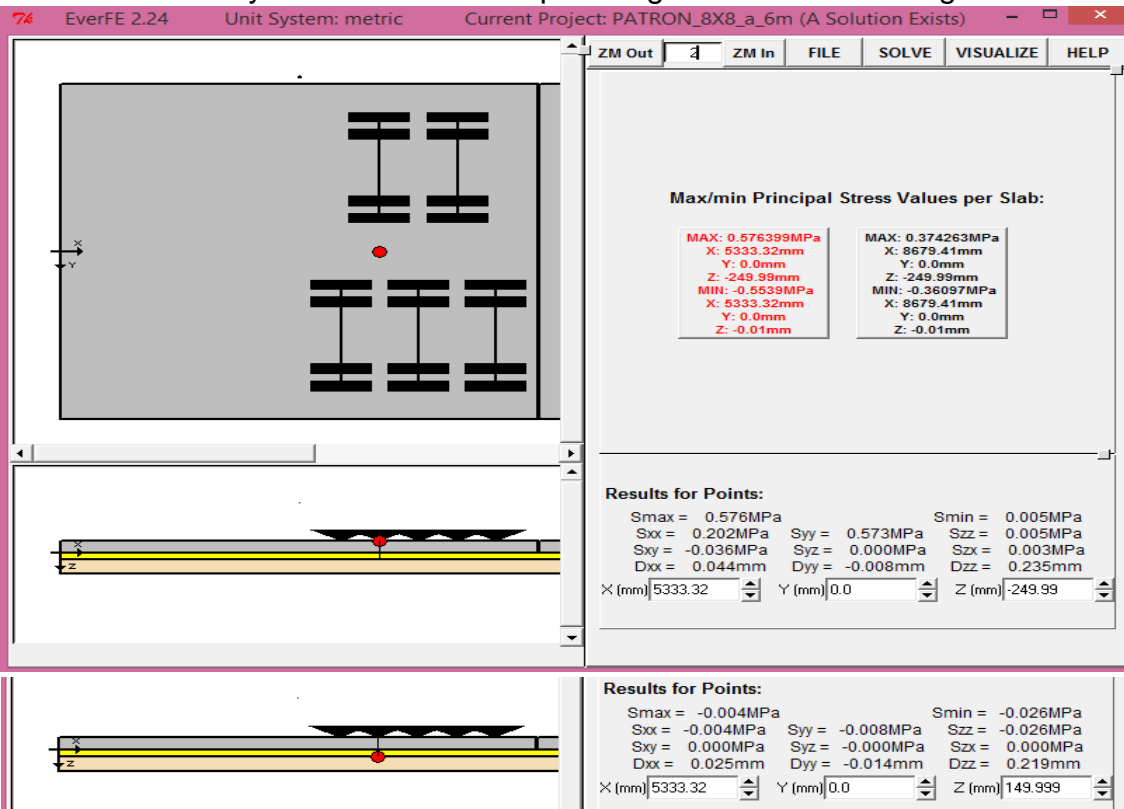


## A 6 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

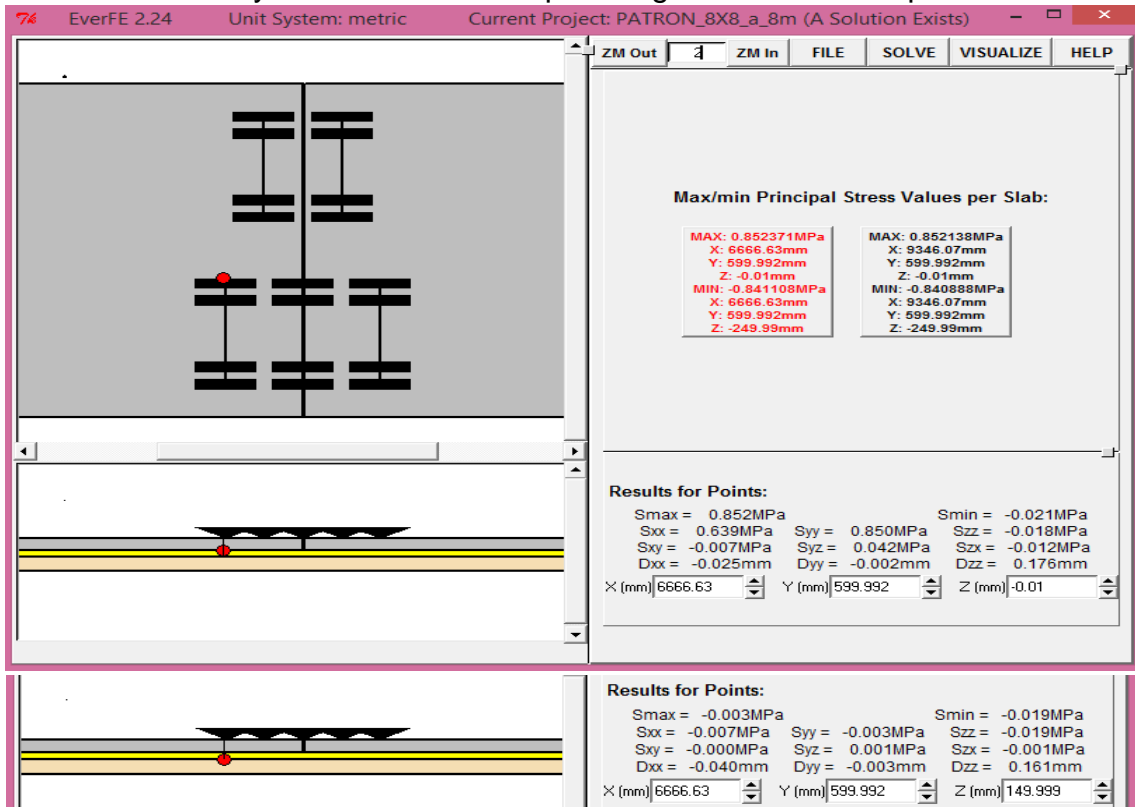


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

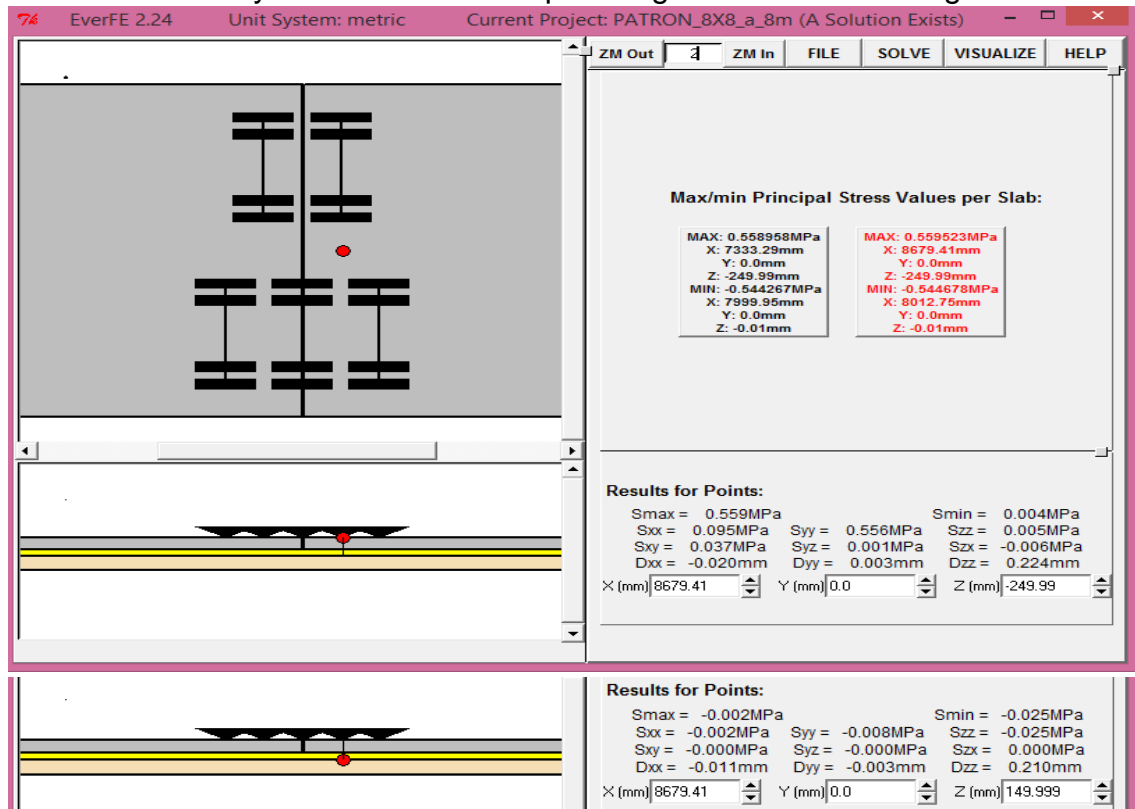


## A 8 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

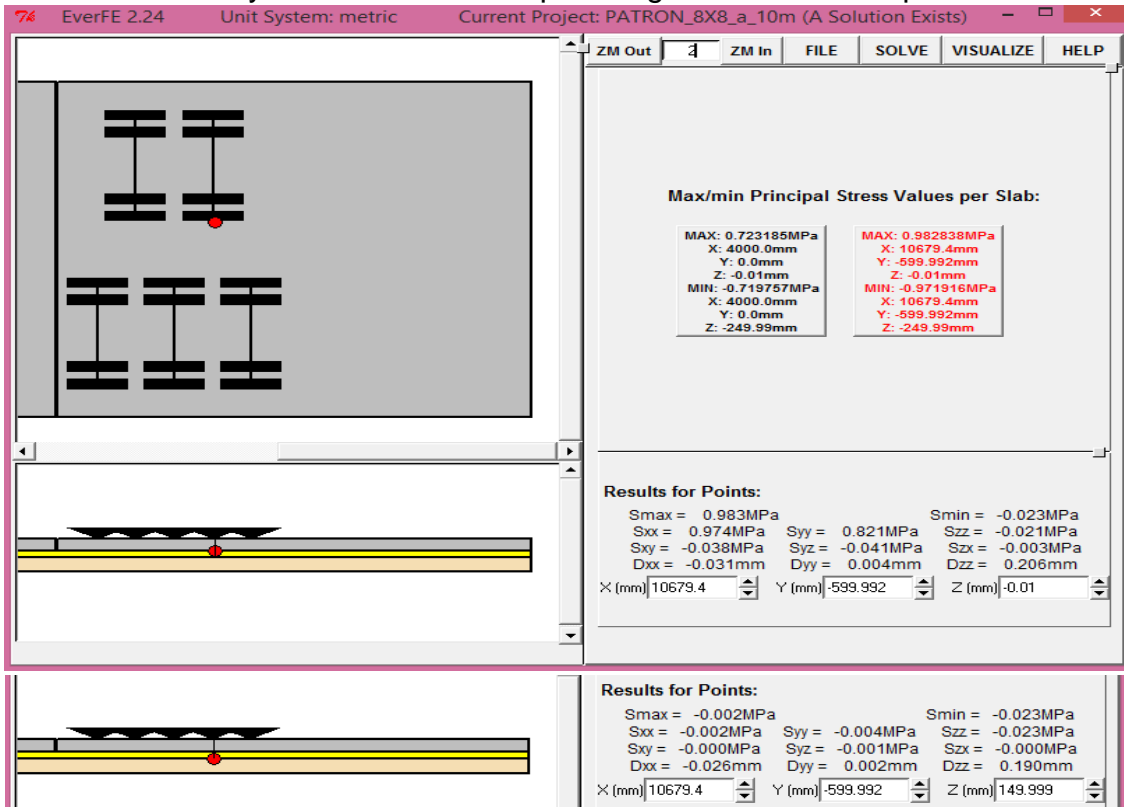


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

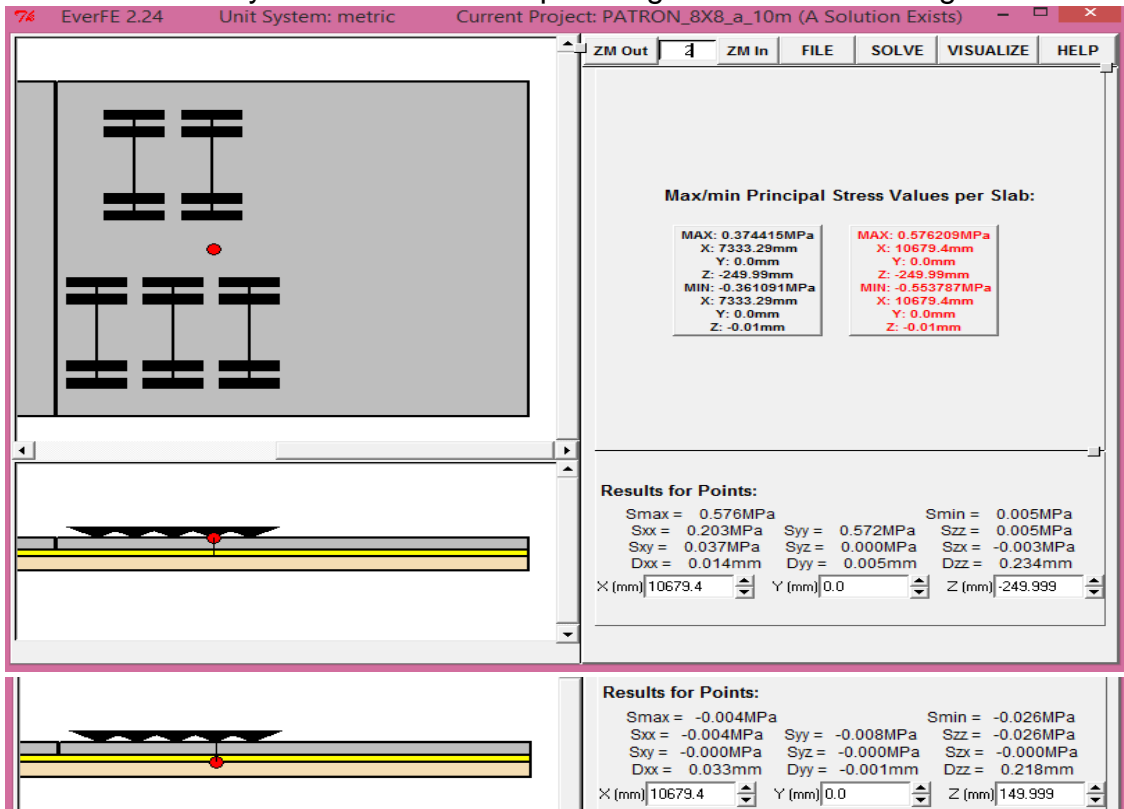


## A 10 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

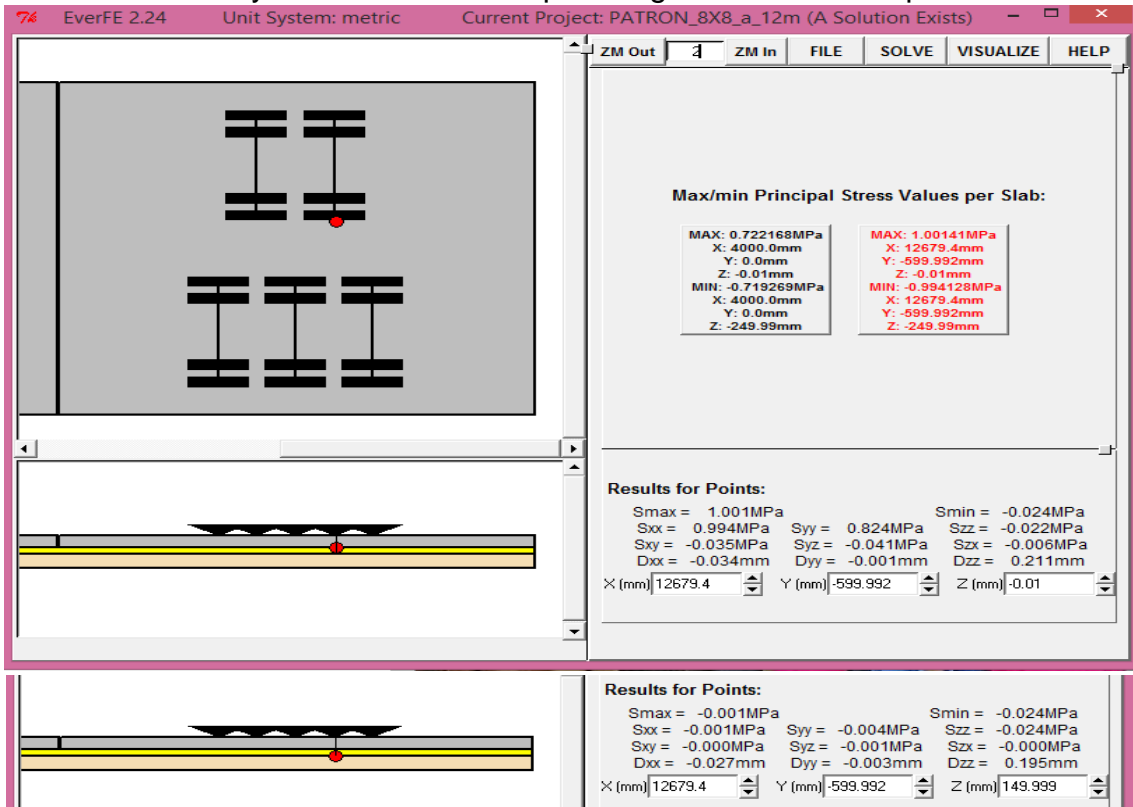


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

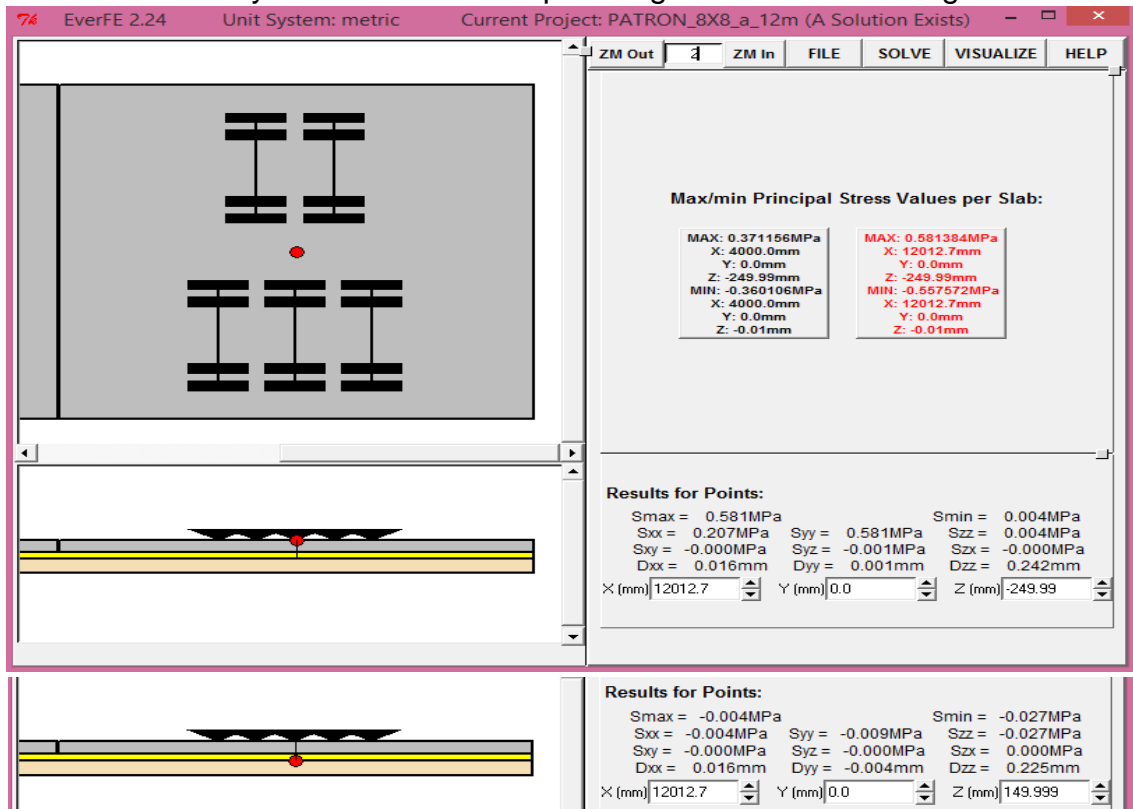


## A 12 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

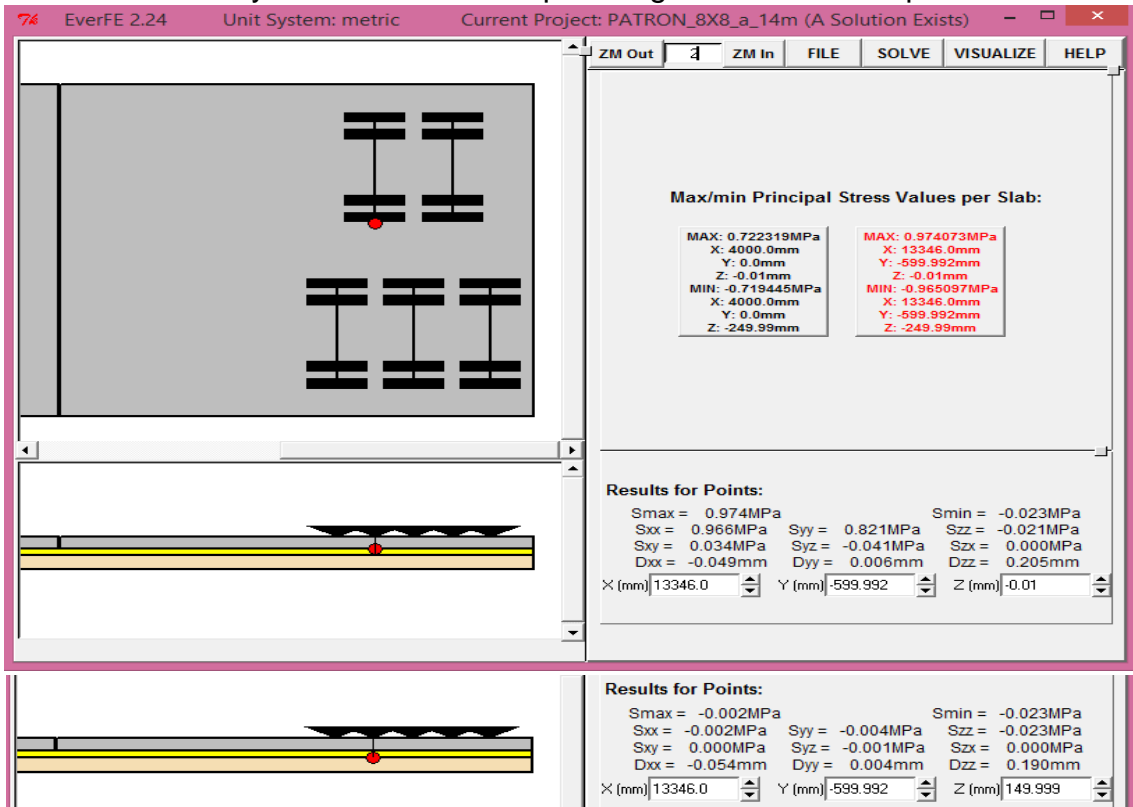


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

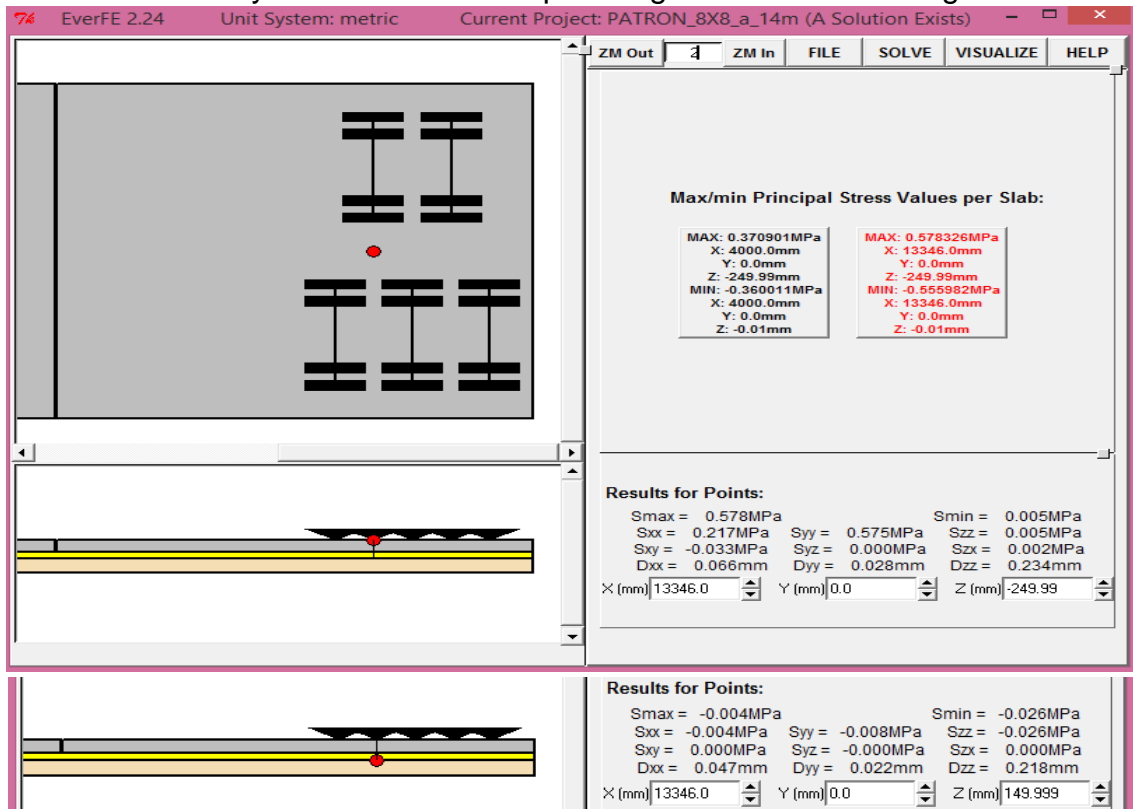


## A 14 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.



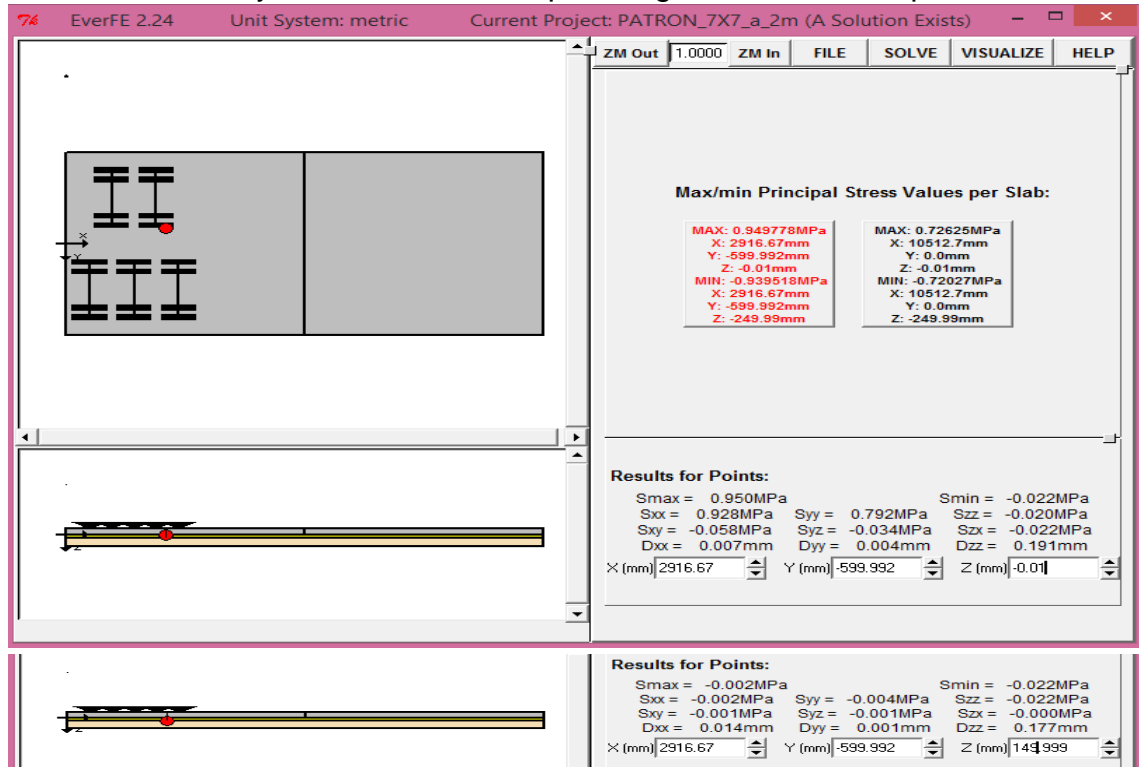
- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.



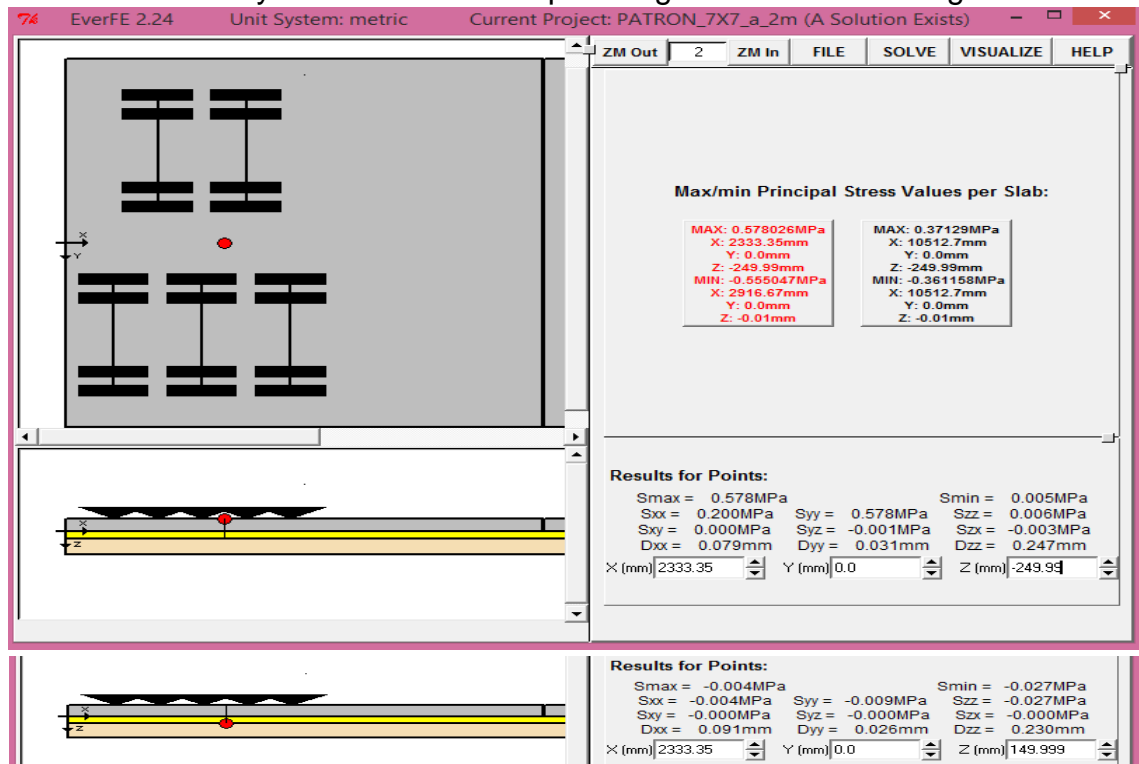
# PATRON de 7.00x7.20m

## A 2 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

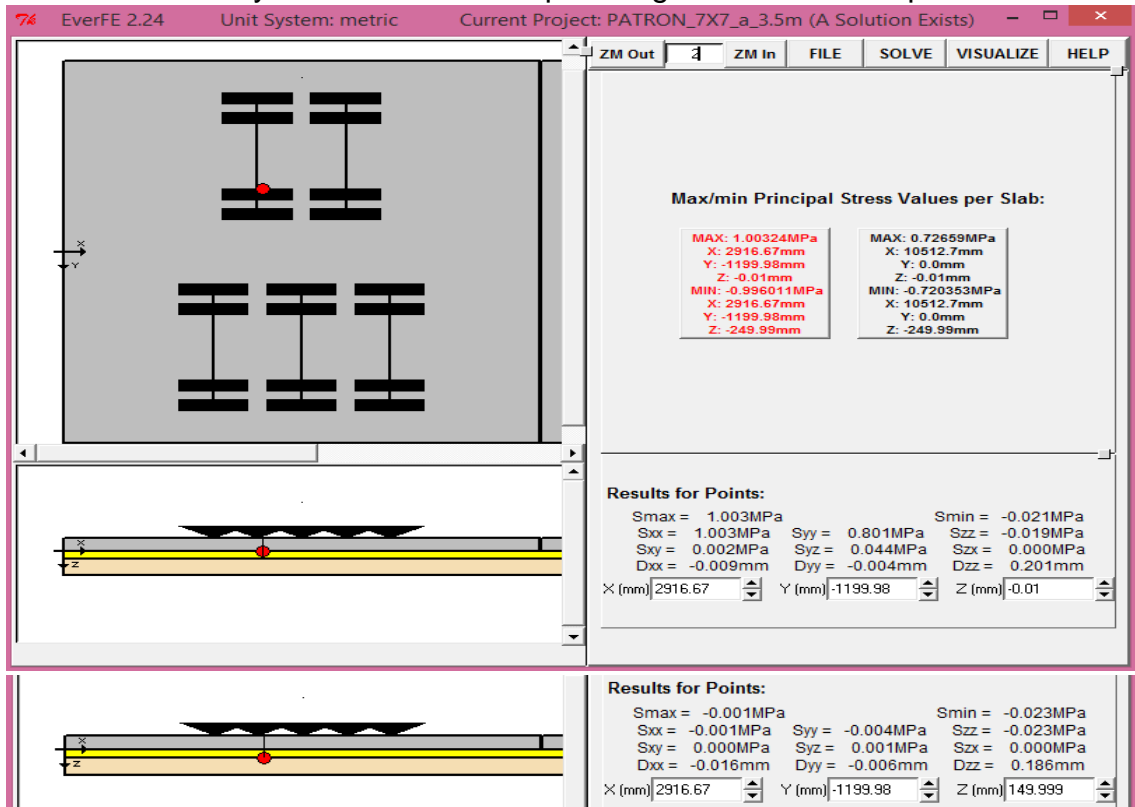


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

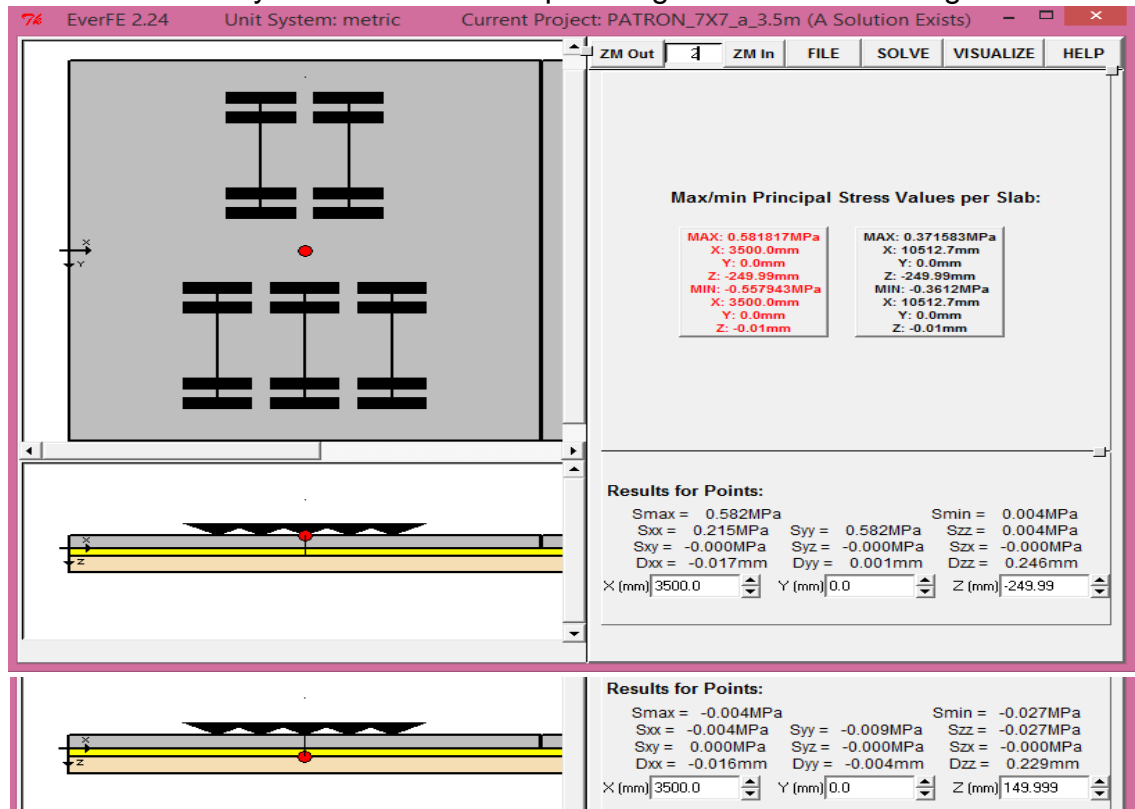


## A 3.5 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.



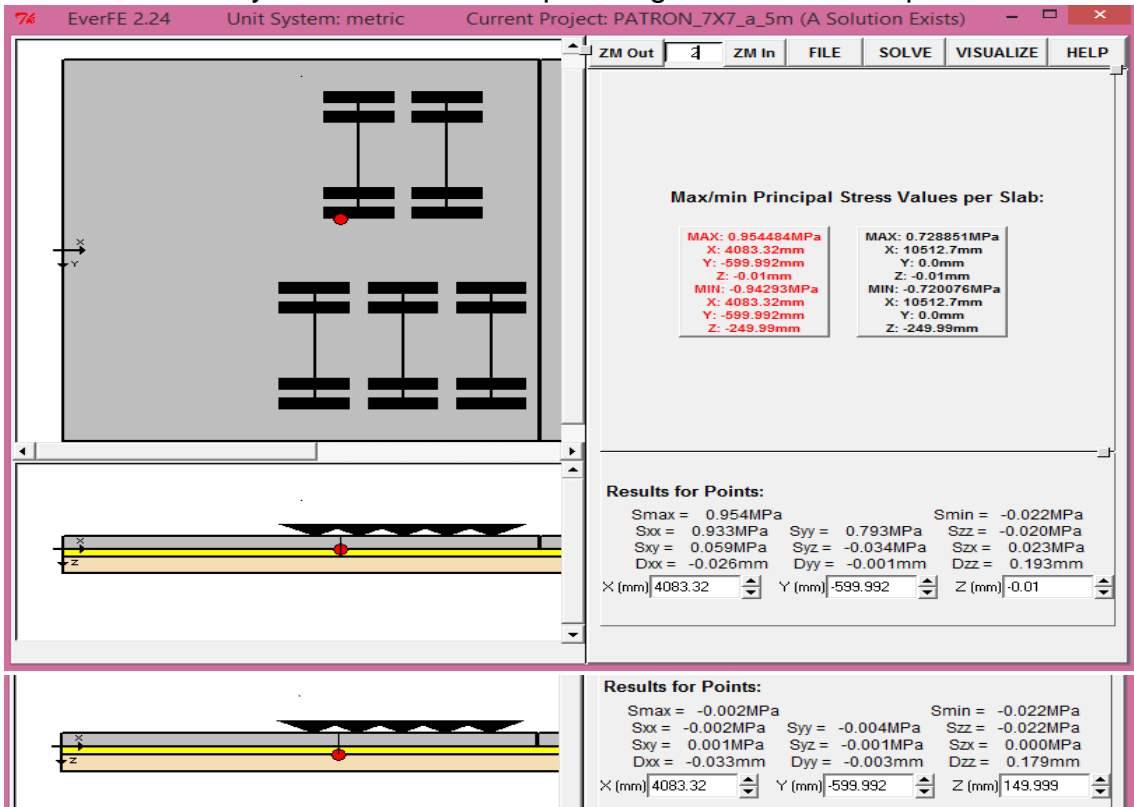
- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.



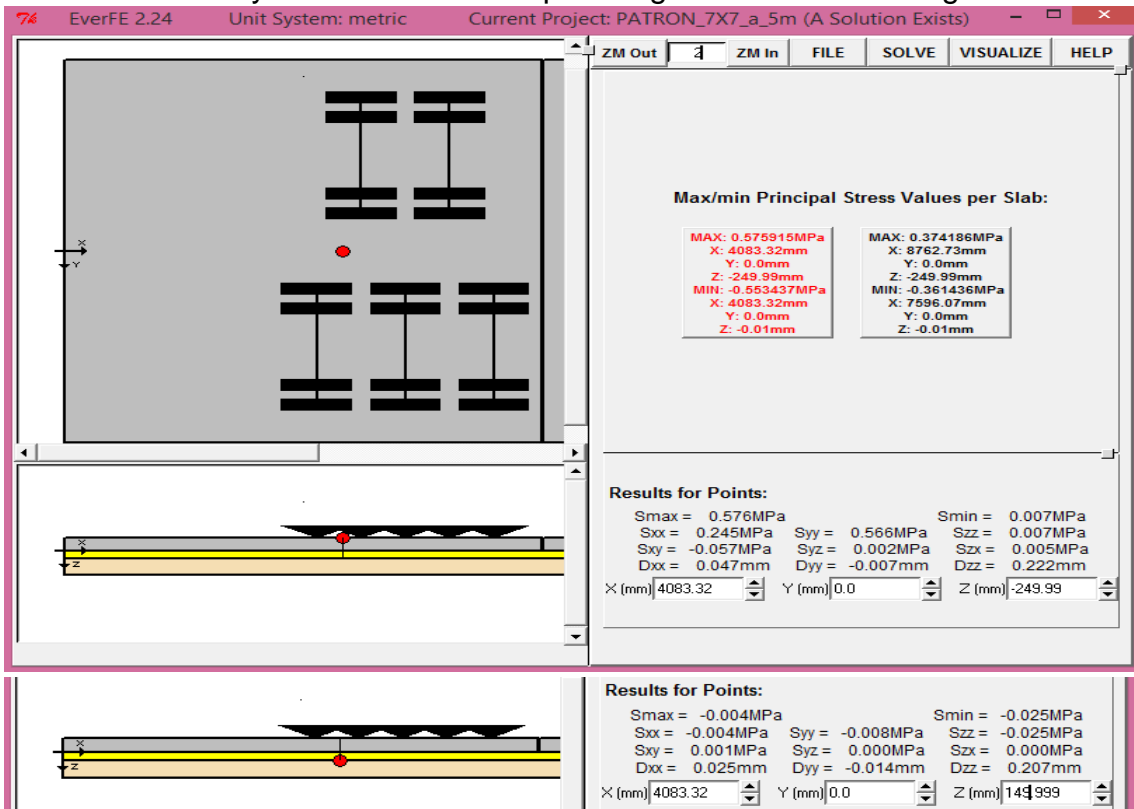


## A 5 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

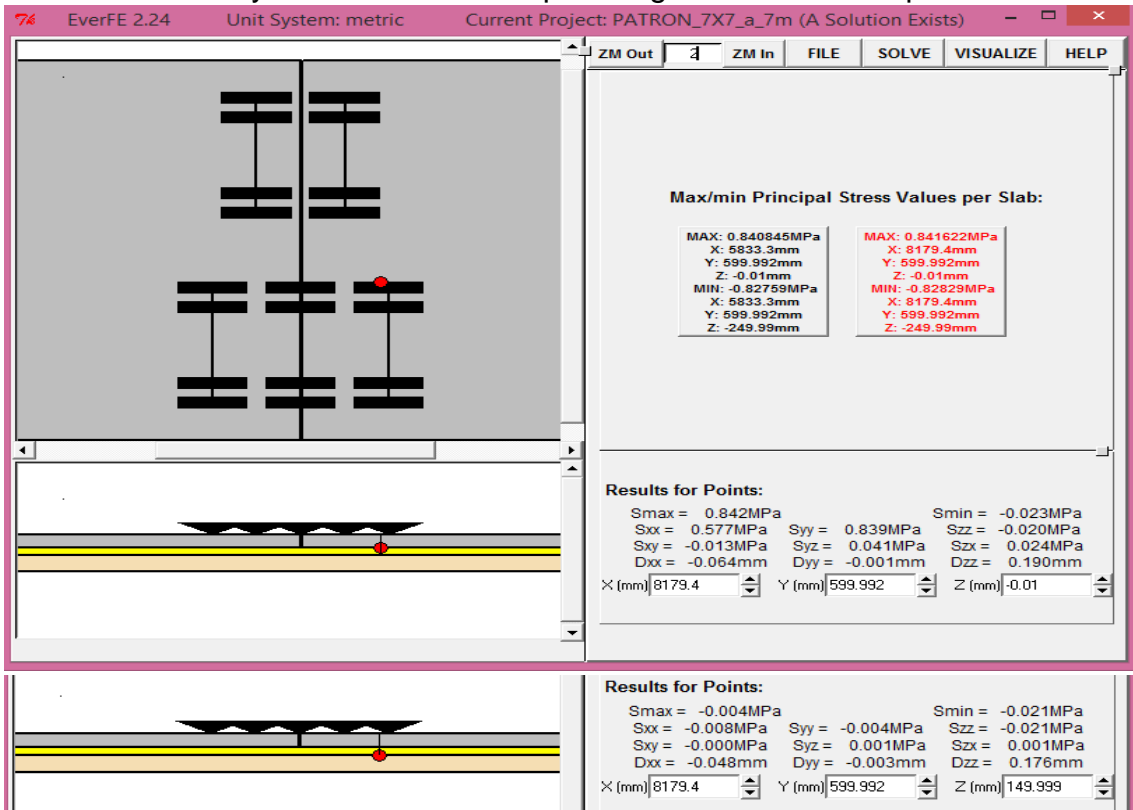


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

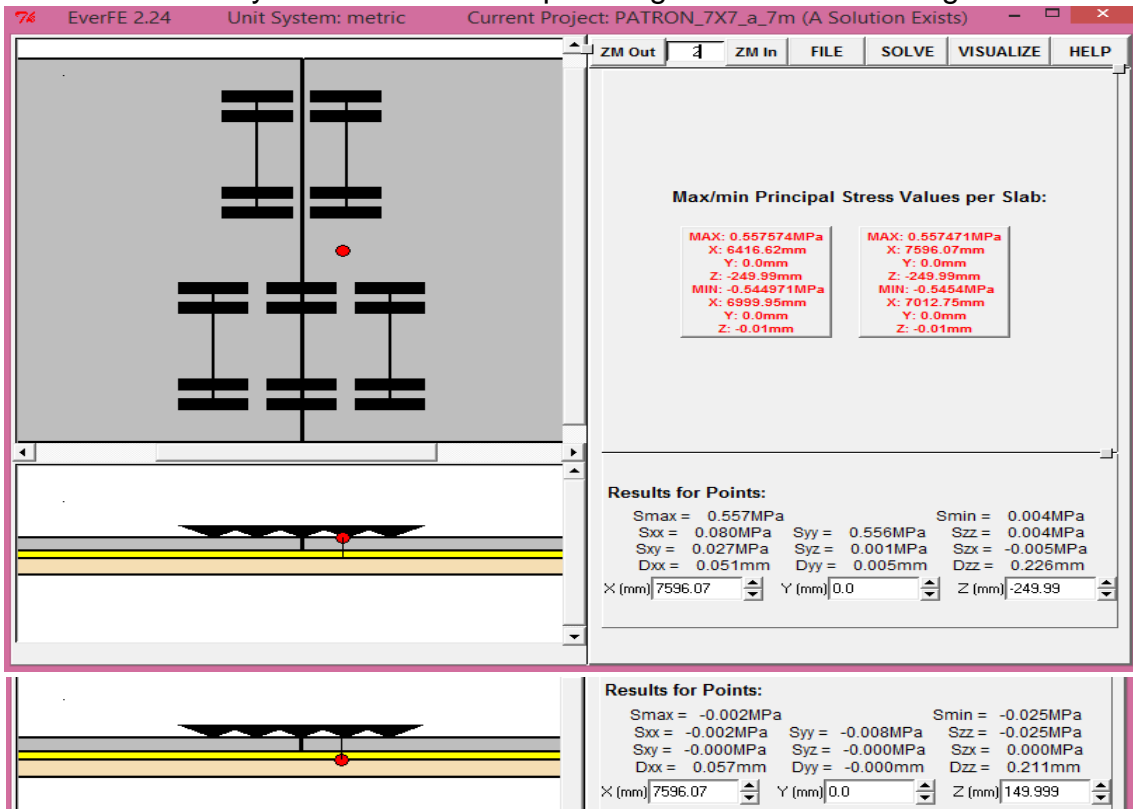


## A 7 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

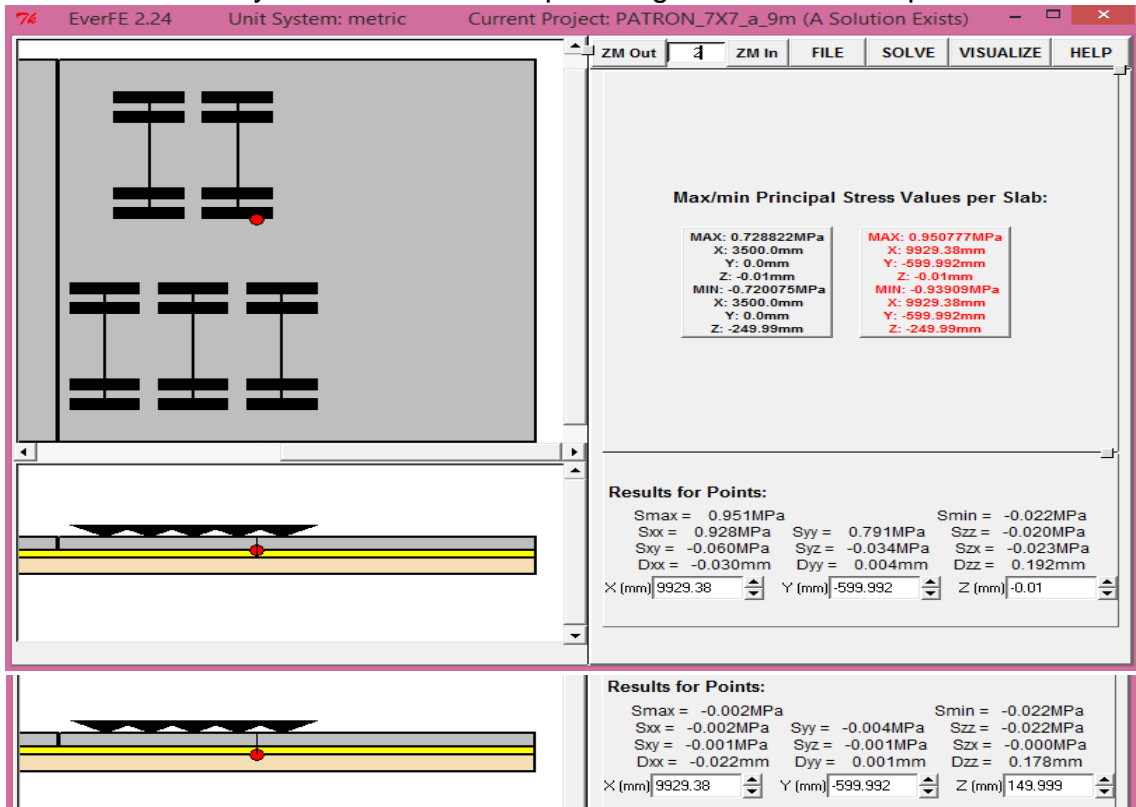


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

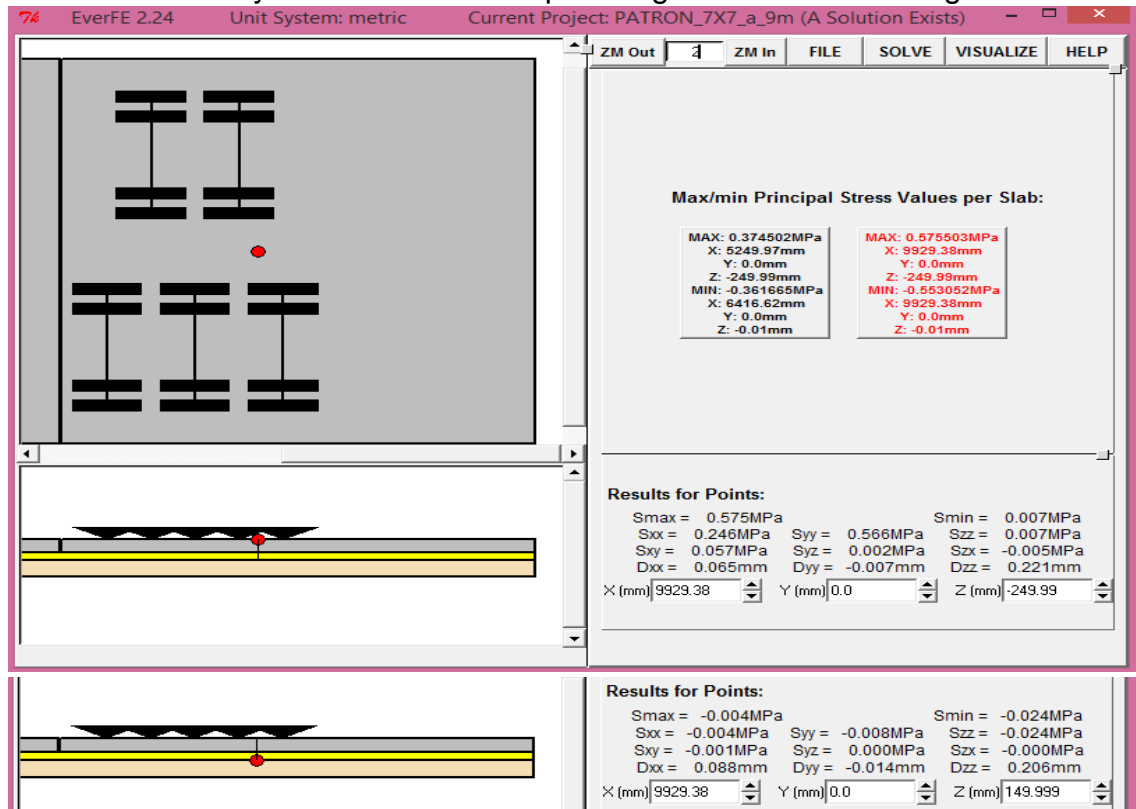


## A 9 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

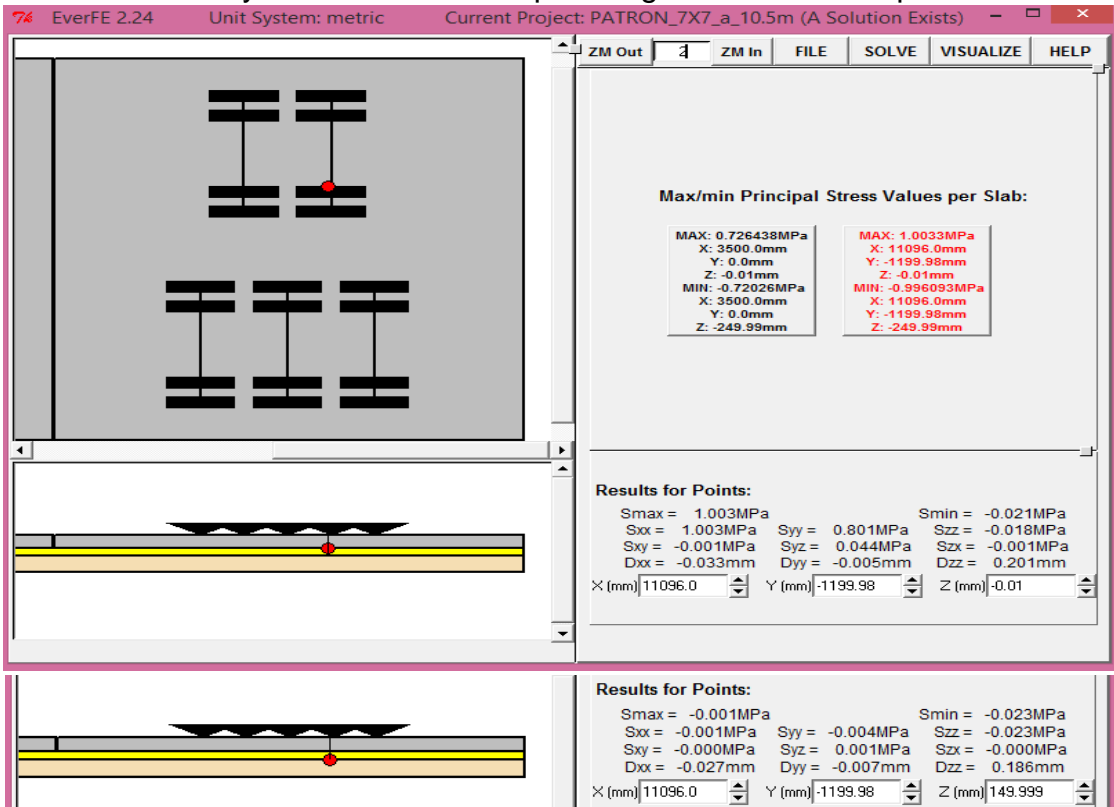


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

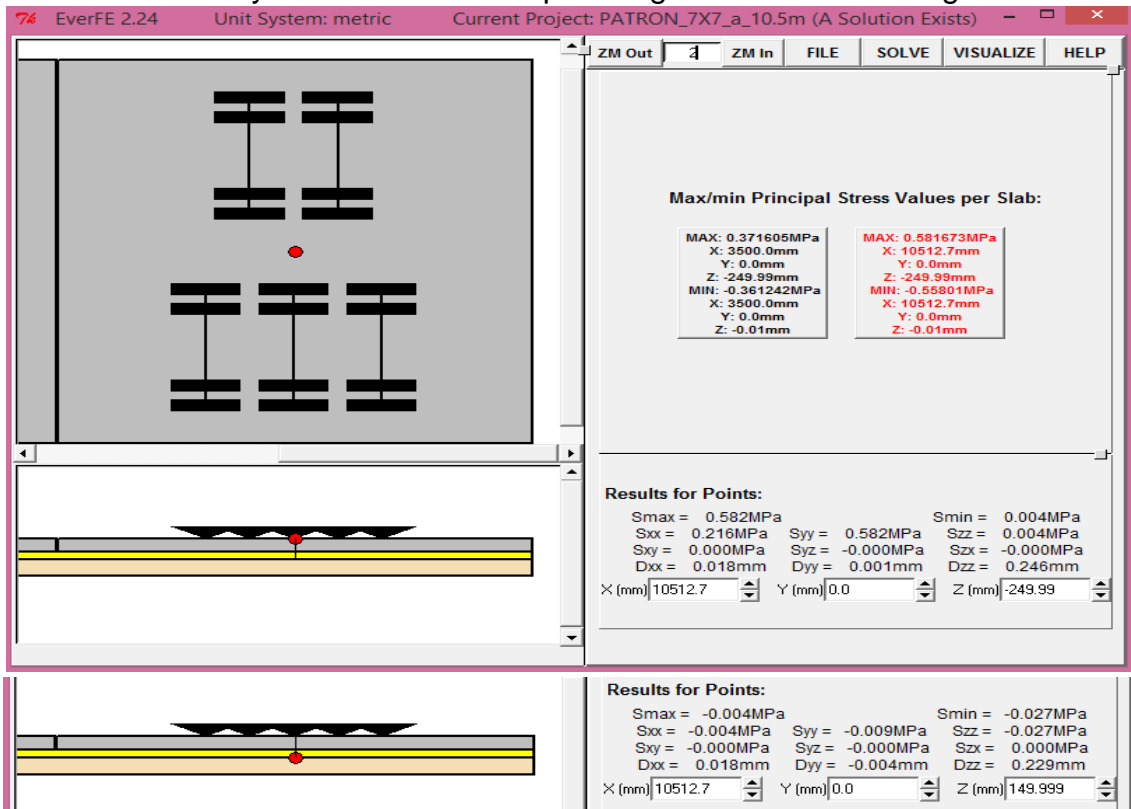


## A 10.5 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.

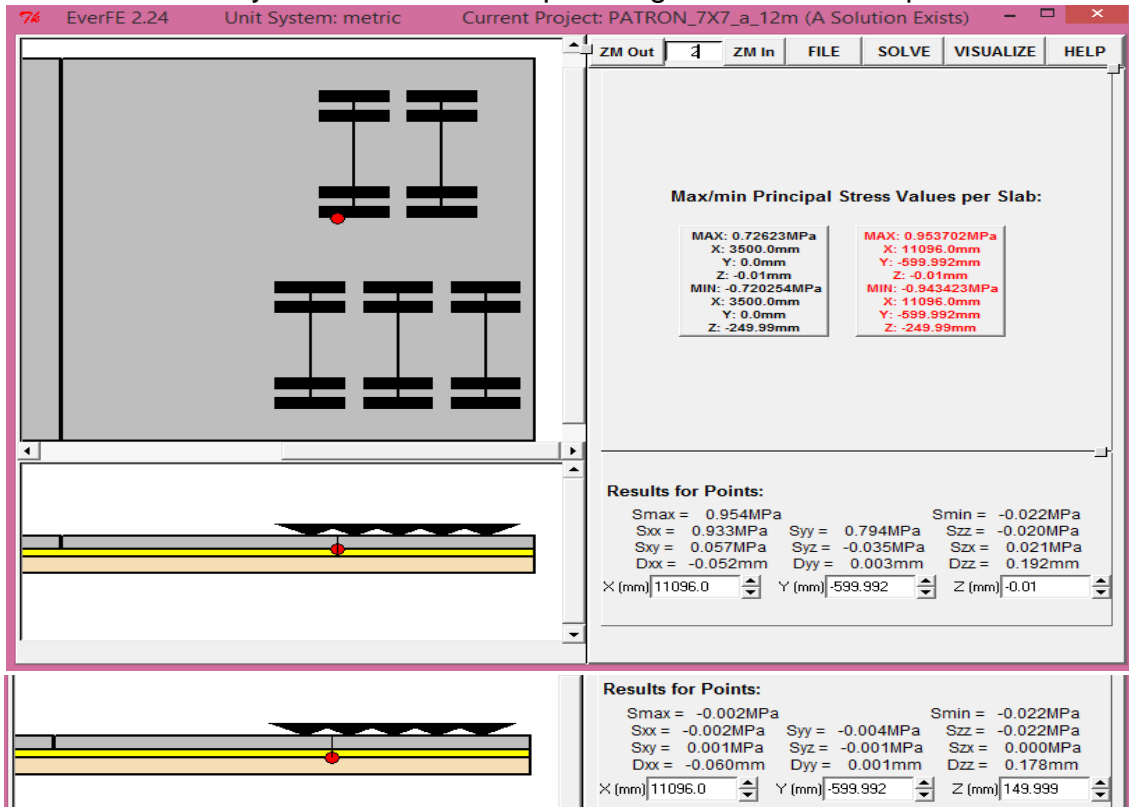


- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.

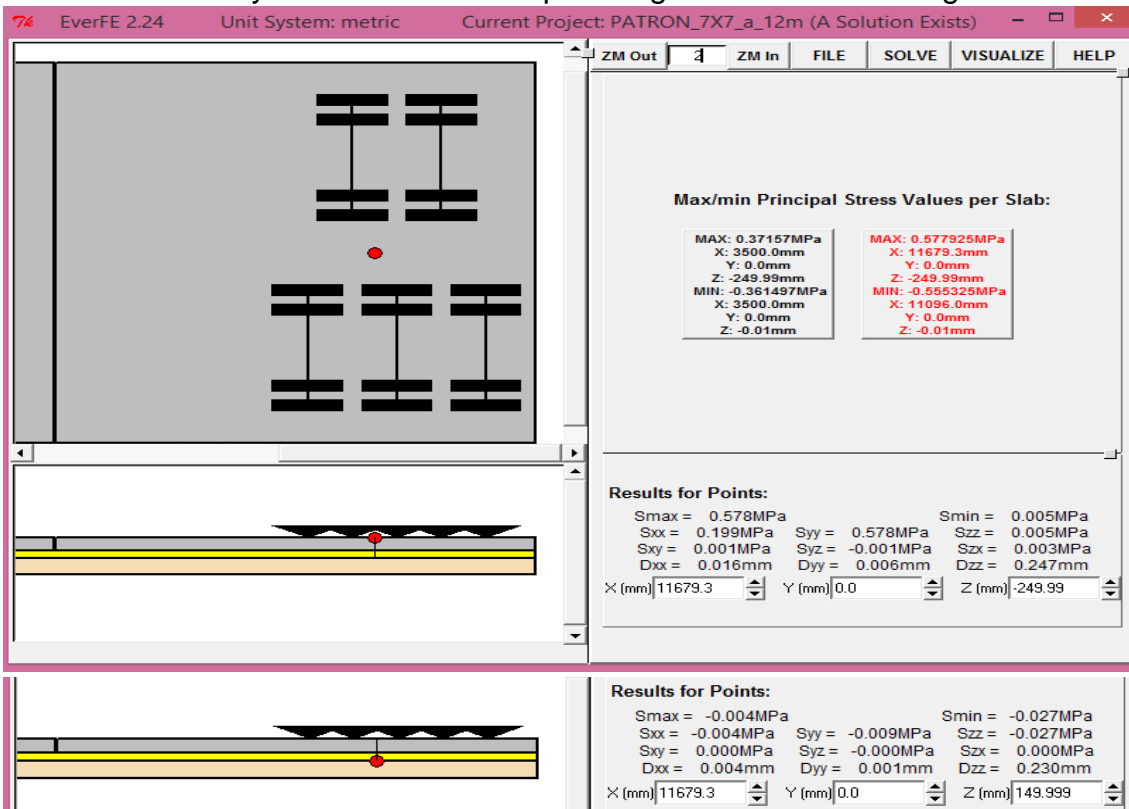


## A 12 metros de distancia

- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico positivo.



- Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente termico negativo.



“ANEXO 10:  
Diseño de  
pavimento”.

## DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

Para realizar el diseño del pavimento rígido de la calle Luis Galvani, se realizó con la metodología AASHTO 93, para la cual se trabajó con la siguiente ecuación básica de diseño:

$$\text{Log}_{10}W_{82} = Z_r S_o + 7.35\text{Log}_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta \text{ PSI}}{4.5-1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_i) \times \text{Log}_{10}\left(\frac{M_r C_{dx} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left[0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}}\right]}\right)$$

Dónde:

- W8.2 : Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del periodo de diseño.
- Zr : Desviación normal estándar.
- S0 : Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento.
- D : Espesor de pavimento de concreto, en milímetros.
- $\Delta$ PSI : Diferencia entre los índices de servicio inicial y final.
- Pt : índice de serviciabilidad o servicio final.
- Mr : Resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción los 28 días (método de carga en los tercios de luz)
- Cd : Coeficiente de drenaje.
- J : Coeficiente de transmisión de carga en la junta.
- Ec : Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa.
- K : Módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o sub rasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

### **1ro. Numero de Repeticiones de EE tn (W18)**

En los estudios de tráfico realizados previamente, para el pavimento rígido se determinó el valor de:

$$\mathbf{W18= 12\ 506\ 315.00\ Tn}$$

Con el valor se determinó el tipo de tráfico que transita en el pavimento rígido de la calle Luis Galvani.



Cuadro 14.2 número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 t, en el carril de diseño.

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T <sub>P5</sub>	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T <sub>P6</sub>	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T <sub>P7</sub>	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T <sub>P8</sub>	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T <sub>P9</sub>	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T <sub>P10</sub>	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T <sub>P11</sub>	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T <sub>P12</sub>	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T <sub>P13</sub>	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T <sub>P14</sub>	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE

Fuente: MTC – Suelos y pavimentos

## 2do. Índice de serviciabilidad (psi)

Cuadro 14.4 Índice de serviciabilidad Final (Pt) Índice de Serviabilidad inicial o Terminal (Pi) según rango de tráfico.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD ( $\Delta$ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>F1</sub>	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>F2</sub>	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>F3</sub>	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>F4</sub>	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	T <sub>F5</sub>	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>F6</sub>	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>F7</sub>	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>F8</sub>	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>F9</sub>	7,500,001	10,000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>F10</sub>	10,000,001	12,500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>F11</sub>	12,500,001	15,000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>F12</sub>	15,000,001	20,000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>F13</sub>	20,000,001	25,000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>F14</sub>	25,000,001	30,000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>F15</sub>	>30,000,000		4.50	3.00	1.50

Fuente: MTC – Suelos y pavimentos

### 3ro. Desviación estándar (So)

El rango típico sugerido por AASHTO está comprendido entre  $0.30 < So < 0.40$ , de acuerdo al tipo de tráfico.

Según el manual suelos y pavimentos del MTC recomienda:

$$So = 0.35$$

### 4to. Confiabilidad (R) Y Desviación estándar normal (Zr)

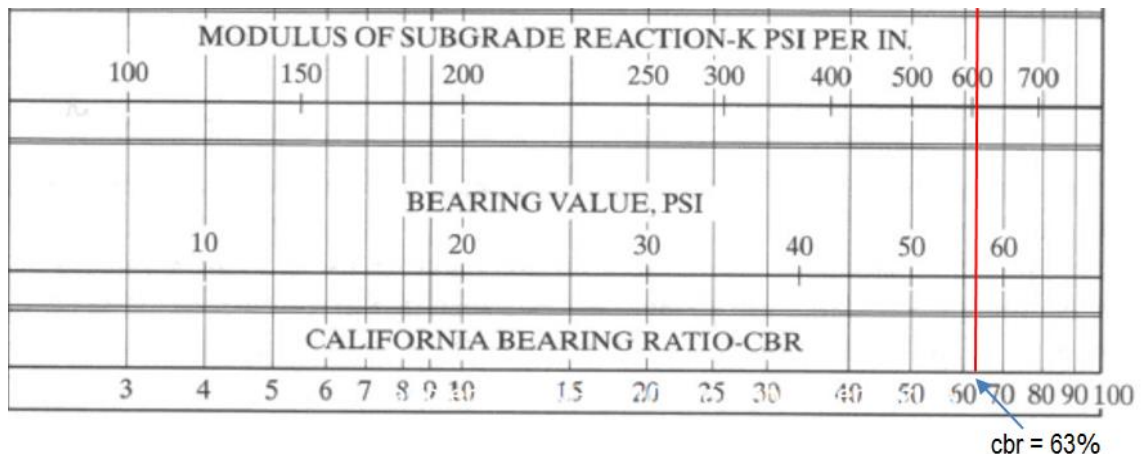
Cuadro 14.5 Valores recomendados de nivel de confiabilidad (R) y desviación estándar normal (Zr) para una sola etapa de 20 años según rango de tráfico.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	100,000	150,000	65%	-0.385
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	70%	-0.524
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	75%	-0.674
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	80%	-0.842
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10,000,000	90%	-1.282
	T <sub>P10</sub>	10,000,001	12,500,000	90%	-1.282
	T <sub>P11</sub>	12,500,001	15,000,000	90%	-1.282
	T <sub>P12</sub>	15,000,001	20,000,000	90%	-1.282
	T <sub>P13</sub>	20,000,001	25,000,000	90%	-1.282
	T <sub>P14</sub>	25,000,001	30,000,000	90%	-1.282
	T <sub>P15</sub>	>30,000,000		95%	-1.645

Fuente: MTC – Suelos y pavimentos

### 5to. Módulo de reacción (Kc)

Se trabajó con la alternativa que da AASHTO de utilizar correlaciones directas que permiten obtener el coeficiente de reacción de Kc. Ya que la determinación directa del K mediante ensayos de placa es difícil y costosa.



$$K_c = 608.00 \text{ psi}$$

### 6to. Resistencia del pavimento rígido (f'c)

La resistencia del pavimento rígido se determina en base a los ejes equivalentes calculado.

Cuadro 14.7 valores recomendados de resistencia del concreto según rango de tráfico.

Cuadro 14.7 valores recomendados de resistencia del concreto según rango de tráfico.

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'c)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm <sup>2</sup>	280 kg/cm <sup>2</sup>
> 5'000,000 EE ≤ 15'000,000 EE	42 kg/cm <sup>2</sup>	300 kg/cm <sup>2</sup>
> 15'000,000 EE	45 kg/cm <sup>2</sup>	350 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: MTC – Suelos y pavimentos

**7mo. Módulo elástico del concreto (E)**

$$E = 57,000x(f'c)^{0.5}; (f'c \text{ en PSI})$$

$$f'c = 300 \text{ kg/cm}^2 = 4241.125 \text{ psi}$$

$$E = 57,000x(4241.125)^{0.5} \text{ psi}$$

$$E = 3723339.84 \text{ psi}$$

**8vo. Módulo de rotura del concreto (Mr)**

$$Mr = a\sqrt{fc} \left( \text{valores en } \frac{kg}{cm^2} \right).$$

Donde los valores de "a" varían entre 1.99 y 3.18

$$Sc = 2.59x(300)^{0.5}$$

$$Sc = 44.86 \text{ kg/cm}^2$$

$$Sc = 638.045 \text{ psi}$$

**9no. Coeficiente de drenaje (Cd)**

Las condiciones de drenaje significan la probabilidad de que la estructura que se encuentra bajo la losa del concreto mantenga agua libre o humedad por un cierto periodo de tiempo

El coeficiente de drenaje Cd varía entre 0.70 y 1.25, para este diseño se determina un valor de 1.00.

$$Cd = 1.00$$

**10mo. Coeficiente de transferencia de cargas (J)**

Cuadro N° 14.10 valores de coeficiente de transmisión de carga J

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)
	3.2	3.8 – 4.4	2.8	3.8

Fuente: MTC – Suelos Pavimentos

### Resumen De Variables De Diseño Con El Método De La AASHTO Para Pavimento Rígido.

Parámetros		Valor	Und
Numero previsto de ejes equivalentes	W18	12.5E+06	ESAL
Periodo de diseño	T	20.00	Años
Índice de serviciabilidad inicial	Pi	4.30	
Índice de serviciabilidad final	Pt	2.50	
Perdida de serviciabilidad	$\Delta$ PSI	1.80	
Desviación estándar	So	0.35	
Confiabilidad	R	90%	
Desviación normal estándar	Zr	-1.282	
CBR de la subrasante	Cbr	63%	
Módulo de reacción de la subrasante	K	608.00	psi
Resistencia a la comprensión del concreto	f'c	300	Kg/cm <sup>2</sup>
Módulo elástico del concreto	Ec	3.72E+06	psi
Módulo de ruptura del concreto	S'c	638.05	psi
Espesor de subbase	e	15.00	cm
Coefficiente de transferencia de carga	J	3.8	
Coefficiente de drenaje	Cd	1.00	

Resolviendo la ecuación básica para determinar el diseño del pavimento rígido,

reemplazando datos y por interacción se obtiene el espesor de la losa de:

$$\log(12.5 \times 10^6) = -1.282 \times 0.35 + 7.35 \times \log(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{LOG}\left(\frac{4.30 - 2.50}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{0.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times 2.5) \times \log\left(\frac{638.045 \times 1 \times (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times 3.8(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(3723340/608)^{0.25}})}\right)$$

Resolviendo la ecuación sale

$$\mathbf{D = 25 \text{ cm}}$$

### DISEÑO DE BASE GRANULAR

Para diseñar el espesor de la capa de afirmado se basará con el Manual de carreteras – suelos y pavimentos, capítulo XI Afirmados donde indica la utilización la ecuación del método NAASRA, (National Association of Australian State Road Authorities, hoy AUSTRROADS) que relaciona entrala carga actuante sobre el afirmado y el valor soporte del terreno (CBR) y, expresada de repeticiones de EE.

$$e = (219 - 211 \times (\log_{10} CBR) + 58 \times (\log_{10} CBR)^2) \times \log_{10} \left( \frac{N_{rep}}{120} \right)$$

Donde:

Donde:

**e** = espesor de la capa de afirmado en mm.

**CBR** = Valor del CBR de la sub rasante.

**Nrep** = Número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

Datos:

CBR de la subrasante = 63%

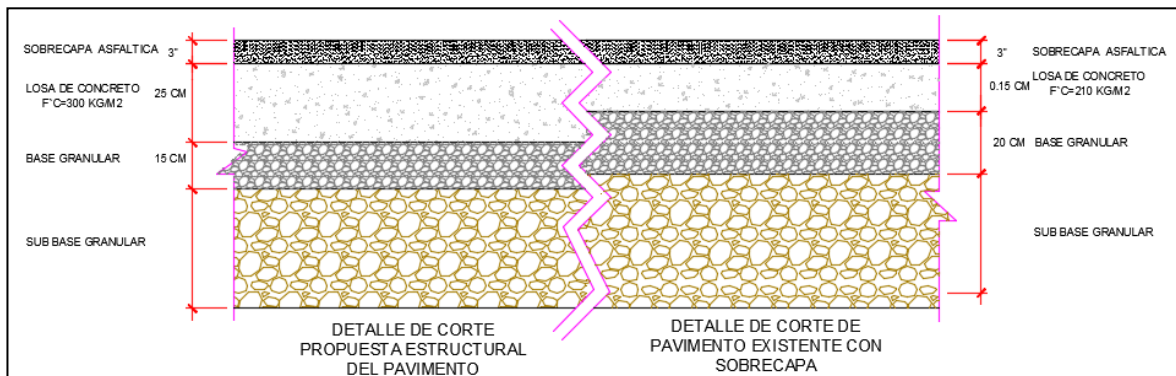
Nrep = 12 773,747.00 EE

$$e = (219 - 211 \times (\log_{10} 63) + 58 \times (\log_{10} 63)^2) \times \log_{10} \left( \frac{12\,773,747.0}{120} \right)$$

$$\mathbf{e = 15 \text{ cm}}$$

## Detalle de estructura del diseño del pavimento

Imagen: detalle de diseño



Fuente: Propia

## DISEÑO DE LA SOBRECAPA CON EL CATALOGO MTC

Para realizar el diseño del sobrecapa se optó tomar el "MANUAL DE CARRETERAS – SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS – SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS R.D.N° 10-2014-MTC/14" CAPITULO XII PAVIMENTOS FLEXIBLES PAGINA 128. Sección 12.2 Secciones de Estructuras de Pavimento Flexible, pagina 145 – cuadro 12.16 Numero Estructural Requerido para Pavimentos Flexibles (NS) – Periodo de Diseño 20 Años.

### 1ro. Numero de Repeticiones de EE tn (W18)

El refuerzo se diseña como si se tratará de un pavimento flexible, donde la losa de concreto fracturada actúa como una "base granular" Los pasos para determinar  $SN_f$  se indican a continuación.

a.- Para determinar la cantidad de ESALs para pavimento flexible. Se deben usar factores equivalentes de carga correspondientes a pavimentos flexibles. Si el tránsito futuro fue previsto para un pavimento rígido, el número de ESALs debe ser convertido en un número para pavimentos flexibles dividiendo por 1.5.



Donde:

ESALs en pavimento rígido	<b>W18= 12,506,315.00 Tn</b>
---------------------------	------------------------------

Se multiplica por 1.5 el ESAL s del pavimento rígido.

ESALs en pavimento flexible	<b>W18= 8, 337,543.33 Tn</b>
-----------------------------	------------------------------

Una vez obtenido el nuevo ESAL W18= 8, 337,543.33 t, se toma el cuadro 12.2 Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 t, en el Carril de Diseño. Se determina el tipo de tráfico pesado en EE y Rango de tráfico pesado expresado en EE.

CUADRO 01: Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 t, en el Carril de Diseño.

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T <sub>PF5</sub>	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T <sub>PF6</sub>	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T <sub>PF7</sub>	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T <sub>PF8</sub>	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T <sub>PF9</sub>	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T <sub>PF10</sub>	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T <sub>PF11</sub>	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T <sub>PF12</sub>	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T <sub>PF13</sub>	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T <sub>PF14</sub>	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE

Fuente: MTC (Sección suelos y pavimentos manual de carreteras)



## 2do. CBR DEL SUBRASANTE

Se toma del resultado de laboratorio.

CBR Subrasante:  $CBR = 63.0\%$

CUADRO 02: MTC cuadro 12.16 Numero Estructural Requerido para Pavimentos Flexibles (NS) – Periodo de Diseño 20 Años.

**Cuadro 12.16**  
**Número Estructural Requerido para Pavimentos Flexibles (SN) – Periodo de diseño 20 años**

CATALOGO DE NÚMEROS ESTRUCTURALES (SN) REQUERIDOS POR TIPO DE TRAFICO Y DE SUBRASANTE  
Carpeta Asfáltica en Caliente + Base Granular + Subbase Granular

TIPO SUBRASANTE CLASE DE TRANSITO	Inadecuada CBR < 3 % (*)	Pobre 3 % ≤ CBR < 6 % (*)	Regula	Buena	Muy Buena	Excelente
			6 % ≤ CBR < 10 %	10 % ≤ CBR < 20 %	20 % ≤ CBR < 30 %	CBR ≥ 30 %
Tr0 75,000 < Rep. EE ≤ 150,000			2.136	1.871	1.567	1.392
Tr1 150,000 < Rep. EE ≤ 300,000			2.470	2.165	1.809	1.625
Tr2 300,000 < Rep. EE ≤ 500,000			2.702	2.367	1.979	1.780
Tr3 500,000 < Rep. EE ≤ 750,000			2.956	2.593	2.173	1.959
Tr4 750,000 < Rep. EE ≤ 1'000,000			3.107	2.726	2.283	2.059
Tr5 1'000,000 < Rep. EE ≤ 1'500,000			3.434	3.012	2.521	2.274
Tr6 1'500,000 < Rep. EE ≤ 3'000,000			3.866	3.395	2.841	2.561
Tr7 3'000,000 < Rep. EE ≤ 5'000,000			4.206	3.707	3.105	2.797
Tr8 5'000,000 < Rep. EE ≤ 7'500,000			4.63	4.103	3.449	3.107
Tr9 7'500,000 < Rep. EE ≤ 10'000,000			4.837	4.300	3.624	3.267
Tr10 10'000,000 < Rep. EE ≤ 12'500,000			5.052	4.552	3.869	3.501
Tr11 12'500,000 < Rep. EE ≤ 15'000,000			5.226	4.679	3.985	3.609
Tr12 15'000,000 < Rep. EE ≤ 20'000,000			5.341	4.883	4.173	3.786
Tr13 20'000,000 < Rep. EE ≤ 25'000,000			5.907	5.323	4.580	4.172
Tr14 25'000,000 < Rep. EE ≤ 30'000,000			6.052	5.460	4.708	4.293

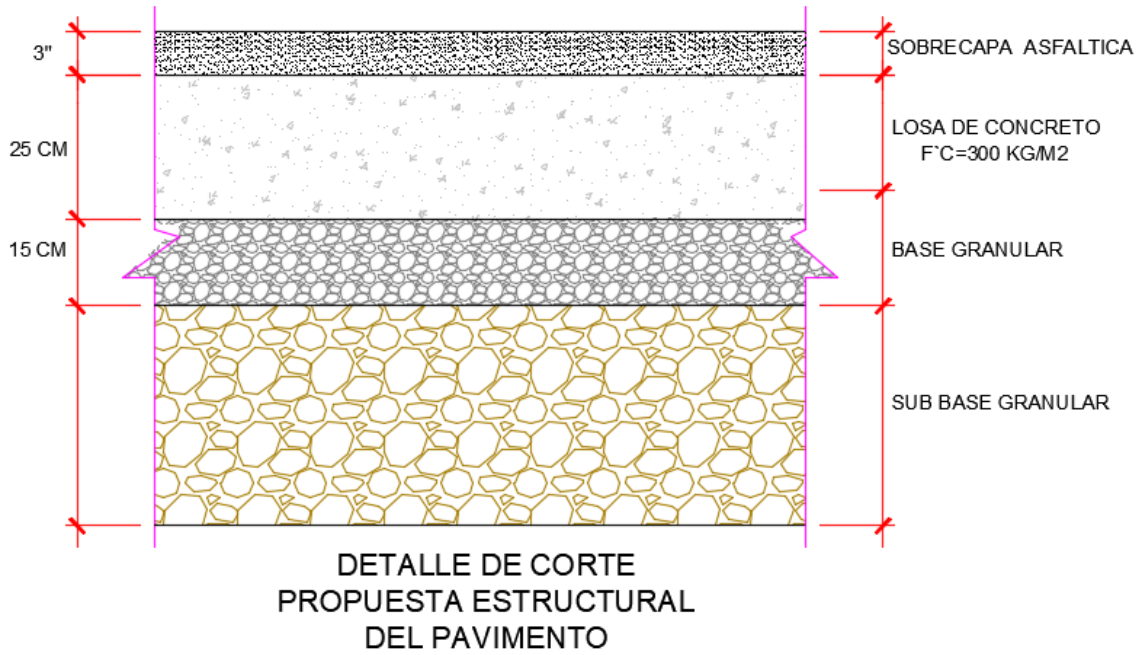
(\*) Previa a la colocación de la estructura del pavimento, se requiere Estabilización de suelos, que sera materia de Estudio Especial - Con el Suelo Estabilizado la estructura del pavimento a colocar, Corresponderá a la de un Suelo Regular (CBR<sub>2%</sub> a CBR<10%)

## 7mo. Determinación del espesor de refuerzo

Se concluye que teniendo clase de tránsito (Tr9 7500,000<Rep. EE ≤ 10'000,000) Y Tipo de subrasante (excelente CBR ≥ 30%) se concluye con estos datos el espesor del sobre capa.

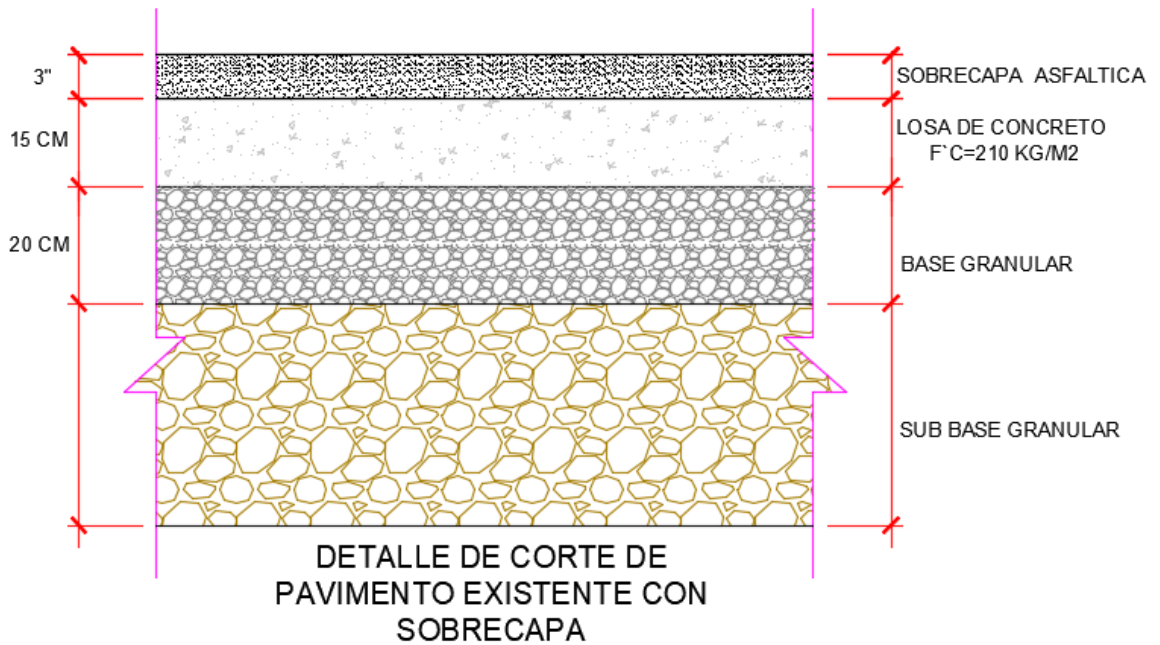
**SN = 3.267 pulgadas = 3 pulgadas**

IMAGEN 01: Detalle propuesta estructural del pavimento según diseño



Fuente: propia

IMAGEN 02: Detalle pavimento existente con sobrecapa de asfalto según diseño.



Fuente: propia

“ANEXO 11:  
Presupuesto”.

METRADO - REHABILITACION PAVIMENTO RIGIDO			
TESIS:	FACTORES ACTUANTES EN EL COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA CALLE LUIS GALVANI - ATE VITARTE		
CLIENTE:	WILFREDO EFRAIN DOMINGO MORALES - EDGAR JUNIOR ELESCANO QUINTO		
LUGAR:	CALLE LUS GALVANI . DISTRITO DE ATE VITARTE - LIMA		
Item	Descripción	Und	Metrado
<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>		
1.01	DEMOLICION DE PAVIMENTO RIGIDO C/EQUIPO (LOSA DE CONCRETO) E=0.15 M	m2	6,215.82
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
2.01	EXCAVACION A NIVEL SUB-RASANTE MATERIAL SUELTOC/CARGADOR FRONTAL 160-195HP	m2	6,215.82
2.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON CARGADOR MAS VOLQUETE 15M3 DM	m3	2,175.54
<b>3</b>	<b>PAVIMENTOS</b>		
<b>3.01</b>	<b>PAVIMENTOS RIGIDO</b>		
03.01.01	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUB-RASANTE C/EQUIPO	m2	6,215.82
03.01.02	BASE GRANULAR E=0.15 M.COMPACTACION CON MOTONIVELADORA Y RODILLO	m2	6,215.82
03.01.03	CONCRETO $f_c=300$ kg/cm2 E=0.25 M	m2	6,215.82
<b>4</b>	<b>SEÑALIZACION</b>		
<b>4.01</b>	<b>SEÑALIZACION HORIZONTAL</b>		
04.01.01	PINTURA LINEAL DISCONTINUA E=0.10M	m	261.00
04.01.02	PINTURA LINEAL CONTINUA E=0.10M	m	1,702.80
04.01.03	PINTURA DE SIMBOLOS Y LETRAS	m2	158.24
<b>4.02</b>	<b>SEÑALIZACION VERTICAL</b>		
04.02.01	SEÑALES PREVENTIVAS VERTICALES DE FIBRE DE VIDRIO DE 0.60X0.60M DE ALTURA DE 2.40M EMPOTRADO SOBRE DADO DE CONCRETO DE 0.40M CON POSTE METALICO	und	6.00

PRESUPUESTO - REHABILITACION PAVIMENTO RIGIDO					
TESIS:	FACTORES ACTUANTES EN EL COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA CALLE LUIS GALVANI - ATE VITARTE				
CLIENTE:	WILFREDO EFRAIN DOMINGO MORALES - EDGAR JUNIOR ELESCANO QUINTO				
LUGAR:	CALLE LUS GALVANI . DISTRITO DE ATE VITARTE - LIMA				
Item	Descripción	Und	Metrado	Precio Unitario	Sub total
<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
1.01	DEMOLICION DE PAVIMENTO RIGIDO C/EQUIPO (LOSA DE CONCRETO) E=0.15 M	m2	6,215.82	45.46	282,571.18
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
2.01	EXCAVACION A NIVEL SUB-RASANTE MATERIAL SUELTOC/CARGADOR FRONTAL 160-195HP	m2	6,215.82	4.66	28,965.72
2.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON CARGADOR MAS VOLQUETE 15M3 DM	m3	2,175.54	30.44	66,223.35
<b>3</b>	<b>PAVIMENTOS</b>				
<b>3.01</b>	<b>PAVIMENTOS RIGIDO</b>				
03.01.01	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUB-RASANTE C/EQUIPO	m2	6,215.82	3.37	20,947.31
03.01.02	BASE GRANULAR E=0.15 M.COMPACTACION CON MOTONIVELADORA Y RODILLO	m2	6,215.82	18.98	117,976.26
03.01.03	CONCRETO $f_c=300$ kg/cm2 E=0.25 M	m2	6,215.82	84.79	527,039.38
<b>4</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				
<b>4.01</b>	<b>SEÑALIZACION HORIZONTAL</b>				
04.01.01	PINTURA LINEAL DISCONTINUA E=0.10M	m	261.00	5.98	1,560.78
04.01.02	PINTURA LINEAL CONTINUA E=0.10M	m	1,702.80	9.85	16,772.58
04.01.03	PINTURA DE SIMBOLOS Y LETRAS	m2	158.24	35.04	5,544.73
<b>4.02</b>	<b>SEÑALIZACION VERTICAL</b>				
04.02.01	SEÑALES PREVENTIVAS VERTICALES DE FIBRE DE VIDRIO DE 0.60X0.60M DE ALTURA DE 2.40M EMPOTRADO SOBRE DADO DE CONCRETO DE 0.40M CON POSTE METALICO	und	6.00	661.56	3,969.36
<b>COSTO DIRECTO (S/.)</b>					<b>1,071,570.66</b>
GASTOS GENERALES (10%)			0.10		<b>107,157.07</b>
UTILIDAD (10%)			0.10		<b>107,157.07</b>
<b>SUB TOTAL VALORIZACION</b>				S/.	<b>1,285,884.80</b>
IMPUESTO (18%)			18.00%	S/.	<b>231,459.26</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO REFERENCIAL</b>					<b>S/ 1,517,344.06</b>

METRADO - MEJORAMIENTO PAVIMENTO RIGIDO				
TESIS	FACTORES ACTUANTES EN EL COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA CALLE LUIS GALVANI - ATE VITARTE			
CLIENTE:	WILFREDO EFRAIN DOMINGO MORALES - EDGAR JUNIOR ELESCANO QUINTO			
LUGAR:	CALLE LUS GALVANI . DISTRITO DE ATE VITARTE - LIMA			
Item	Descripción	Und	Metrado	
<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>			
1.01	DEMOLICION DE PAVIMENTO RIGIDO C/EQUIPO (LOSA DE CONCRETO) E=0.15 M	m2	3,341.28	
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>			
2.01	EXCAVACION A NIVEL SUB-RASANTE MATERIAL SUELTOC/CARGADOR FRONTAL 160-195HP	m2	3,341.28	
2.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON CARGADOR MAS VOLQUETE 15M3	m3	1,169.45	
<b>3</b>	<b>PAVIMENTOS</b>			
<b>3.01</b>	<b>PAVIMENTOS RIGIDO</b>			
03.01.01	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUB-RASANTE C/EQUIPO	m2	3,341.28	
03.01.02	BASE GRANULAR E=0.15 m.COMPACTACION CON MOTONIVELADORA Y RODILLO	m2	3,341.28	
03.01.03	CONCRETO $f_c=300$ kg/cm2 E=0.25 M	m2	3,341.28	
03.01.04	TRATAMIENTOS DE FISURAS	m	2,004.77	
<b>4</b>	<b>SEÑALIZACION</b>			
<b>4.01</b>	<b>SEÑALIZACION HORIZONTAL</b>			
04.01.01	PINTURA LINEAL DISCONTINUA E=0.10M	m	261.00	
04.01.02	PINTURA LINEAL CONTINUA E=0.10M	m	1,702.80	
04.01.03	PINTURA DE SIMBOLOS Y LETRAS	m2	158.24	
<b>4.02</b>	<b>SEÑALIZACION VERTICAL</b>			
4.02.01	SEÑALES PREVENTIVAS VERTICALES DE FIBRE DE VIDRIO DE 0.60X0.60M DE ALTURA DE 2.40M EMPOTRADO SOBRE DADO DE CONCRETO DE 0.40M CON POSTE METALICO	und	6.00	

PRESUPUESTO - MEJORAMIENTO PAVIMENTO RIGIDO					
TESIS	FACTORES ACTUANTES EN EL COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA CALLE LUIS GALVANI - ATE VITARTE				
CLIENTE:	WILFREDO EFRAIN DOMINGO MORALES - EDGAR JUNIOR ELESCANO QUINTO				
LUGAR:	CALLE LUS GALVANI . DISTRITO DE ATE VITARTE - LIMA				
Item	Descripción	Und	Metrado	Precio	
				Unitario	Sub total
<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
1.01	DEMOLICION DE PAVIMENTO RIGIDO C/EQUIPO (LOSA DE CONCRETO) E=0.15 M	m2	3,341.28	45.46	151,894.59
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
2.01	EXCAVACION A NIVEL SUB-RASANTE MATERIAL SUELTOC/CARGADOR FRONTAL 160-195HP	m2	3,341.28	4.66	15,570.36
2.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON CARGADOR MAS VOLQUETE 15M3	m3	1,169.45	30.44	35,598.00
<b>3</b>	<b>PAVIMENTOS</b>				
<b>3.01</b>	<b>PAVIMENTOS RIGIDO</b>				
03.01.01	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUB-RASANTE C/EQUIPO	m2	3,341.28	3.37	11,260.11
03.01.02	BASE GRANULAR E=0.15 m.COMPACTACION CON MOTONIVELADORA Y RODILLO	m2	3,341.28	18.98	63,417.49
03.01.03	CONCRETO $f_c=300$ kg/cm2 E=0.25 M	m2	3,341.28	84.79	283,307.13
03.01.04	TRATAMIENTOS DE FISURAS	m	2,004.77	8.94	17,922.63
<b>4</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				
<b>4.01</b>	<b>SEÑALIZACION HORIZONTAL</b>				
04.01.01	PINTURA LINEAL DISCONTINUA E=0.10M	m	261.00	5.98	1,560.78
04.01.02	PINTURA LINEAL CONTINUA E=0.10M	m	1,702.80	9.85	16,772.58
04.01.03	PINTURA DE SIMBOLOS Y LETRAS	m2	158.24	35.04	5,544.73
<b>4.02</b>	<b>SEÑALIZACION VERTICAL</b>				
4.02.01	SEÑALES PREVENTIVAS VERTICALES DE FIBRE DE VIDRIO DE 0.60X0.60M DE ALTURA DE 2.40M EMPOTRADO SOBRE DADO DE CONCRETO DE 0.40M CON POSTE METALICO	und	6.00	661.56	3,969.36
<b>COSTO DIRECTO (S/.)</b>					<b>606,817.77</b>
GASTOS GENERALES (10%)				0.10	<b>60,681.78</b>
UTILIDAD (10%)				0.10	<b>60,681.78</b>
<b>SUB TOTAL VALORIZACION</b>				S/.	<b>728,181.33</b>
IMPUESTO (18%)				18.00%	131,072.64
<b>TOTAL PRESUPUESTO REFERENCIAL</b>					<b>S/ 859,253.97</b>

METRADO - MEJORAMIENTO PAVIMENTO COMPUESTO				
TESIS	"FACTORES ACTUANTES EN EL COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA CALLE LUIS GALVANI - ATE VITARTE - 2019"			
CLIENTE:	WILFREDO EFRAIN DOMINGO MORALES - EDGAR JUNIOR ELESCANO QUINTO			
LUGAR:	CALLE LUS GALVANI . DISTRITO DE ATE VITARTE - LIMA			
Item	Descripción	Und	Metrado	
<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>			
1.01	DEMOLICION DE PAVIMENTO RIGIDO C/EQUIPO (LOSA DE CONCRETO) E=0.15 M	m2	3,341.28	
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>			
2.01	EXCAVACION A NIVEL SUB-RASANTE MATERIAL SUELTOC/CARGADOR FRONTAL 160-195HP	m2	3,341.28	
2.02	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUB-RASANTE C/EQUIPO	m3	1,169.45	
<b>3</b>	<b>PAVIMENTOS</b>			
<b>3.01</b>	<b>PAVIMENTOS RIGIDO</b>			
03.01.01	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUB-RASANTE C/EQUIPO	m2	3,341.28	
03.01.02	BASE GRANULAR E=0.15 m.COMPACTACION CON MOTONIVELADORA Y RODILLO	m2	3,341.28	
03.01.04	CONCRETO $f_c=300$ kg/cm <sup>2</sup> E=0.25 M	m2	3,341.28	
<b>3.02</b>	<b>CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"</b>			
03.02.01	TRATAMIENTOS DE FISURAS	m	2,004.77	
03.02.02	RIEGO DE LIGA CON EQUIPO (RECAPEO)	m2	6,215.82	
03.02.03	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E=3" C/EQUIPO	m2	6,215.82	
<b>4</b>	<b>SEÑALIZACION</b>			
<b>4.01</b>	<b>SEÑALIZACION HORIZONTAL</b>			
04.01.01	PINTURA LINEAL DISCONTINUA E=0.10M	m	261.00	
04.01.02	PINTURA LINEAL CONTINUA E=0.10M	m	1,702.80	
04.01.03	PINTURA DE SIMBOLOS Y LETRAS	m2	158.24	
<b>4.02</b>	<b>SEÑALIZACION VERTICAL</b>			
4.02.01	SEÑALES PREVENTIVAS VERTICALES DE FIBRE DE VIDRIO DE 0.60X0.60M DE ALTURA DE 2.40M EMPOTRADO SOBRE DADO DE CONCRETO DE 0.40M CON POSTE METALICO	und	6.00	

PRESUPUESTO - MEJORAMIENTO PAVIMENTO COMPUESTO					
TESIS	FACTORES ACTUANTES EN EL COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA CALLE LUIS GALVANI - ATE VITARTE				
CLIENTE:	WILFREDO EFRAIN DOMINGO MORALES - EDGAR JUNIOR ELESCANO QUINTO				
LUGAR:	CALLE LUS GALVANI . DISTRITO DE ATE VITARTE - LIMA				
Item	Descripción	Und	Metrado	Precio Unitario	Sub total
<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
1.01	DEMOLICION DE PAVIMENTO RIGIDO C/EQUIPO (LOSA DE CONCRETO) E=0.15 M	m2	3,341.28	45.46	151,894.59
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
2.01	EXCAVACION A NIVEL SUB-RASANTE MATERIAL SUELTOC/CARGADOR FRONTAL 160-195HP	m2	3,341.28	4.66	15,570.36
2.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON CARGADOR MAS VOLQUETE 15M3	m3	1,169.45	30.44	35,598.00
<b>3</b>	<b>PAVIMENTOS</b>				
<b>3.01</b>	<b>PAVIMENTOS RIGIDO</b>				
03.01.01	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUB-RASANTE C/EQUIPO	m2	3,341.28	3.37	11,260.11
03.01.02	BASE GRANULAR E=0.15 m.COMPACTACION CON MOTONIVELADORA Y RODILLO	m2	3,341.28	18.98	63,417.49
03.01.04	CONCRETO $f_c=300$ kg/cm <sup>2</sup> E=0.25 M	m2	3,341.28	84.79	283,307.13
<b>3.02</b>	<b>CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"</b>				
03.02.01	TRATAMIENTOS DE FISURAS	m	2,004.77	8.94	17,922.63
03.02.02	RIEGO DE LIGA CON EQUIPO (RECAPEO)	m2	6,215.82	2.19	13,612.65
03.02.03	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E=3" C/EQUIPO	m2	6,215.82	35.01	217,615.86
<b>4</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				
<b>4.01</b>	<b>SEÑALIZACION HORIZONTAL</b>				
04.01.01	PINTURA LINEAL DISCONTINUA E=0.10M	m	261.00	5.98	1,560.78
04.01.02	PINTURA LINEAL CONTINUA E=0.10M	m	1,702.80	9.85	16,772.58
04.01.03	PINTURA DE SIMBOLOS Y LETRAS	m2	158.24	35.04	5,544.73
<b>4.02</b>	<b>SEÑALIZACION VERTICAL</b>				
4.02.01	SEÑALES PREVENTIVAS VERTICALES DE FIBRE DE VIDRIO DE 0.60X0.60M DE ALTURA DE 2.40M EMPOTRADO SOBRE DADO DE CONCRETO DE 0.40M CON POSTE METALICO	und	6.00	661.56	3,969.36
<b>COSTO DIRECTO (S/.)</b>					<b>838,046.28</b>
GASTOS GENERALES (10%)			0.10		<b>83,804.63</b>
UTILIDAD (10%)			0.10		<b>83,804.63</b>
<b>SUB TOTAL VALORIZACION</b>				S/.	<b>1,005,655.54</b>
IMPUESTO (18%)			18.00%	S/.	<b>181,018.00</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO REFERENCIAL</b>					<b>S/ 1,186,673.54</b>

“ANEXO 12: Panel  
fotográfico”.



## **PANEL FOTOGRAFICO**

### 1. Evaluación de pavimento (pci)



Imagen N° 01. Falla de losas divididas en el pavimento rígido en la cuadra 1 de la calle Luis Galvani.



Imagen N° 02. Falla de losas divididas y acumulación de agua en el pavimento rígido en la cuadra 1 de la calle Luis Galvani.





Imagen N° 03. Falla de losas divididas y parches grandes en el pavimento rígido en la cuadra 3 de la calle Luis Galvani.



Imagen N° 04. Apreciación en el pavimento rígido en estado bueno y estado malo en la cuadra 2 de la calle Luis Galvani.



Imagen N° 05. Identificación de pavimento en mal estado en la cuadra 1 de la calle Luis Galvani.



Imagen N° 06. Toma de datos del estado del pavimento rígido de la cuadra 1 de la calle Luis Galvani en la hoja de campo.

## 2. Estudio de trafico



Imagen N° 07. Conteo vehicular en la calle Luis Galvani jueves 11 de Abril.



Imagen N° 08. Conteo vehicular en la calle Luis Galvani 11 de Abril horas de la noche.

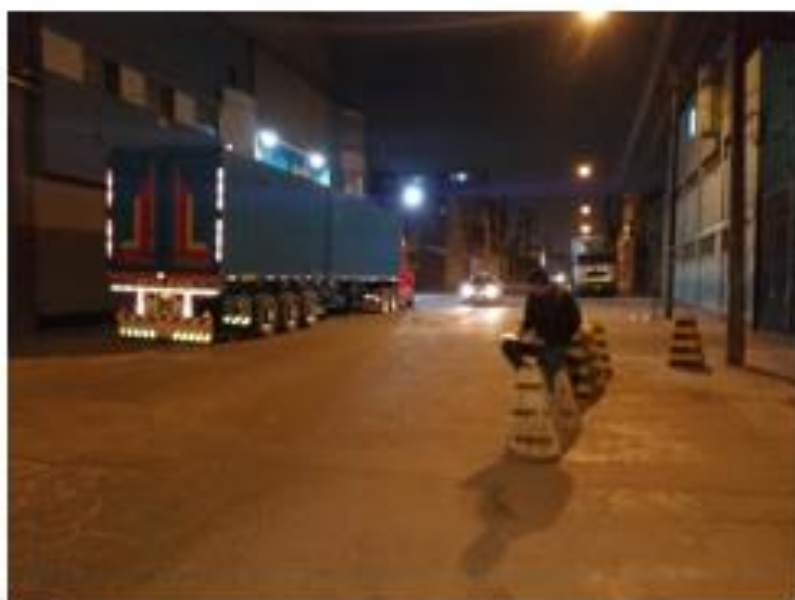


Imagen N° 09. Conteo vehicular en la calle Luis Galvani 13 de Abril horas de la noche.



Imagen N° 10. Conteo vehicular en la calle Luis Galvani 17 de Abril horas de la noche.

### 3. Extracción de testigos (diamantinas)



Imagen N° 11. Ubicación del punto de extracción del testigo (diamantina) N° 01 en la calle Luis Galvani.



Imagen N° 12. Extracción del testigo (diamantina) M-2 cuadra 1 en la calle Luis Galvani.





Imagen N° 13. Extracción del testigo (diamantina) M-3 cuadra 2 en la calle Luis Galvani.



Imagen N° 14. Espesor de la extracción del testigo (diamantina) M-4 cuadra 1 en la calle Luis Galvani.

#### 4. Rotura de testigos (diamantinas)



Imagen N° 15. Testigos (diamantinas) para la rotura en el laboratorio de la UNI de la calle Luis Galvani.



Imagen N° 16. Rotura del Testigos (diamantinas) de la calle Luis Galvani en el laboratorio de la UNI.



Imagen N° 17. Rotura del Testigos (diamantinas) de la calle Luis Galvani en el laboratorio de la UNI.



Imagen N° 18. Rotura del Testigos (diamantinas) de la calle Luis Galvani en el laboratorio de la UNI.



## 5. Corte y extracción de muestras de las calicatas



Imagen N° 19. Señalización para la calicata C-1 y extracción de muestras.



Imagen N° 20. Extracción de muestras de la Calicata C-1.



Imagen N° 21. Corte del pavimento rígido para la Extracción de muestras de la Calicata C-2 de la cuadra 3.



Imagen N° 22. Altura de la Calicata C-2.

## 6. Ensayos de suelos



Imagen N° 23. Ensayo densidad de campo en la cuadra 2 de la calle Luis Galvani.



Imagen N° 24. Ensayo contenido de humedad con el medidor de humedad (Speedy) en la cuadra 2 de la calle Luis Galvani.





Imagen N° 25. Ensayo en laboratorio de mecánica de suelo.



Imagen N° 26. Ensayo en laboratorio de mecánica de suelo.



Imagen N° 27. Equipo para el ensayo de proctor modificado.



Imagen N° 28. Ensayo de CBR.

## 7. Índice de Rugosidad Internacional (IRI) – Rugosímetro Merlín



Imagen N° 29. Equipo del Rugosímetro de Merlín.



Imagen N° 30. Calibración del equipo "Rugosímetro de Merlín"



Imagen N° 31. Toma de las lecturas de la depresión y la elevación del pavimento rígido a cada 2m.



Imagen N° 32. Datos de campo del Rugosímetro de Merlín.



8. Análisis Térmico (temperatura ambiente y temperatura la losas)



Imagen N° 33. Toma de la temperatura ambiente con el termómetro (día).



Imagen N° 34. Toma de la temperatura de la losa de concreto parte inferior (día).





Imagen N° 35. Toma de la temperatura de la losa de concreto parte superior (día).

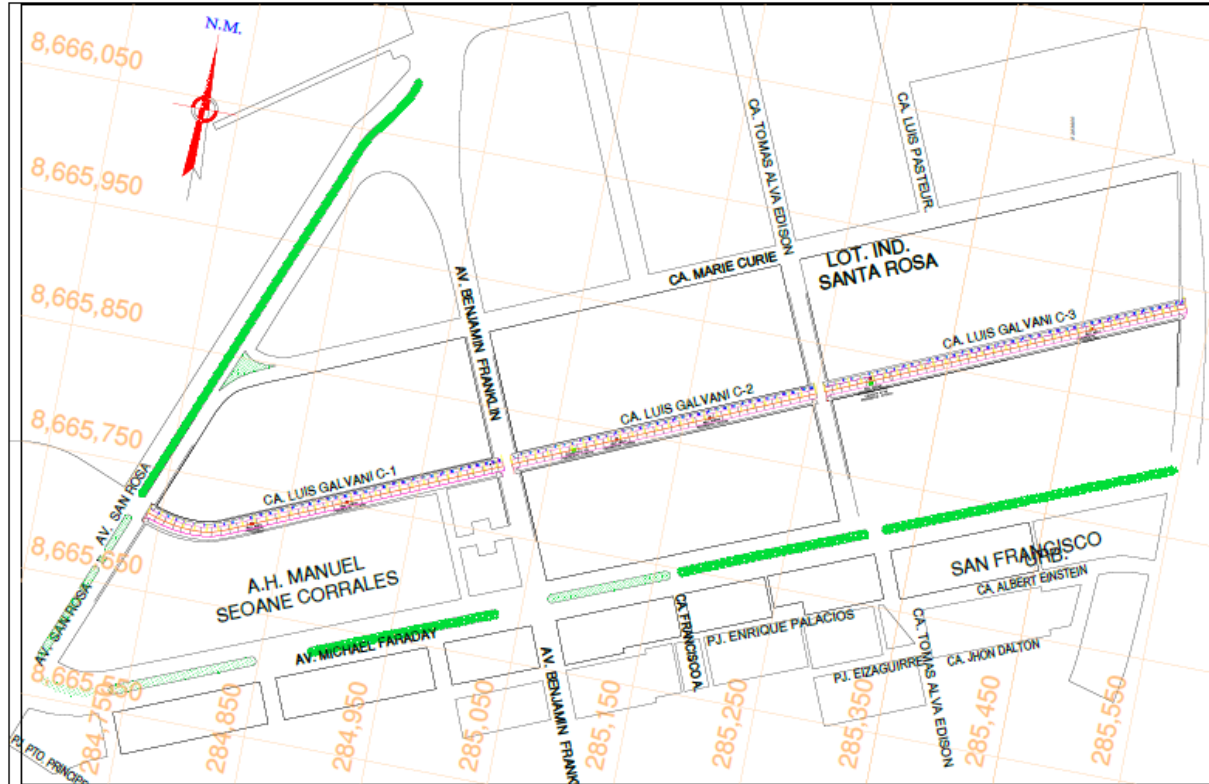


Imagen N° 38. Toma de la temperatura de la losa de concreto parte superior (noche).

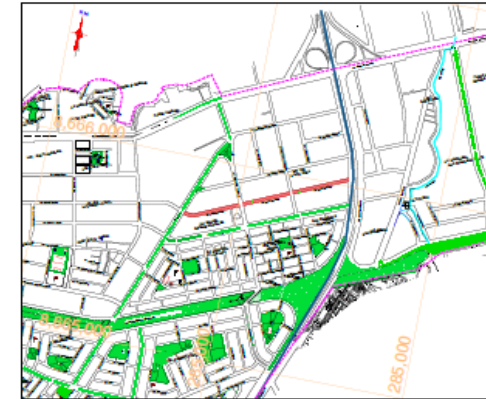
“ANEXO  
Planos”

13:

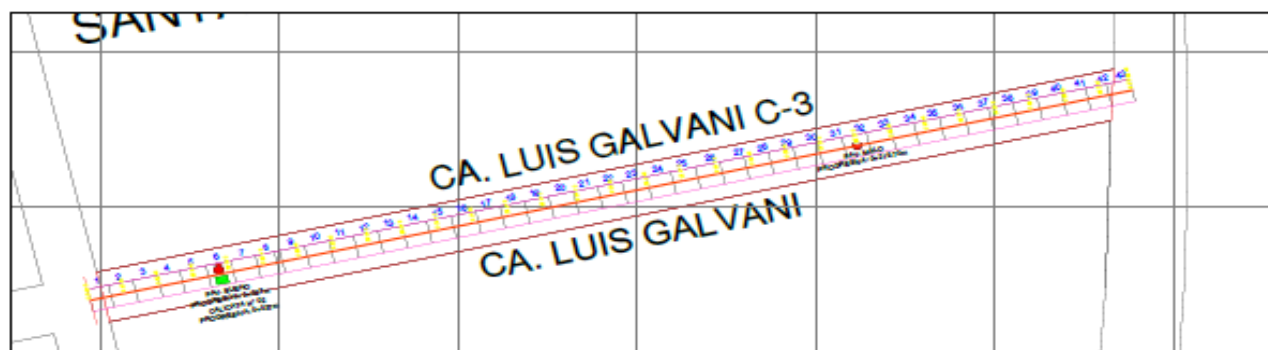
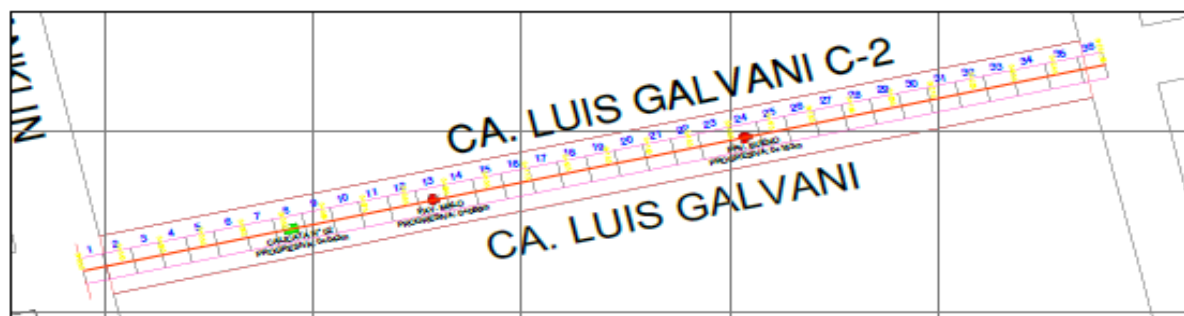
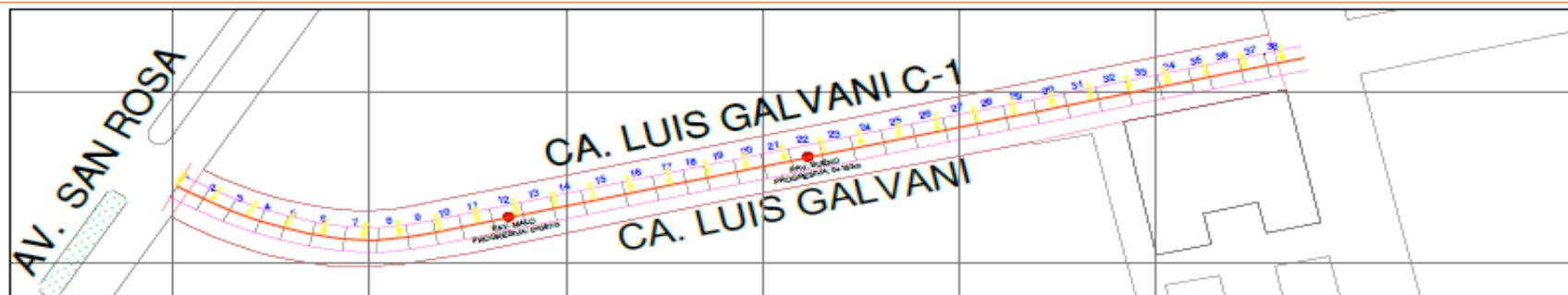
PLANO TOPOGRAFICO : CALLE LUIS GALVANI ESCALA 1:5000



LOCALIZACION ESCALA 1:20000

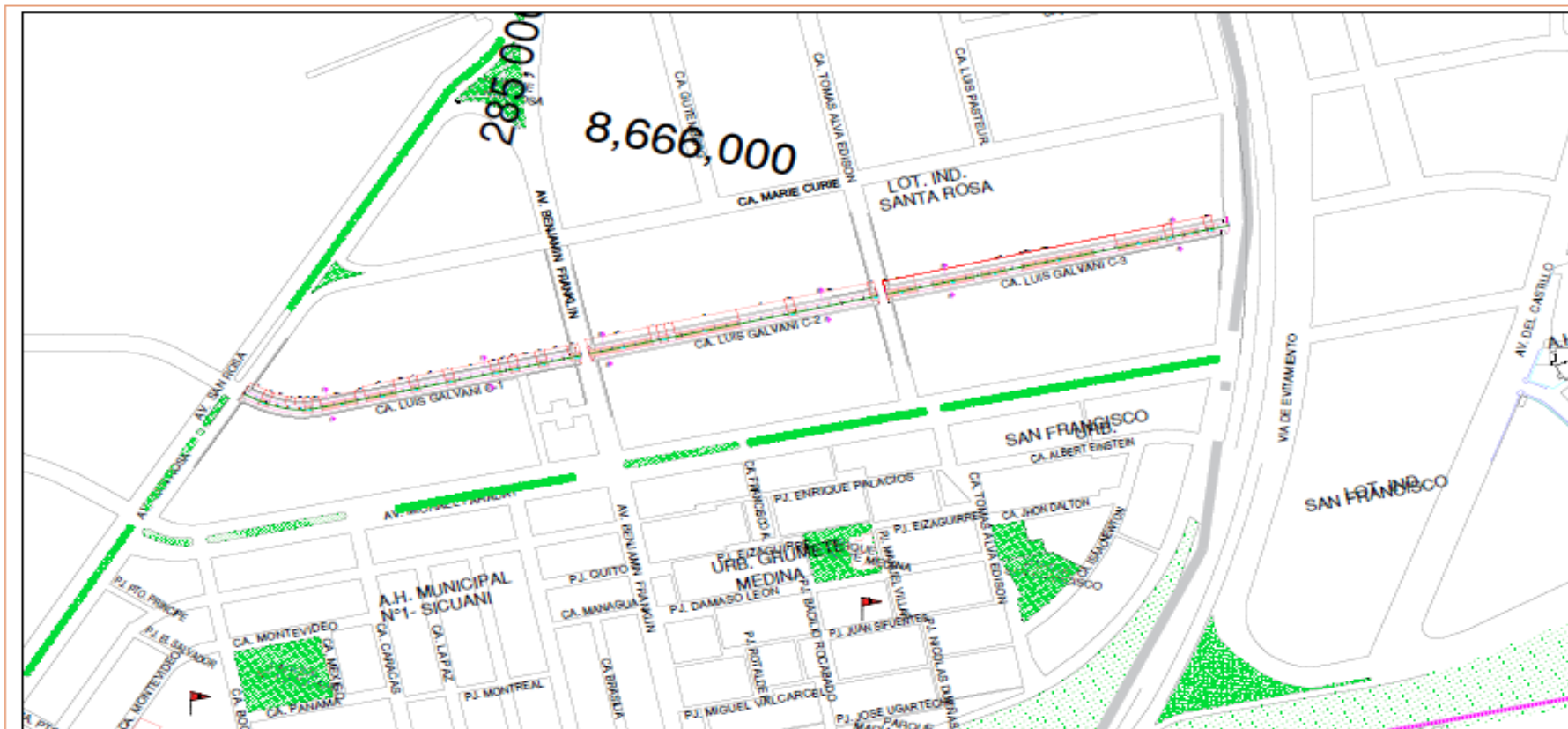


	<b>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</b> PROCESOS DE PLANIFICACION Y DISEÑO DE OBRAS DE INFRACRUCIALES		<b>T-02</b>
	COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA CALLE LUIS GALVANI Y REFORZAMIENTO MEDIANTE LA APLICACION DEL PAVIMENTO BLENDO		
	<b>TOPOGRAFICO</b>		
	ALUMNO: DOMINGO MORALES TUTOR: FRANCISCO GONZALEZ ROSA ATE: ESTEPE - LIMA	ALUMNO: RUBEN QUISPE TUTOR: INDIAGA ATE: ESTEPE - LIMA	



LEYENDA	
	CALICATA
	DIAMANTINA

	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES		FACULTAD DE INGENIERIA
	INSTITUTO DE INGENIERIA CIVIL		
COMPAÑIA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA			
CONSEJO REGULADOR DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS DEL PERU			
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL			
CATEDRA DE INGENIERIA DE PAVIMENTOS			
PROYECTO DE PAVIMENTOS EN LA CALLE LUIS GALVANI Y MEDIDAMIENTO MEDIANTE LA APLICACION DEL INVENTARIO			
AUTORES Y COLABORADORES			
ALBERTO ALVARADO	INGENIERO	INGENIERIA CIVIL	PG-02
ALVARADO ALBERTO	INGENIERO	INGENIERIA CIVIL	
ALVARADO ALBERTO	INGENIERO	INGENIERIA CIVIL	
ALVARADO ALBERTO	INGENIERO	INGENIERIA CIVIL	



COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO BASEO EN LA CALLE LUIS GALVANI Y RECONOCIMIENTO RESPECTO LA APLICACION DEL PAVIMENTO BASEO

DETALLE DE CALLE LUIS GALVANI CUADRA 1

CODIGO	ANCHO (M)	LARGO (M)	SUB TOTAL (M2)
DC1	8.00	7.68	61.44
DC2	8.00	7.20	57.60
DC3	8.00	30.75	246.00
DC4	8.00	28.80	230.40
DC5	8.00	7.20	57.60
DC6	8.00	8.67	69.36
DC7	8.00	8.33	66.64
DC8	8.00	8.30	66.40
DC9	8.00	8.70	69.60
TOTAL		131.21	883.88

COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO BASEO EN LA CALLE LUIS GALVANI Y RECONOCIMIENTO RESPECTO LA APLICACION DEL PAVIMENTO BASEO

DETALLE DE CALLE LUIS GALVANI CUADRA 2

CODIGO	ANCHO (M)	LARGO (M)	SUB TOTAL (M2)
DC1	7.00	28.80	201.60
DC2	7.00	32.20	225.40
DC3	7.00	11.50	80.50
DC4	7.00	63.00	441.00
DC5	7.00	34.80	243.60
DC6	7.00	7.20	50.40
DC7	7.00	14.50	101.50
DC8	7.00	8.80	61.60
TOTAL		208.22	1406.50

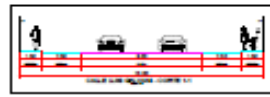
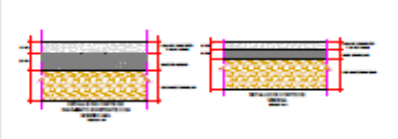
COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO BASEO EN LA CALLE LUIS GALVANI Y RECONOCIMIENTO RESPECTO LA APLICACION DEL PAVIMENTO BASEO

DETALLE DE CALLE LUIS GALVANI CUADRA 3

CODIGO	ANCHO (M)	LARGO (M)	SUB TOTAL (M2)
DC1	7.00	34.80	243.60
DC2	7.00	7.20	50.40
DC3	7.00	36.30	254.10
DC4	7.00	7.20	50.40
DC5	7.00	8.30	58.10
TOTAL		85.72	606.60

CUADRO DE MEDIDAS

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD
1. Pavimento Baseo	M2	1406.50
2. Pavimento de Baseo	M2	254.10
3. Pavimento de Baseo	M2	58.10
4. Pavimento de Baseo	M2	50.40
5. Pavimento de Baseo	M2	243.60
TOTAL		2012.70



**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO (I3D)

COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO BASEO EN LA CALLE LUIS GALVANI Y RECONOCIMIENTO RESPECTO LA APLICACION DEL PAVIMENTO BASEO

**DESIGNADO**

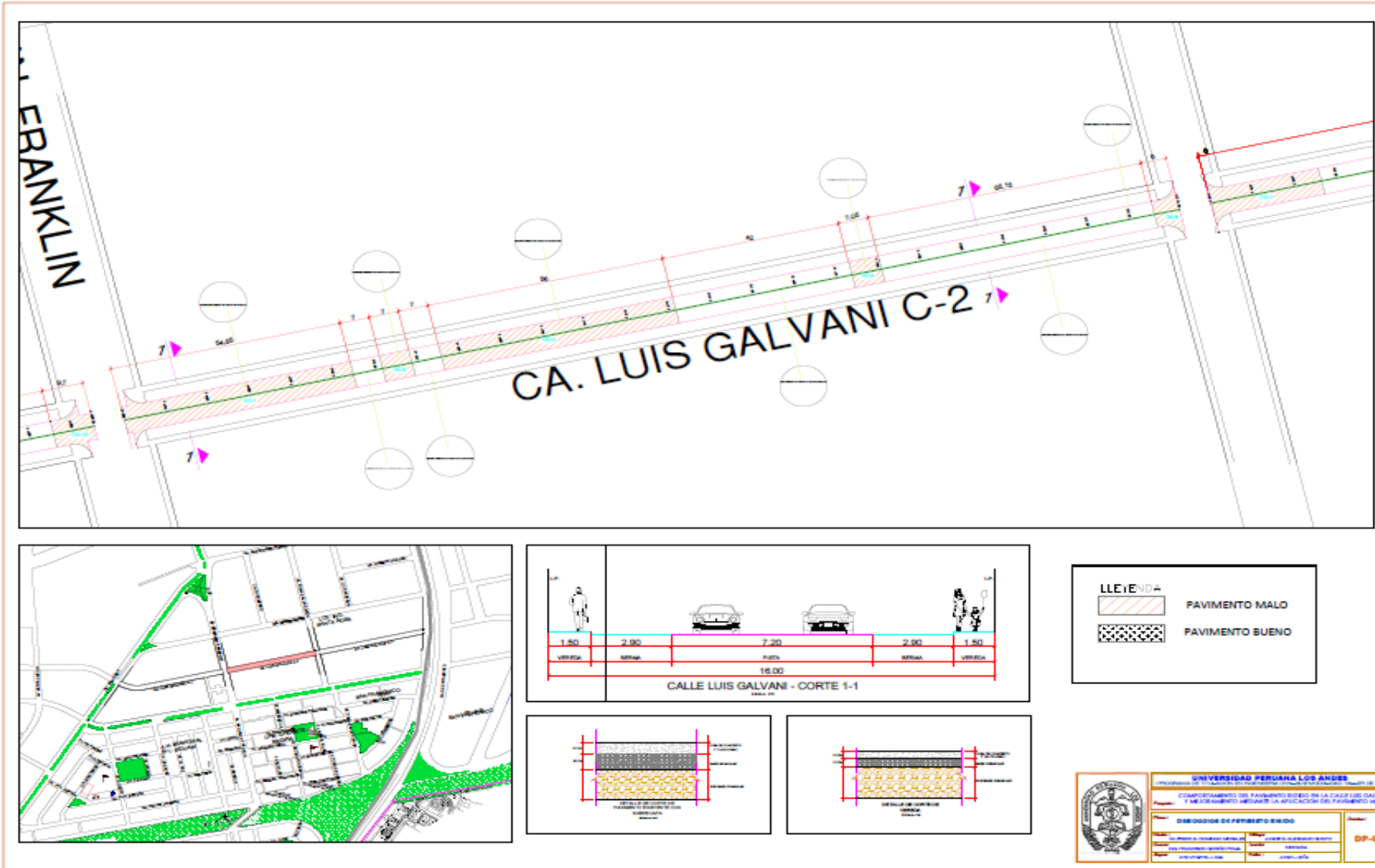
ALUMNO: [Nombre] | CENTRO EDUCATIVO: [Nombre]

FECHA: [Fecha] | TÍTULO: [Título]

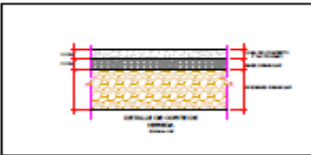
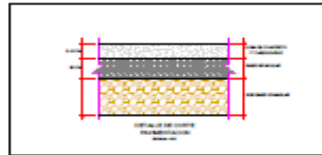
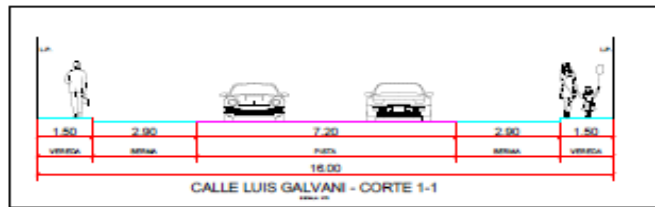
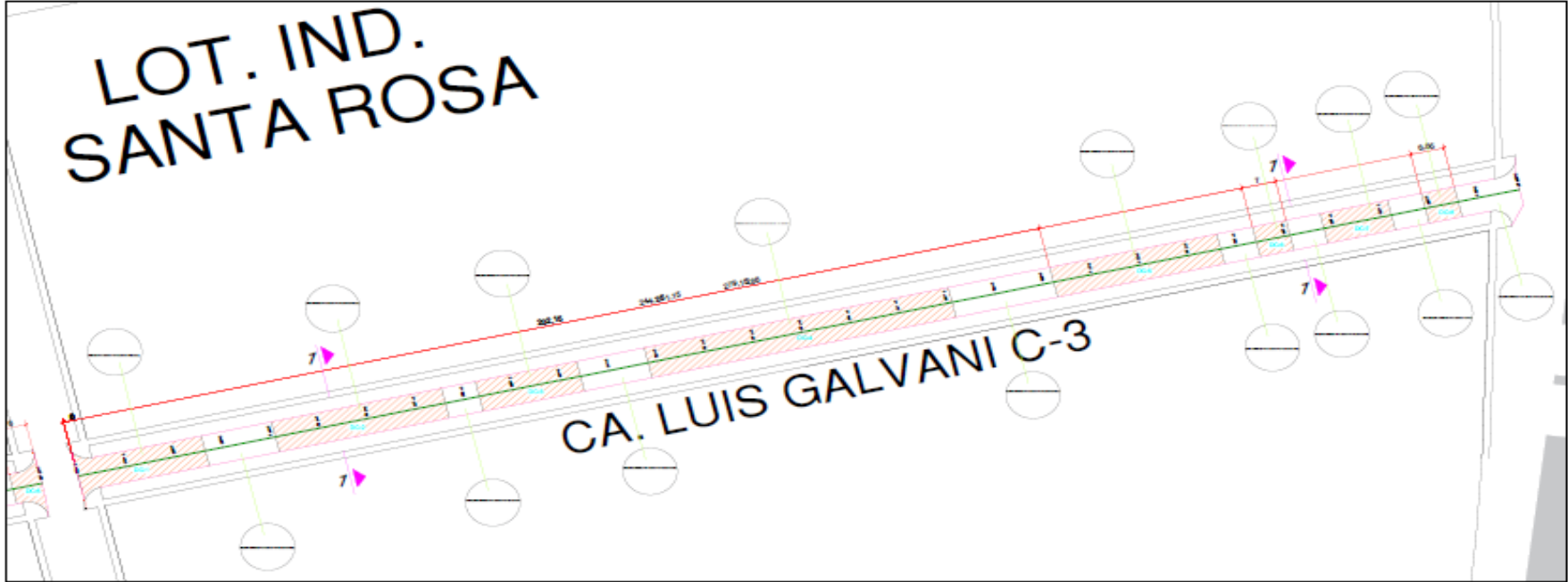
**PG-02**







LOT. IND.  
SANTA ROSA



**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
 INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE CARÁCTER PRIVADO

**DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO**

COMERCIALIZADO DE PAVIMENTO RIGIDO EN LA CALLE LUIS GALVANI Y MEJORAMIENTO MISMA LA APLICACION DEL PAVIMENTO MEDIO

PROYECTO: [ ]

FECHA: [ ]

PROYECTISTA: [ ]

REVISOR: [ ]

APROBADO: [ ]

OP-03



