

ANEXO 5
ANÁLISIS ESTADÍSTICO

EVALUACION ESTADISTICA DE RESULTADOS

Resistencia especifica $f'c=$ 41,80 kg/cm²
 Resistencia promedio $f'c^r=$ 48,80 kg/cm²
Cemento IP - 40
Hormigón de alta resistencia.

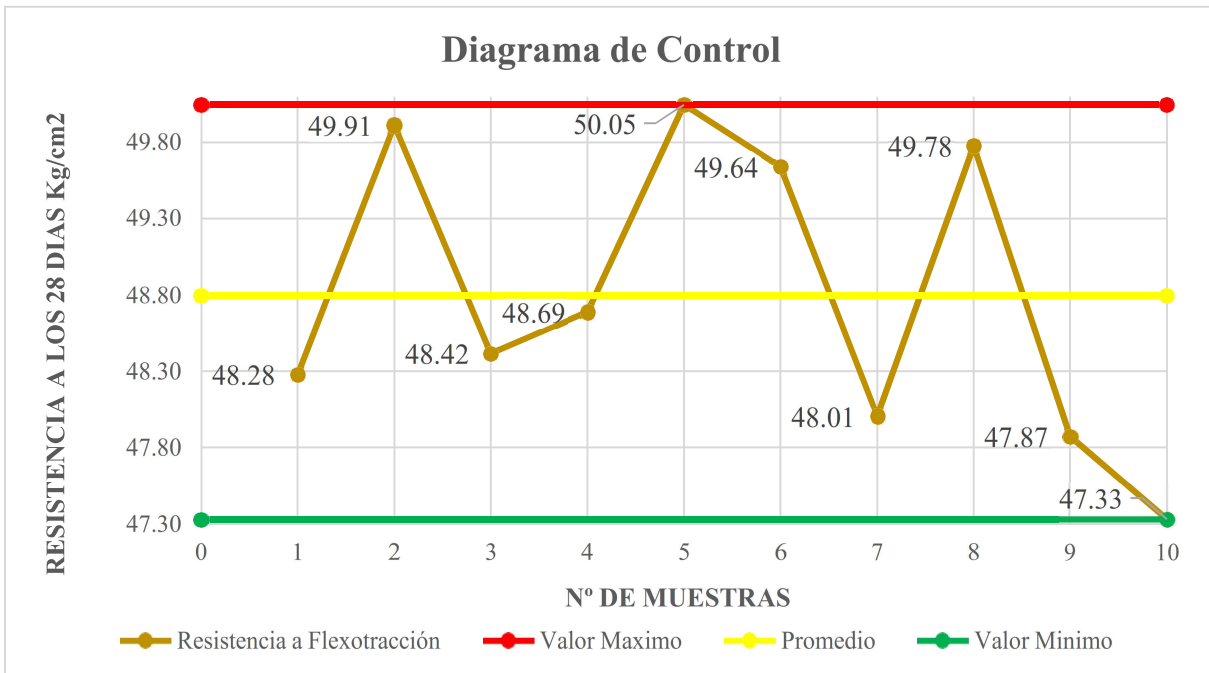
Nº		Xi	(Xi-Xprom)	(Xi-Xprom) ²
1	X1	48,28	-0,52	0,27
2	X2	49,91	1,12	1,24
3	X3	48,42	-0,38	0,15
4	X4	48,69	-0,11	0,01
5	X5	50,05	1,25	1,57
6	X6	49,64	0,84	0,71
7	X7	48,01	-0,79	0,62
8	X8	49,78	0,98	0,96
9	X9	47,87	-0,92	0,86
10	X10	47,33	-1,47	2,16
Sumatoria	$\Sigma=$	487,97	$\Sigma=$	8.54
Media	$X_{prom}=$	48,80		kg/cm²
Desviación estándar	$\sigma=$	0,97		kg/cm²
Coefficiente de variación	$CV=$	2		%
Varianza	$\sigma^2=$	0,94		

Vigas prismáticas con 0% de cascarilla de huevo pulverizada.			
Cantidad de muestras	$n=$	10	Nro.
Sumatoria de resistencias	$\Sigma=$	487,97	
Módulo de rotura promedio	$X_{prom}=$	48,80	kg/cm²
Desviación estándar	$\sigma=$	0,97	kg/cm²
Coefficiente de variación	$CV=$	2	%

EVALUACION ESTADISTICA DE RESULTADOS

Resistencia especifica $f'c=$ 41,80 kg/cm²
Resistencia promedio $f'c'r=$ 48,80 kg/cm²
Cemento **IP - 40**
Hormigón de alta resistencia.

Nº ENSAYO	Resistencia Kg/cm ²
1	48,28
2	49,91
3	48,42
4	48,69
5	50,05
6	49,64
7	48,01
8	49,78
9	47,87
10	47,33
Promedio Xprom=	48,80
Min.=	47,33
Máx.=	50,05



EVALUACION ESTADISTICA DE RESULTADOS

Resistencia especifica $f'c = 41,80 \text{ kg/cm}^2$

Resistencia promedio $f'c'r = 51,04 \text{ kg/cm}^2$

Cemento **IP - 40**

Hormigón alta resistencia sustituyendo 0,50 % de cemento por cascarilla pulverizada.

Nº		Xi	(Xi-Xprom)	(Xi-Xprom) ²
1	X1	50,86	-0,18	0,03
2	X2	50,05	-0,99	0,99
3	X3	51,95	0,91	0,83
4	X4	51	-0,04	0
5	X5	51,82	0,78	0,60
6	X6	50,18	-0,86	0,73
7	X7	52,09	1,05	1,10
8	X8	51,14	0,10	0,01
9	X9	49,78	-1,26	1,60
10	X10	51,54	0,50	0,25
Sumatoria	$\Sigma =$	510,41	$\Sigma =$	6,14
Promedio	$X_{prom} =$	51,04	kg/cm²	
Desviación estándar	$\sigma =$	0,83	kg/cm²	
Coefficiente corrección de	$\sigma =$	1,16	según tabla	
Desviación estándar corregida	$\sigma =$	0,96	kg/cm²	
Coefficiente de variación	CV =	1,88	%	
Varianza	$\sigma^2 =$	0,68		

Vigas prismáticas con 0,50 % de cascarilla de huevo pulverizada.			
Cantidad de muestras	n =	10	Nro.
Sumatoria de resistencias	$\Sigma =$	510,41	
Módulo de rotura promedio	$X_{prom} =$	51,04	kg/cm²
Desviación estándar	$\sigma =$	0,83	kg/cm²
Coefficiente corrección de	$\sigma =$	1,16	según tabla
Desviación estándar corregida	$\sigma =$	0,96	kg/cm²
Coefficiente de variación	CV =	1,88	%

EVALUACION ESTADISTICA DE RESULTADOS

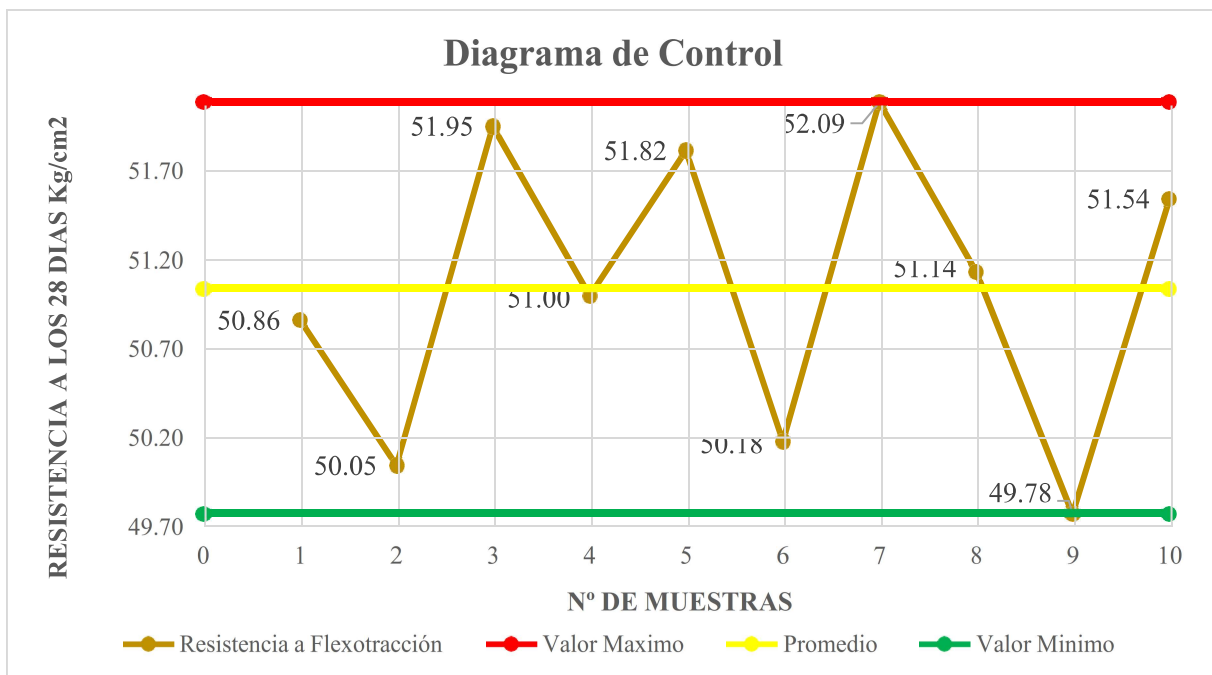
Resistencia especifica $f'c = 41,80 \text{ kg/cm}^2$

Resistencia promedio $f'c_r = 51,04 \text{ kg/cm}^2$

Cemento IP - 40

Hormigón alta resistencia sustituyendo 0,50 % de cemento por cascarilla pulverizada.

Nº ENSAYO	Resistencia Kg/cm ²
1	50,86
2	50,05
3	51,95
4	51
5	51,82
6	50,18
7	52,09
8	51,14
9	49,78
10	51,54
Promedio Xprom=	51,04
Min.=	49,78
Máx.=	52,09



EVALUACION ESTADISTICA DE RESULTADOS

Resistencia especifica $f'c=$ 41,80 kg/cm²
Resistencia promedio $f'c'r=$ 49,64 kg/cm²
Cemento **IP - 40**
Hormigón alta resistencia sustituyendo 1 % de cemento por cascarilla pulverizada.

N°		Xi	(Xi-Xprom)	(Xi-Xprom) ²
1	X1	49,37	-0,27	0,07
2	X2	48,82	-0,82	0,67
3	X3	49,78	0,14	0,02
4	X4	50,18	0,54	0,30
5	X5	49,64	0	0
6	X6	48,69	-0,95	0,91
7	X7	49,10	-0,54	0,30
8	X8	50,32	0,68	0,46
9	X9	49,50	-0,14	0,02
10	X10	51,00	1,36	1,85
Sumatoria	$\Sigma=$	496,40	$\Sigma=$	4,59
Promedio	$X_{prom}=$	49,64	kg/cm²	
Desviación estándar	$\sigma=$	0,71	kg/cm²	
Coefficiente corrección de	$\sigma=$	1,16	según tabla	
Desviación estándar corregida	$\sigma=$	0,83	kg/cm²	
Coefficiente de variación	CV=	1,67	%	
Varianza	$\sigma^2=$	051		

Vigas prismáticas con 1 % de cascarilla de huevo pulverizada.			
Cantidad de muestras	n=	10	Nro.
Sumatoria de resistencias	$\Sigma=$	496,40	
Módulo de rotura promedio	$X_{prom}=$	49,64	kg/cm²
Desviación estándar	$\sigma=$	0,71	kg/cm²
Coefficiente corrección de	$\sigma=$	1,16	según tabla
Desviación estándar corregida	$\sigma=$	0,83	kg/cm²
Coefficiente de variación	CV=	1,67	%

EVALUACION ESTADISTICA DE RESULTADOS

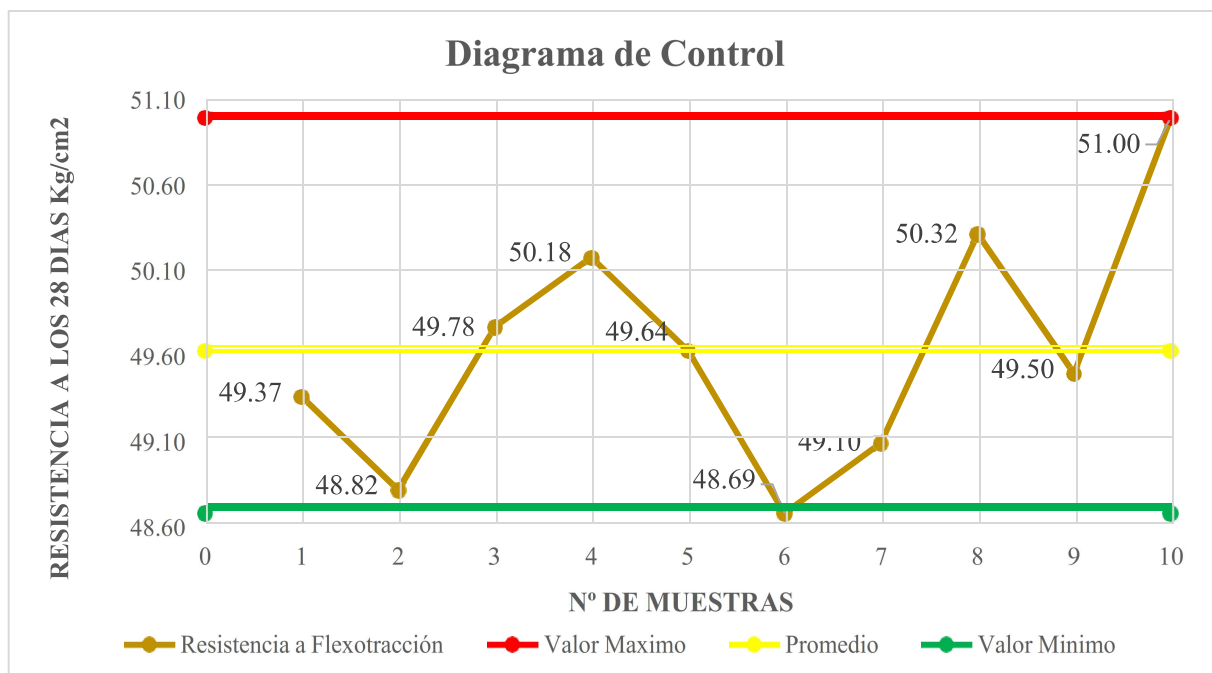
Resistencia especifica $f'c = 41,80 \text{ kg/cm}^2$

Resistencia promedio $f'c'r = 49,64 \text{ kg/cm}^2$

Cemento IP - 40

Hormigón alta resistencia sustituyendo 1 % de cemento por cascarilla pulverizada.

Nº ENSAYO	Resistencia Kg/cm ²
1	49,37
2	48,82
3	49,78
4	50,18
5	49,64
6	48,69
7	49,10
8	50,32
9	49,50
10	51
Promedio Xprom=	49,64
Min.=	48,69
Máx.=	51



EVALUACION ESTADISTICA DE RESULTADOS

Resistencia especifica $f'c=$ 41,80 kg/cm²
Resistencia promedio $f'c'r=$ 47,79 kg/cm²
Cemento **IP - 40**
Hormigon alta resistencia sustituyendo 5 % de cemento por cascarilla pulverizada.

N°		Xi	(Xi-Xprom)	(Xi-Xprom) ²
1	X1	48,14	0,35	0,13
2	X2	47,46	-0,33	0,11
3	X3	46,10	-1,69	2,84
4	X4	48,82	1,03	1,07
5	X5	47,33	-0,46	0,21
6	X6	48,28	0,49	0,24
7	X7	47,33	-0,46	0,21
8	X8	49,23	1,44	2,08
9	X9	48,01	0,22	0,05
10	X10	47,19	-0,60	0,36
Sumatoria	$\Sigma=$	477,90	$\Sigma=$	7,29
Promedio	$X_{prom}=$	47,79		kg/cm²
Desviación estándar	$\sigma=$	0,90		kg/cm²
Coefficiente corrección de	$\sigma=$	1,16		según tabla
Desviación estándar corregida	$\sigma=$	1,04		kg/cm²
Coefficiente de variación	$CV=$	2,19		%
Varianza	$\sigma^2=$	0,81		

Vigas prismáticas con 5% de cascarilla de huevo pulverizada.			
Cantidad de muestras	$n=$	10	Nro.
Sumatoria de resistencias	$\Sigma=$	477,90	
Módulo de rotura promedio	$X_{prom}=$	47,79	kg/cm²
Desviación estándar	$\sigma=$	0,90	kg/cm²
Coefficiente corrección de	$\sigma=$	1,16	según tabla
Desviación estándar corregida	$\sigma=$	1,04	kg/cm²
Coefficiente de variación	$CV=$	2,19	%

EVALUACION ESTADISTICA DE RESULTADOS

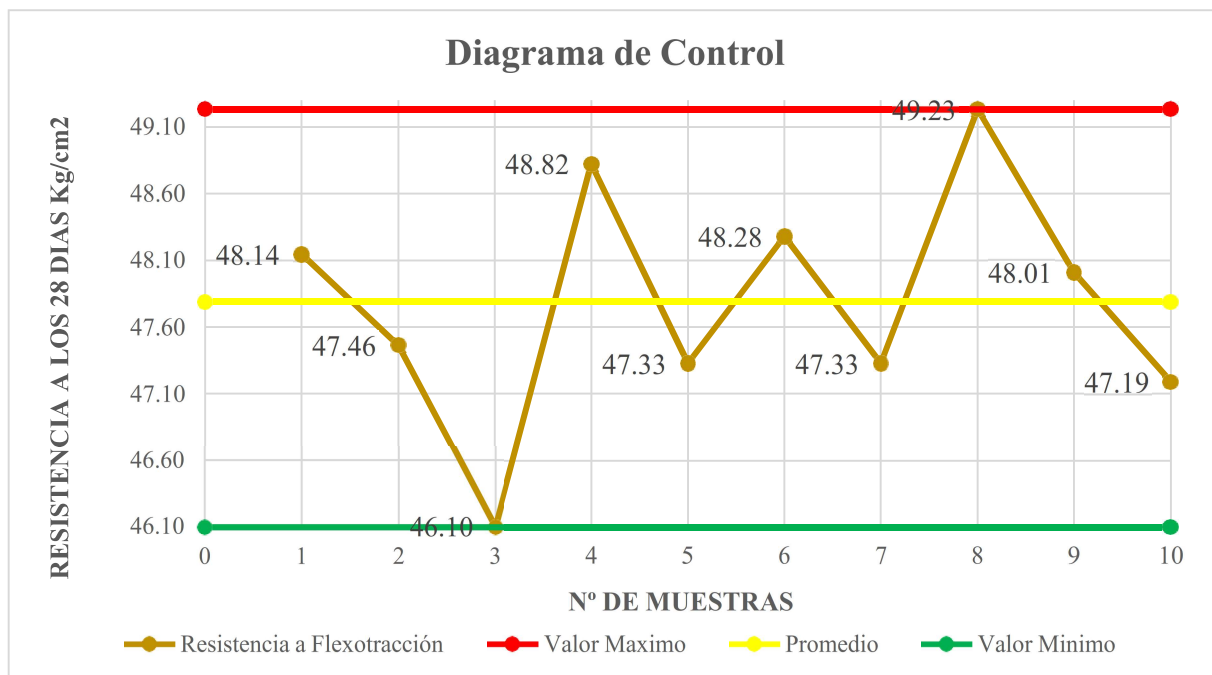
Resistencia especifica $f'c = 41,80 \text{ kg/cm}^2$

Resistencia promedio $f'c_r = 47,79 \text{ kg/cm}^2$

Cemento IP - 40

Hormigón alta resistencia sustituyendo 5 % de cemento por cascarilla pulverizada.

Nº ENSAYO	Resistencia Kg/cm ²
1	48,14
2	47,46
3	46,10
4	48,82
5	47,33
6	48,28
7	47,33
8	49,23
9	48,01
10	47,19
Promedio Xprom=	47,79
Min.=	46,10
Máx.=	49,23



ANEXO 6
ANÁLISIS DE PRECIOS
UNITARIOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES				
Proyecto:	Análisis de los efectos de la cascarilla de huevo pulverizado en las losas de hormigón, aplicado a carreteras de tráfico vehicular liviano			
Actividad:	HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA PARA LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO			
Cantidad:	1			
Unidad:	m3			
Moneda:	Bolivianos			
1.- MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
ARENA	M3	0,32	120	38,40
GRAVA	M3	0,39	100	39
CEMENTO PORTLAND (IP-40)	KG	475	1	475
TOTAL MATERIALES:				552,40
2.- MANO DE OBRA				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
ALBAÑIL	HR	4	20,50	82
AYUDANTE	HR	3,50	15	52,50
PEON	HR	3,50	10	35
SUBTOTAL MANO DE OBRA:				169,50
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18)		55%		93,23
IMPUESTO IVA MANO DE OBRA= (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES (14.94%))		14,94%		39,25
TOTAL MANO DE OBRA:				301,98
3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
MEZCLADORA	HR	1	24	24
VIBRADORA	HR	0,10	15	1,50
				-
				-
HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)		6%		18,12
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				43,62
4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
GASTOS GENERALES = % DE 1+2+3		7%		62,86
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				62,86
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD = % DE 1+2+3+4		5%		48,04
TOTAL UTILIDAD				48,04
6.- IMPUESTOS				
IMPUESTOS IT = % DE 1+2+3+4+5		3,09%		31,18
TOTAL IMPUESTOS				31,18
TOTAL PRECIO UNITARIO 1+2+3+4+5+6				1.040,08

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES

Proyecto:	Análisis de los efectos de la cascarilla de huevo pulverizado en las losas de hormigón, aplicado a carreteras de tráfico vehicular liviano		
Actividad:	HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA PARA LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO CON 0,50% CASCARILLA		
Cantidad:	1		
Unidad:	m3		
Moneda:	Bolivianos		

1.- MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
ARENA	M3	0,32	120	38,40
GRAVA	M3	0,39	100	39
CEMENTO PORTLAND (IP-40)	KG	472,63	1	472,63
CASCARILLA PULVERIZADA 0,50%	KG	2,38	10	23,75

TOTAL MATERIALES: 573,78

2.- MANO DE OBRA

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
ALBAÑIL	HR	4	20,50	82
AYUDANTE	HR	3,50	15	52,50
PEON	HR	3,50	10	35

SUBTOTAL MANO DE OBRA: 169,500

CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71,18)	55%		93,23
IMPUESTO IVA MANO DE OBRA= (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES (14,94%)	15%		39,25

TOTAL MANO DE OBRA: 301,980

3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
MEZCLADORA	HR	1	24	24
VIBRADORA	HR	0,10	15	1,50
				-
				-
HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)		6%		18,12

TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS 43,62

4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS

GASTOS GENERALES = % DE 1+2+3	7%		64,36
			TOTAL GASTOS GENERALES ADMINISTRATIVOS 64,36

5.- UTILIDAD

UTILIDAD = % DE 1+2+3+4	5%		49,19
			TOTAL UTILIDAD 49,19

6.- IMPUESTOS

IMPUESTOS IT = % DE 1+2+3+4+5	3,09%		31,92
			TOTAL IMPUESTOS 31,92

TOTAL PRECIO UNITARIO 1.064,85

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES

Proyecto:	Análisis de los efectos de la cascarilla de huevo pulverizado en las losas de hormigón, aplicado a carreteras de tráfico vehicular liviano		
Actividad:	HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA PARA LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO CON 1% CASCARILLA		
Cantidad:	1		
Unidad:	m3		
Moneda:	Bolivianos		

1.- MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
ARENA	M3	0,32	120	38,40
GRAVA	M3	0,39	100	39
CEMENTO PORTLAND (IP-40)	KG	470,25	1	470,25
CASCARILLA PULVERIZADA 1%	KG	4,75	10	47,50

TOTAL MATERIALES: 595,15

2.- MANO DE OBRA

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
ALBAÑIL	HR	4	20,50	82
AYUDANTE	HR	3,50	15	52,50
PEON	HR	3,50	10	35

SUBTOTAL MANO DE OBRA: 169,50

CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18)	55%		93,23
---	-----	--	-------

IMPUESTO IVA MANO DE OBRA= (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES (14.94%))	14,94%		39,25
---	--------	--	-------

TOTAL MANO DE OBRA: 301,980

3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
MEZCLADORA	HR	1	24	24
VIBRADORA	HR	0,10	15	1,50
				-
				-

HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)	6%		18,12
--	----	--	-------

TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS			43,62
--	--	--	--------------

4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS

GASTOS GENERALES = % DE 1+2+3	7%		65,85
-------------------------------	----	--	-------

TOTAL GASTOS GENERALES ADMINISTRATIVOS			65,85
---	--	--	--------------

5.- UTILIDAD

UTILIDAD = % DE 1+2+3+4	5%		50,33
-------------------------	----	--	-------

TOTAL UTILIDAD 50,33

6.- IMPUESTOS

IMPUESTOS IT = % DE 1+2+3+4+5	3,09%		32,66
-------------------------------	-------	--	-------

TOTAL IMPUESTOS 32,66

TOTAL PRECIO UNITARIO 1+2+3+4+5+6			1.089,59
---	--	--	-----------------

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
Proyecto:	Análisis de los efectos de la cascarilla de huevo pulverizado en las losas de hormigón, aplicado a carreteras de tráfico vehicular liviano				
Actividad:	HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA PARA LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO CON 5% CASCARILLA				
Cantidad:	1				
Unidad:	m3				
Moneda:	Bolivianos				
1.- MATERIALES					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
	ARENA	M3	0,32	120	38,40
	GRAVA	M3	0,39	100	39
	CEMENTO PORTLAND (IP-40)	KG	451,25	1	451,25
	CASCARILLA PULVERIZADA 5%	KG	23,75	10	237,50
TOTAL MATERIALES:					766,15
2.- MANO DE OBRA					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
	ALBAÑIL	HR	4,0	20,50	82
	AYUDANTE	HR	3,50	15	52,50
	PEON	HR	3,50	10	35
SUBTOTAL MANO DE OBRA:					169,50
	CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18)		55%		93,23
	IMPUESTO IVA MANO DE OBRA= (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES (14.94%)		14,94%		39,25
TOTAL MANO DE OBRA:					301,98
3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
	MEZCLADORA	HR	1	24	24
	VIBRADORA	HR	0,10	15	1,50
					-
					-
	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)		6%		18,12
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					43,62
4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
	GASTOS GENERALES = % DE 1+2+3		7%		77,82
TOTAL GASTOS GENERALES ADMINISTRATIVOS					77,82
5.- UTILIDAD					
	UTILIDAD = % DE 1+2+3+4		5%		59,48
TOTAL UTILIDAD					59,48
6.- IMPUESTOS					
	IMPUESTOS IT = % DE 1+2+3+4+5		3,09%		38,60
TOTAL IMPUESTOS					38,60
TOTAL PRECIO UNITARIO					1.287,65
1+2+3+4+5+6					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
Proyecto:	Análisis de los efectos de la cascarilla de huevo pulverizado en las losas de hormigón, aplicado a carreteras de tráfico vehicular liviano				
Actividad :	HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA PARA LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO CON AUMENTO DE CEMENTO PARA LLEGAR A LA RESISTENCIA OPTIMA				
Cantidad:	1				
Unidad :	m3				
Moneda:	Bolivianos				
1.- MATERIALES					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
	ARENA	M3	0,32	120	38,40
	GRAVA	M3	0,39	100	39
	CEMENTO PORTLAND (IP-40)	KG	519,44	1	519,44
TOTAL MATERIALES:					596,84
2.- MANO DE OBRA					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
	ALBAÑIL	HR	4	20,50	82
	AYUDANTE	HR	3,50	15	52,50
	PEON	HR	3,50	10	35
SUBTOTAL MANO DE OBRA:					169,50
	CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18)		55%		93,23
	IMPUESTO IVA MANO DE OBRA= (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES (14.94%)		14,94%		39,25
TOTAL MANO DE OBRA:					301,98
3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
	MEZCLADORA	HR	1	24	24
	VIBRADORA	HR	0,10	15	1,50
					-
					-
	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)		6%		18,12
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					43,62
4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
	GASTOS GENERALES = % DE 1+2+3		7%		65,97
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					65,97
5.- UTILIDAD					
	UTILIDAD = % DE 1+2+3+4		5%		50,42
TOTAL UTILIDAD					50,42
6.- IMPUESTOS					
	IMPUESTOS IT = % DE 1+2+3+4+5		3,09%		32,72
TOTAL IMPUESTOS					32,72
TOTAL PRECIO UNITARIO					1.091,55
1+2+3+4+5+6					

ANEXO 7
REPORTE FOTOGRAFICO

Extracción de materiales de la chancadora de Charajas:



Lavado de los agregados:



Lavado de la cascara de huevo:



Preparación de la cascara de huevo pulverizada:



Caracterización de los agregados, se realizó los siguientes ensayos en el laboratorio:

Granulometría de la grava:



Granulometría del agregado fino:



Desgaste máquina de los ángeles:



Continuación maquina de los angeles.



Peso específico del agregado grueso:



Peso específico del agregado fino:



Peso unitario del agregado grueso:



Peso unitario del agregado fino:



Contenido de humedad agregado grueso:



Contenido de humedad agregado fino:



Finura del cemento:



Peso específico del cemento:



Contenido de humedad cascarilla de huevo:



Asentamiento (cono de Abrams):



Continuación cono de Abrams



Resistencia a compresión de probetas cilíndricas:





Asentamiento cono de Abrams probetas prismáticas:



Continuación asentamiento cono de Abrams probetas prismáticas:



Resistencia a flexo-tracción de vigas prismáticas.



Continuación resistencia a flexo-tracción de vigas prismáticas.



ANEXO 8
DISEÑO DE ESPESORES

Diseño de espesores para diferentes subrazantes (mala, buena y excelente) con el uso de cascarilla de huevo y sin ella

Método AASHTO -93

El diseño de espesores se efectúa con el programa AASHTO- 93, para su ejecución se necesita datos iniciales obtenidos del estudio de pavimento rígido, subrasante y volumen de tráfico de una calle de Villamontes, con los datos obtenidos se realizó el diseño final.

a) Determinación de Unidades ESAL's (W18)

El número equivalente de ejes de 80 KN (ESAL'S) para una vida útil de 15 años para la calle Alberto Vedia se tomó el dato de esta calle de mayor volumen de tráfico diario en estudio del proyecto de grado ("Dimensionamiento de pavimento de concreto de bajo tráfico con la aplicación de losas cortas" / Mollo Flores Patricia), se calcula con la siguiente fórmula:

$$W18 = N^{\circ} \text{ ESAL} * F_c * F_d$$

Donde:

Fc = Factor de distribución

Fd = Factor de distribución direccional

Para la calle Alberto Vedia se tomó el factor de distribución de dos direcciones se tiene el 50 %

$$F_c = 0,5 \text{ el } 50\%$$

Para la calle Alberto Vedia se tomará el factor de distribución es de 2 carriles por dirección del cuadro:

Número de ESAL que circulan en la calle Alberto Vedia

Número de carriles en cada dirección	% ESAL de 18 kips en el carril de diseño
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4	50 - 75

$$F_d = 0,80 \text{ el } 80 \%$$

$$W18 = 2367678,90 * 0,50 * 0,80$$

$$W18 = 947071,56 \text{ ESAL}$$

b) Serviciabilidad

Dependiendo de la importancia de la viabilidad, pueden considerarse los valores de serviciabilidad inicial Po para pavimento rígido por la norma I.B.C.H. es:

$$P_o = 4,50$$

$$P_t = 2$$

Pérdida de Serviciabilidad

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

$$\Delta PSI = 4,5 - 2,0$$

$$\Delta PSI = 2,5$$

c) Desviación estándar

Para los tramos en estudio se procederá a adoptar como se indica en la Tabla

Desviación estándar para pavimento rígido y flexible

Condición de diseño	Desviación estándar (So)	
	Pav. Rígido	Pav. Flexible
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito	0,34	0,44
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito	0,39	0,49

$$S_o = 0,39$$

d) Drenaje

El coeficiente de drenaje incorpora el efecto de drenaje en la vida de los pavimentos rígidos, desempeño de los pavimentos es una función de la calidad del drenaje (tiempo requerido para que el agua escurra) y la cantidad de tiempo durante un año en que la estructura del pavimento estará expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación. Para la selección del coeficiente de drenaje, AASHTO provee la tabla, donde la calificación dada al drenaje se relaciona con el tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación.

Coeficiente de drenaje

Calidad de drenaje	% de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1-5 %	5 - 25 %	>25 %
Excelente	1,25-1,20	1,20-1,15	1,15-1,10	1,10
Bueno	1,20-1,15	1,15 -1	1,10 -1	1
Regular	1,15-1,10	1,10 -1	1 - 0,90	0,90
Pobre	1,10 -1	1 - 0,90	0,90-0,80	0,80
Muy pobre	1-0,90	0,90 - 0,80	0,80 -0,70	0,70

Las condiciones morfológicas de la zona las obras de drenaje indican entre regular y bueno, las características y precipitación de la zona nos llevan a deducir que entre el 5 - 25 % del tiempo el pavimento estará en niveles cercanos a la saturación, por lo tanto, el coeficiente global de drenaje adoptado es:

Cd= 1

e) Nivel de Confiabilidad

Bajo el criterio la AASHTO la tabla, donde se presentan los niveles de confianza en funcion del tipo de camino y su ubicación

Nivel de confiabilidad del pavimento rígido

Clasificación funcional	Nivel de confiabilidad recomendado	
	Urbano	Rural
Interestatal y otras vías libres	85 - 99,90	80 - 99,90
Arterias principales	80 - 90	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Se adopto una confiabilidad de 80% que cumplira su funcion prevista dentro de su vida util y bajo las condiciones (medio ambiente).

R= 80% Zr= -0.841

f) Transferencia de cargas

De la tabla de método AASHTO (1993) considera una berma de asfalto y se adoptara con junta sencilla y reforzada.

Transferencia de cargas para pavimento rígido

Tipo de pavimento	Berma de asfalto		Berma de Ho. vinculada	
	Dispositivos de transferencia		Dispositivos de transferencia	
	Si	No	Si	No
Junta sencilla y junta reforzada	3,20	3,80 - 4,40	2,50 - 3,10	3,60 - 4,20
Continuamente reforzada	2,90 - 3,20	N/D	2,30 - 2,90	N/D

J= 3.2

g) Módulo de Elasticidad (Ec)

Sin embargo, puede determinarse el valor del módulo de elasticidad a partir de la resistencia a compresión o a flexión del hormigón se usará en nuestra siguiente fórmula:

Resistencia a compresión del hormigón

$F'c = 450,12 \text{ Kg/cm}^2 \text{ o } 6402,31 \text{ Psi}$ Para H° Alta resistencia

$$E'c(\text{Psi}) = 57000 * \sqrt{f'c}$$

$$E'c (\text{Psi}) = 57000 * \sqrt{6402,31}$$

$E'c (\text{Psi}) = 4560824,644 \text{ Psi}$ Para H° Alta resistencia

$F'c = 492,47 \text{ Kg/cm}^2 \text{ o } 7004,69 \text{ Psi}$ Para H° con 0,50% de cascarilla

$$E'c(\text{Psi}) = 57000 * \sqrt{f'c}$$

$$E'c (\text{Psi}) = 57000 * \sqrt{7004,69}$$

$E'c (\text{Psi}) = 4770560,85 \text{ Psi}$ Para H° con 0,50% de cascarilla

h) Modulo promedio de rotura del hormigón a los 28 días (Sc)

Se realizó el ensayo de dosificación de hormigón en vigas para las calles en estudio para obtener la ruptura a flexión del hormigón se realizó por cada 10 muestras para así poder sacar el promedio de la resistencia de rotura a flexión.

Resistencia a flexión

Módulo de rotura (Sc)	H° Alta resistencia	H° con 0,50% de cascarilla
Sc kg/cm ²	48,80	51,04
Sc lb/pg ² (PSI)	640	700

i) Modulo efectivo de reacción de la subrasante (K)

Este factor no da idea de cuánto se asienta la subrasante cuando se le aplica un esfuerzo de compresión. Numéricamente, es igual a la carga en libras por pulgada cuadrada sobre un área de carga, dividido por la deflexión en pulgadas para esa carga.

Los valores de k son expresados como libras por pulgada cuadrada.

Calle Alberto Vedia

El valor de k se obtuvo a través del ensayo de soporte california (C.B.R.) del suelo natural que vendría a ser nuestra subrasante que se obtuvo de acuerdo a la norma Aashto donde se especifica cuando sería una subrasante mala, buena o excelente:

C.B.R. =	2	%	Malo
C.B.R. =	15	%	Bueno
C.B.R. =	40	%	Excelente

Se han propuesto algunas correlaciones de "K" a partir de datos de CBR de diseño de la Sub Rasante, siendo una de las más aceptadas por AASHTO las siguientes expresiones:

$$K=2,55+52,50(\text{Log CBR})$$

$$\text{CBR} \leq 10$$

$$K = 46 + 9,08(\text{Log CBR})^{4,34}$$

$$\text{CBR} > 10$$

K=	18,35	CBR Malo
K=	64,36	CBR Bueno
K=	116,21	CBR Excelente

Datos para el calculo de espesores

Parámetros de diseño	Subrasante		
	CBR Malo	CBR Bueno	CBR Excelente
W18 (ESAL')	947071,560	947071,560	947071,560
Po	4,50	4,50	4,50
Pt	2	2	2
So	0,39	0,39	0,39
Cd	1	1	1,000
R (%)	80	80	80
Zr	-0,841	-0,841	-0,841
J	3,20	3,20	3,20
F'c (Psi) "H° Alta Resistencia"	6402,315	6402,315	6402,315
F'c (Psi) "H° con 0,500% de cascarilla"	7004,69	7004,69	7004,69
E'c (Psi) "H° Alta Resistencia"	4560824,64	4560824,64	4560824,64
E'c (Psi) "H° con 0,50% de cascarilla"	4770560,85	4770560,85	4770560,85
S'c (PSI) "H° Alta Resistencia"	640	640	640
S'c (PSI) "H° con 0,500% de cascarilla"	700	700	700
K (PSI)	18,35	64,36	116,21

Dimensionamiento de espesor con el programa

Hormigón de Alta Resistencia (Patrón)

Se presentan los resultados del programa el dimensionamiento del espesor de la losa= 7,18 pulgadas adoptando 7,20 pulgadas con un CBR= 2%, trabajando con un H° Alta Resistencia.

Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993) por Luis R. Vázquez

Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993)
Desarrollado por: Luis Ricardo Vázquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2006.

Tipo de pavimento: Rígido

Confiabilidad (R) y desviación estándar (So): 80% Zr = -0.841, So = 0.39

Serviciabilidades inicial y final: PSI inicial = 4.5, PSI final = 2.0

Tránsito de diseño: W18 = 947071.56

Pavimento rígido

Módulo de reacción de la subrasante - k (psi/in): 18.354

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi): 4560825

Módulo de rotura del concreto - Sc (psi): 640

Coefficiente de transmisión de carga - J: 3.2

Coefficiente de drenaje - Cd: 1.00

Esesor de losa D (plg): 7.18

D redondeado (plg): 7.50

W18 real: 1.34E+006

Cálculo de W18 para un D (plg): D = 7.18, W18 = 9.47E+005

Botones: Diseñar, Ver informe, Salir

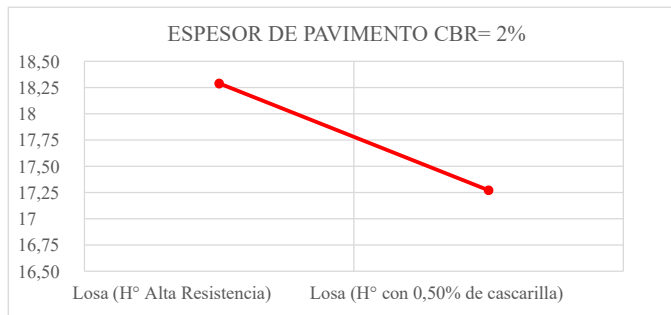
Hormigón con 0.50% de cascarilla (Óptimo)

Se presentan los resultados del programa el dimensionamiento del espesor de la losa= 6,78 pulgadas adoptando 6,80 pulgadas con un CBR= 2%, trabajando con un H° con 0,50% de cascarilla.



Espesor de pavimento CBR=2% (Malo)

Espesor	Unidad (pulg.)	Unidad (cm)
Losa de Concreto (H° Alta Resistencia)	7,20	18
Losa de Concreto (H° con 0,50% de cascarilla)	6,80	17



Hormigón de Alta Resistencia (Patrón)

Se presentan los resultados del programa el dimensionamiento del espesor de la losa= 6,78 pulgadas adoptando 6,80 pulgadas con un CBR= 15%, trabajando con un H° Alta Resistencia.

Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993) por Luis R. Vázquez

Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993)
Desarrollado por: Luis Ricardo Vázquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2006.

Tipo de pavimento: Flexible Rígido

Confiabilidad (R) y desviación estándar (So): 80 % Zr = - 0.841 So: 0.33

Serviciabilidades inicial y final: PSI inicial: 4.5 PSI final: 2.0

Tránsito de diseño: W18: 947071.56

Pavimento rígido

Módulo de reacción de la subrasante - k (psi/in): 64.357

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi): 4560825

Módulo de rotura del concreto - Sc (psi): 640

Coefficiente de transmisión de carga - J: 3.2

Coefficiente de drenaje - Cd: 1.00

Ver Guía AASHTO para su obtención

¿Ec/Sc?

Ver informe

Espesor de losa D (plg): 6.78

D redondeado (plg): 7.00

W18 real: 1.18E+00E

Cálculo de W18 para un D (plg)

D: 6.78 W18: 9.47E+005

Quitar el control de variables

Salir

Hormigón con 0,50% de cascarilla (Óptimo)

Se presentan los resultados del programa el dimensionamiento del espesor de la losa= 6,48 pulgadas adoptando 6,50 pulgadas con un CBR= 15%, trabajando con un H° con 0,50% de cascarilla.

Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993) por Luis R. Vázquez

Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993)
Desarrollado por: Luis Ricardo Vázquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2006.

Tipo de pavimento: Flexible Rígido

Confiabilidad (R) y desviación estándar (So): 80 % Zr = - 0.841 So: 0.33

Serviciabilidades inicial y final: PSI inicial: 4.5 PSI final: 2.0

Tránsito de diseño: W18: 947071.56

Pavimento rígido

Módulo de reacción de la subrasante - k (psi/in): 64.357

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi): 4770561

Módulo de rotura del concreto - Sc (psi): 700

Coefficiente de transmisión de carga - J: 3.2

Coefficiente de drenaje - Cd: 1.00

Ver Guía AASHTO para su obtención

¿Ec/Sc?

Ver informe

Espesor de losa D (plg): 6.48

D redondeado (plg): 6.50

W18 real: 1.02E+00E

Cálculo de W18 para un D (plg)

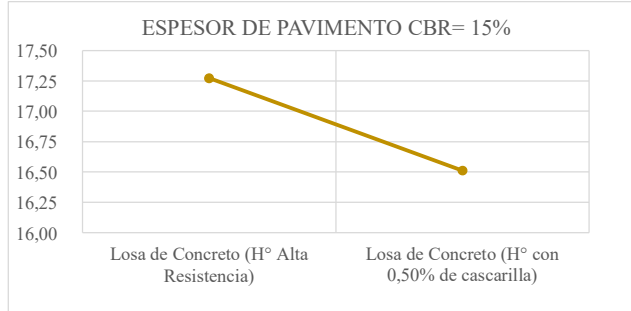
D: 6.48 W18: 9.47E+005

Quitar el control de variables

Salir

Esesor de pavimento CBR=15% (Bueno)

Esesor	Unidad (pulg.)	Unidad (cm)
Losa de Concreto (H° Alta Resistencia)	6,80	17
Losa de Concreto (H° con 0.500% de cascarilla)	6,50	16,50



Hormigón de Alta Resistencia (Patrón)

Se presentan los resultados del programa el dimensionamiento del esesor de la losa= 7,18 pulgadas adoptando 7,20 pulgadas con un CBR= 40%, trabajando con un H° Alta Resistencia.

Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993) por Luis R. Vásquez

Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993)
 Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2006.

Tipo de pavimento: Flexible Rígido

Confiabilidad (R) y desviación estándar (So): 80% Zi = -0.841, So = 0.39

Serviciabilidades inicial y final: PSI inicial = 4.5, PSI final = 2.0

Tránsito de diseño: W18 = 947071.56

Pavimento rígido

Módulo de reacción de la subrasante - k (psi/in): 116.209

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi): 4560825

Módulo de rotura del concreto - Sc (psi): 640

Coefficiente de transmisión de carga - J: 3.2

Coefficiente de drenaje - Cd: 1.00

Esesor de losa D (plg): 6.53

D redondeado (plg): 7.00

W18 real: 1.46E+00E

Cálculo de W18 para un D (plg): D = 6.53, W18 = 9.47E+005

Botones: Diseñar, Ver informe, Salir

Hormigón con 0.50% de cascarilla (Óptimo)

Se presentan los resultados del programa el dimensionamiento del esesor de la losa= 6,78 pulgadas adoptando 6,80 pulgadas con un CBR= 40%, trabajando con un H° con 0,50% de cascarilla.

Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993) por Luis R. Vásquez

Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993)
 Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2006.

Tipo de pavimento: Flexible Rígido

Confiabilidad (R) y desviación estándar (So): 80% Zi = -0.841, So = 0.39

Serviciabilidades inicial y final: PSI inicial = 4.5, PSI final = 2.0

Tránsito de diseño: W18 = 947071.56

Pavimento rígido

Módulo de reacción de la subrasante - k (psi/in): 116.209

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi): 4770561

Módulo de rotura del concreto - Sc (psi): 700

Coefficiente de transmisión de carga - J: 3.2

Coefficiente de drenaje - Cd: 1.00

Esesor de losa D (plg): 6.21

D redondeado (plg): 6.50

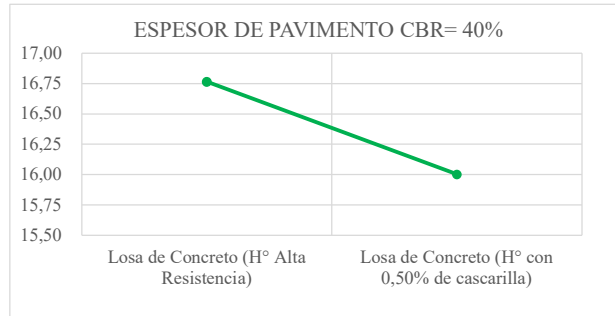
W18 real: 1.28E+00E

Cálculo de W18 para un D (plg): D = 6.21, W18 = 9.47E+005

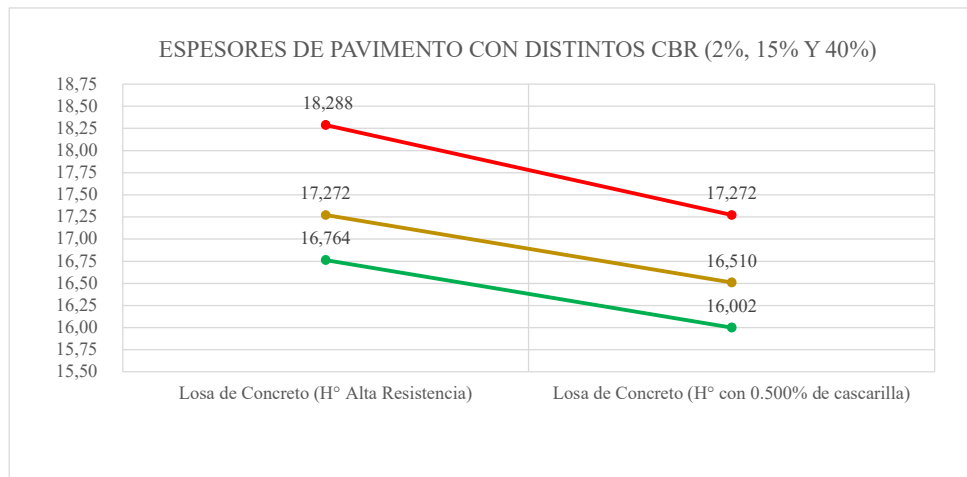
Botones: Diseñar, Ver informe, Salir

Espesor de pavimento CBR=40% (Excelente)

Espesor	Unidad (pulg.)	Unidad (cm)
Losa de Concreto (H° Alta Resistencia)	6,600	17
Losa de Concreto (H° con 0,50% de cascarilla)	6,300	16



Espesor	CBR =2% (Malo)	CBR =15% (Bueno)	CBR =40% (Excelente)
	Unidad (cm)	Unidad (cm)	Unidad (cm)
Losa de Concreto (H° Alta Resistencia)	18,29	17,27	16,76
Losa de Concreto (H° con 0.500% de cascarilla)	17,27	16,51	16



ANEXO 9

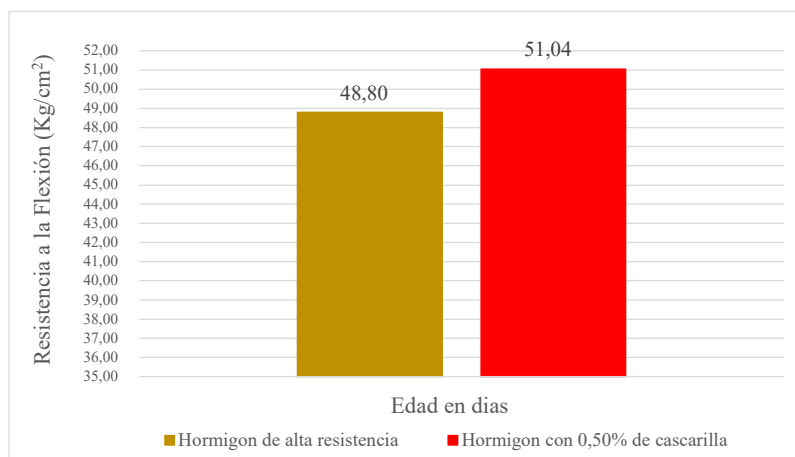
**EVALUACIÓN TÉCNICA,
ECONÓMICA Y AMBIENTAL**

Evaluación técnica, económica y ambiental sobre el uso de la cascarilla de huevo

Evaluación Técnica

Resistencia a flexotracción entre una viga patrón y con 0.500% de cascarilla de huevo pulverizada

Material	Resistencia (kg/cm ²)
Hormigon de alta resistencia	48,797
Hormigon con 0,50 % de cascarilla	51,041



TIPO DE HORMIGÓN	ASENTAMIENTO PROMEDIO (cm.)
Hormigon de alta resistencia	2,46
Hormigon con 0,5% de cascarilla de huevo pulverizada	2,36

Evaluación Económica

CALCULO DE CASCARILLA DE HUEVO NECESARIA PARA UNA CUADRA

$$\text{Cascarilla Pulverizada } 0,50\% = 2,375 \text{ Kg/m}^3$$

$$2,38 * 129,60 = 307,80 \text{ Kg/m}^3$$

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Volumen para 1 cuadra (m ³)	Precio Total
1	Hormigón de alta resistencia para losa de pavimento rígido.	m ³	1	1040,08	129,60	Bs 134.794,37
2	Hormigón de alta resistencia sustituyendo 0,50% de cemento por cascarilla de huevo pulverizada para losa pavimento rígido.	m ³	1	1064,85	129,60	Bs 138.004,56
DIFERENCIA DE PRESUPUESTO PARA UNA CUADRA						Bs 3.210,19
DIFERENCIA DE PRESUPUESTO (Literal)						Tres mil, Doscientos diez 19/100 bolivianos

Tipo de evaluación						
Técnica				Económica		Ambiental
Resistencia a flexotracción del hormigon de alta resistencia sin cascarilla de huevo.	48,797	kg/cm ²	Al sustituir un porcentaje de cemento por cascarilla de huevo esta se vuelve mas resistente.	Hormigon de alta resistencia sin cascarilla de huevo. (1 cuadra)	Bs134.794,37	Reclicar evitaria la acumulacion de volumenes de residuos y asi tambien la contaminacion ambiental al reutilizarla.
Resistencia a flexotracción del hormigon de alta resistencia con la sustitución de 0,50% de cemento por cascarilla de huevo.	51,041	kg/cm ²		Hormigon de alta resistencia con sustitucion de 0,50% de cemento por cascarilla de huevo. (1 cuadra)	Bs138.004,56	
Trabajabilidad en el hormigon de alta resistencia sin cascarilla de huevo.	2,46	cm	Tiene una trabajabilidad similar a la del hormigon de alta resistencia (muestra patrón).	Diferencia entre ambos presupuestos	Bs 3.210,19	
Trabajabilidad en el hormigon de alta resistencia con sustitucion de 0,50% de cemento por cascarilla de huevo.	2,36	cm				
Existencia del material	Es encontrado a nivel mundial, ya que es un alimento de alto consumo en todos los paises.					Ayudaria por sus propiedades en la sustitucion del cemento evitando desechar el material.

Tipo de Evaluacion					
Tecnico		Economico		Ambiental	
Resistencia	11%	Su precio aumenta	0%	Reclicar evitaria la contaminación	33%
Trabajabilidad	5%				
Existencia del material	11%				
Sumatoria	27%	+	0%	+	33%
60%					