

# **ANEXO 1: PRÁCTICAS REALIZADAS**

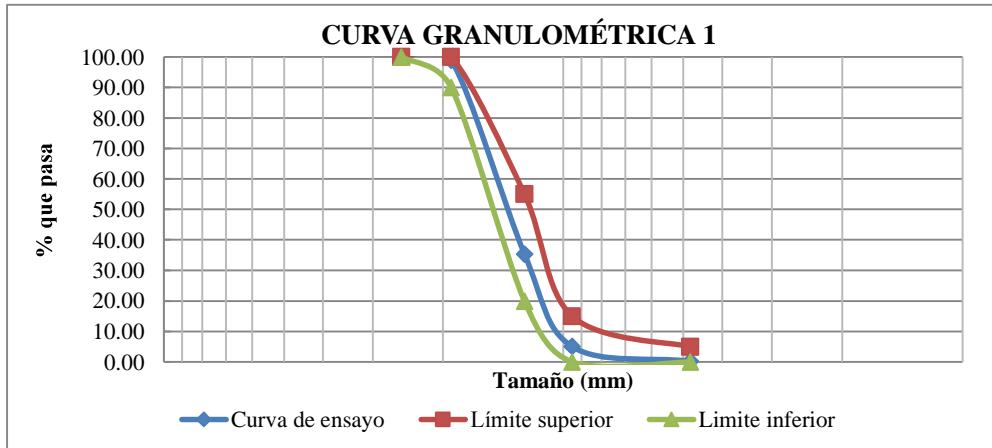


## GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO

Proyecto: Hormigón con adición de fibras de acero y  
textil reciclado de neumáticos  
Identif. Muestra: Grava chancada

Fecha: Agosto 2024  
Material: Chancadora Tolomosa  
Laboratorista: Mamani Rueda Jhosmira

Peso Total (gr.) =			10,000.00				
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret.	Retenido Acumulado		% q. pasa del total	% Que pasa s/g Especif. ASTM	
			(gr)	(%)			
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05	102.00	102.00	1.02	98.98	90.00	100.00
1/2"	12.50	6,364.00	6,466.00	64.66	35.34	20.00	55.00
3/8"	9.50	3,029.00	9,495.00	94.95	5.05	0.00	15.00
Nº4	4.80	485.10	9,980.10	99.80	0.20	0.00	5.00
BASE	0.00	19.90	10,000.00	100.00	0.00		
SUMA =			10,000.00				
PÉRDIDAS =			0.00				
TM=			1"				
TMN=			3/4"				





## GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO

Proyecto: Hormigón con adición de fibras de acero y textil reciclado de neumáticos

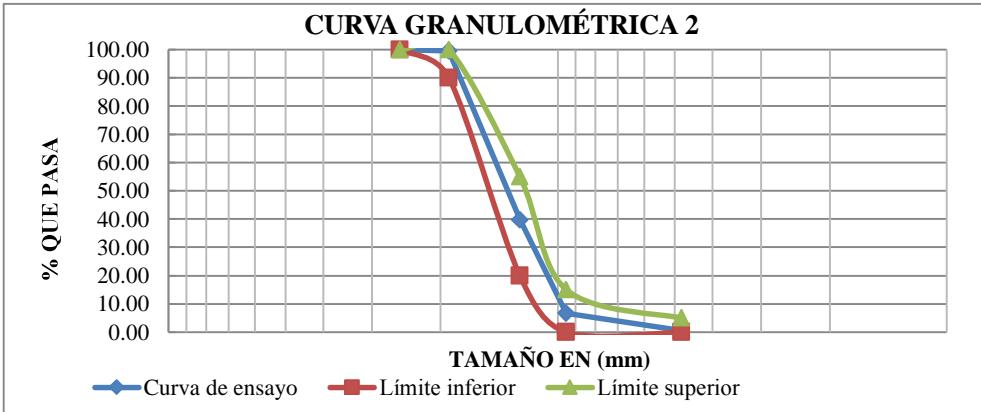
Fecha: Agosto 2024

Identif. Muestra: Grava chancada

Material: Chancadora Tolomosa

Laboratorista: Mamani Rueda Jhosmira

Peso Total (gr.) =			10,000.00				
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret.	Retenido Acumulado		% q. pasa del total	% Que pasa s/g	
			(gr)	(%)		Especif. ASTM	
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05	56.00	56.00	0.56	99.44	90.00	100.00
1/2"	12.50	5,970.00	6,026.00	60.26	39.74	20.00	55.00
3/8"	9.50	3,309.00	9,335.00	93.35	6.65	0.00	15.00
Nº4	4.80	611.90	9,946.90	99.47	0.53	0.00	5.00
BASE	0.00	53.10	10,000.00	100.00	0.00		
		SUMA =	10,000.00				
		PÉRDIDAS =	0.00				
		TM=	1"				
		TMN=	3/4"				



Jhosmira Angela Mamani Rueda

ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE ING.CIVIL

Ing. Moisés Díaz Ayarde

JEFE LAB. HORMIGONES - RESISTENCIA MAT. - UAJMS

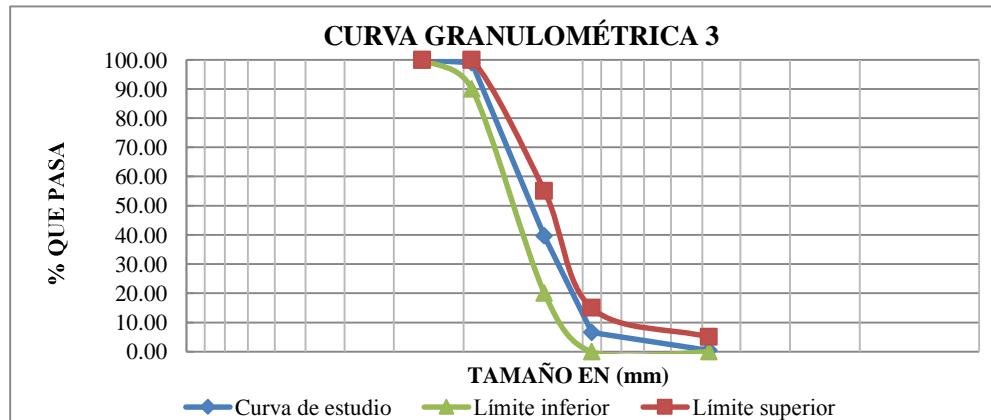


## GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO

Proyecto: Hormigón con adición de fibras de acero y  
textil reciclado de neumáticos  
Identif. Muestra: Grava chancada

Fecha: Agosto 2024  
Material: Chancadora Tolomosa  
Laboratorista: Mamani Rueda Jhosmira

Peso Total (gr.) =			10,000.00					
Peso Total	Tamaño	Peso Ret.	Retenido Acumulado	% q. pasa	% Que pasa s/g			
Tamiz	(mm)		(gr)	(%)	Especif. ASTM			
	63.00	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>	100.00	100.00	
2 1/2"	50.80	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>	100.00	100.00	
2"	38.10	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>	100.00	100.00	
1 1/2"	25.40	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>	100.00	100.00	
1"	19.05	95.40	95.40	0.95	<b>99.05</b>	90.00	100.00	
3/4"	12.50	5,929.00	6,024.40	60.24	<b>39.76</b>	20.00	55.00	
1/2"	9.50	3,314.60	9,339.00	93.39	<b>6.61</b>	0	15.00	
3/8"	4.80	615.00	9,954.00	99.54	<b>0.46</b>	0	5.00	
Nº4	0.00	46.00	10,000.00	100.00	<b>0.00</b>			
BASE	SUMA =	10,000.00						
	PÉRDIDAS =	0.00						
	TM=	1"						
	TMN=	3/4"						





## **PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO**

Proyecto: Hormigón con adición de fibras de acero y textil reciclado de neumáticos	Fecha: Agosto 2024
Solicitante: Mamani Rueda Jhosmira Angela	Material: Chancadora Tolomosa
Identif. Muestra: Grava chancada	Laboratorista: Mamani Rueda Jhosmira

Muestra Nº	Peso Muestra Secada "A" (gr)	Peso muestra Saturada con Sup. seca "B" (gr)	Peso muestra Sat. dentro del agua "C" (gr)	Peso Específico A granel (gr/cm <sup>3</sup> )	Peso Específico S.S.S. (gr/cm <sup>3</sup> )	Peso Específico Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	% de ABS.
1	4938.10	5000.50	3087.00	2.58	2.61	2.67	1.26
2	4939.50	5000.40	3097.00	2.60	2.63	2.68	1.23
3	4936.70	5001.50	3091.00	2.58	2.62	2.67	1.31
<b>PROMEDIO</b>				<b>2.59</b>	<b>2.62</b>	<b>2.67</b>	<b>1.27</b>

*Jhosmira Angela Mamani Rueda*

ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE ING.CIVIL

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*

JEFE LAB. HORMIGONES - RESISTENCIA MAT. - UAJMS



## **PESO UNITARIO - AGREGADO GRUESO**

Proyecto: Hormigón con adición de fibras de acero y textil reciclado de neumáticos	Fecha: Agosto 2024
Solicitante: Mamani Rueda Jhosmira Angela	Material: Chancadora Tolomosa
Identif. Muestra: Grava chancada	Laboratorista: Mamani Rueda Jhosmira

### **PESO UNITARIO SUELTO**

Muestra Nº	Peso Recipiente (Kg)	Volumen Recipiente (m3)	Peso Recipiente + Muestra Suelta (Kg)	Peso Muestra Suelta (Kg)	Peso Unitario Suelto (KN/m3)
1.00	5,840.00	9,919.00	18,870.00	13,030.00	1.31
2.00	5,840.00	9,919.00	18,935.00	13,095.00	1.32
3.00	5,840.00	9,919.00	18,902.50	13,062.50	1.32
					<b>Promedio</b> <b>1.32</b>

### **PESO UNITARIO COMPACTADO**

Muestra Nº	Peso Recipiente (Kg)	Volumen Recipiente (m3)	Peso Recipiente + Muestra Compactada (Kg)	Peso Muestra Compactada (Kg)	Peso Unitario Compactado (KN/m3)
1.00	5,840.00	9,919.00	19,965.00	14,125.00	1.42
2.00	5,840.00	9,919.00	20,035.00	14,195.00	1.43
3.00	5,840.00	9,919.00	20,000.00	14,160.00	1.43
					<b>Promedio</b> <b>1.43</b>

*Jhosmira Angela Mamani Rueda*

ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE ING.CIVIL

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*

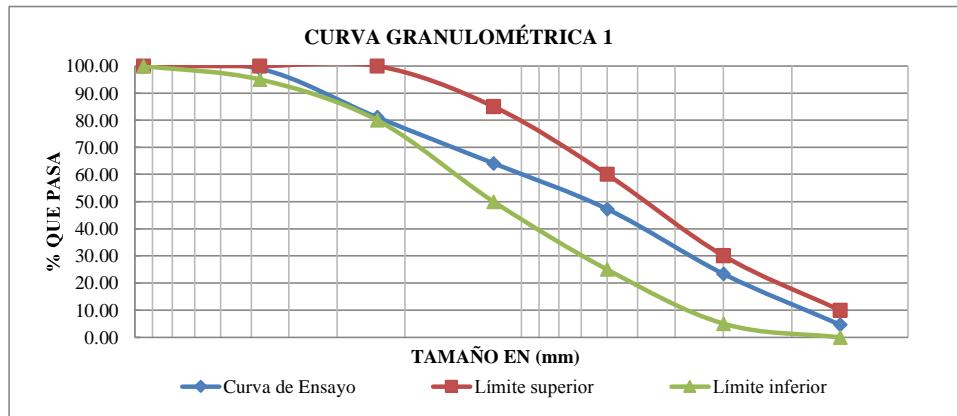
JEFE LAB. HORMIGONES - RESISTENCIA MAT. - UAJMS



## GRANULOMETRÍA - AGREGADO FINO

Proyecto: Hormigón con adición de fibras de acero y textil reciclado de neumáticos	Fecha: Agosto 2024
Identif. Muestra: Arena de chancadora	Material: Chancadora Tolomosa
	Laboratorista: Mamani Rueda Jhosmira

Peso Total (g)				1000.00			
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Acum (g)	% Ret	% q. pasa del total	Especificación ASTM C-33	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
Nº4	4.75	10.10	10.10	1.01	98.99	95	100
Nº8	2.36	179.20	189.30	18.93	81.07	80	100
Nº16	1.18	170.00	359.30	35.93	64.07	50	85
Nº30	0.60	167.80	527.10	52.71	47.29	25	60
Nº50	0.30	239.30	766.40	76.64	23.36	5	30
Nº100	0.15	187.20	953.60	95.36	4.64	0	10
BASE		46.40	1000.00	100.00	0.00		
	SUMA	1000.00					
	PÉRDIDAS	0.00					
	MF =	2.81					



Jhosmira Angela Mamani Rueda  
ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE ING.CIVIL

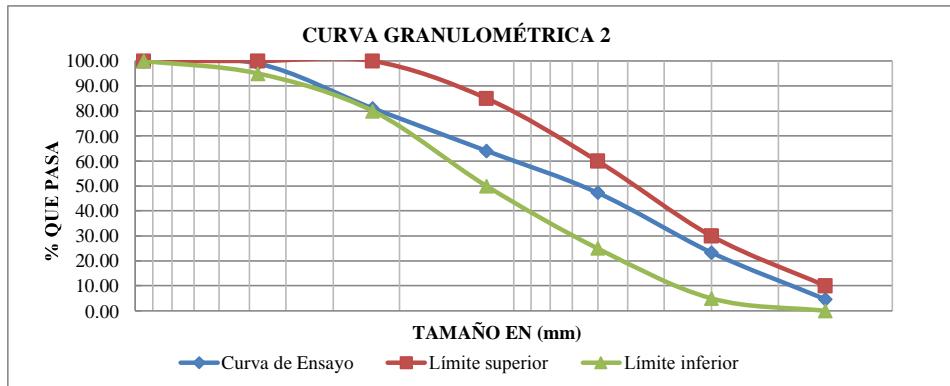
Ing. Moisés Díaz Ayarde  
JEFE LAB. HORMIGONES - RESISTENCIA MAT. - UAJMS



## GRANULOMETRÍA - AGREGADO FINO

Proyecto: Hormigón con adición de fibras de acero y textil reciclado de neumáticos	Fecha: Agosto 2024
Identif. Muestra: Arena de chancadora	Material: Chancadora Tolomosa
	Laboratorista: Mamani Rueda Jhosmira

Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Acum (g)	% Ret	% q. pasa del total	Especificacion ASTM C-33	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>	100	100
Nº4	4.75	11.90	11.90	1.19	<b>98.81</b>	95	100
Nº8	2.36	216.10	228.00	22.80	<b>77.20</b>	80	100
Nº16	1.18	191.70	419.70	41.97	<b>58.03</b>	50	85
Nº30	0.60	166.60	586.30	58.63	<b>41.37</b>	25	60
Nº50	0.30	214.10	800.40	80.04	<b>19.96</b>	5	30
Nº100	0.15	159.90	960.30	96.03	<b>3.97</b>	0	10
BASE		39.70	1000.00	100.00	<b>0.00</b>		
	<b>SUMA</b>	1000.00					
	<b>PÉRDIDAS</b>	0.00					
	<b>MF =</b>	<b>3.01</b>					



Jhosmira Angela Mamani Rueda

ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE ING.CIVIL

Ing. Moisés Díaz Ayarde

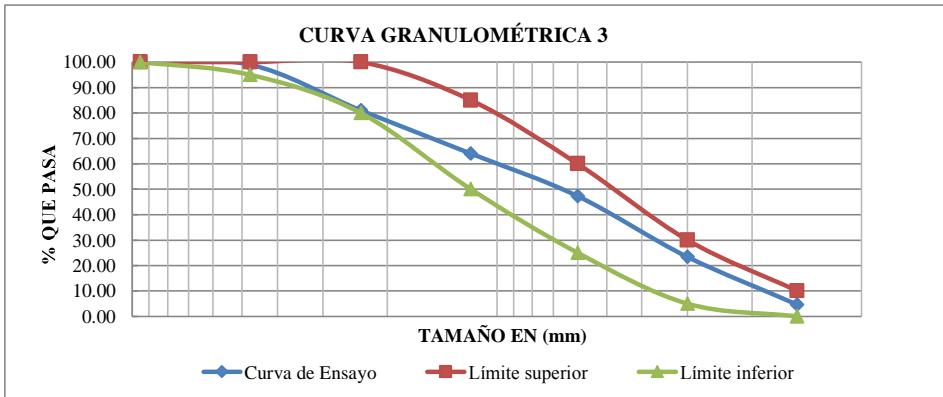
JEFE LAB. HORMIGONES - RESISTENCIA MAT. - UAJMS



## GRANULOMETRÍA - AGREGADO FINO

Proyecto: Hormigón con adición de fibras de acero y textil reciclado de neumáticos	Fecha: Agosto 2024
Identif. Muestra: Arena de chancadora	Material: Chancadora Tolomosa
	Laboratorista: Mamani Rueda Jhosmira

Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Acum (g)	% Ret	% q. pasa del total	Especificacion ASTM C-33	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>	100	100
Nº4	4.75	11.60	11.60	1.16	<b>98.84</b>	95	100
Nº8	2.36	223.40	235.00	23.50	<b>76.50</b>	80	100
Nº16	1.18	181.40	416.40	41.64	<b>58.36</b>	50	85
Nº30	0.60	163.80	580.20	58.02	<b>41.98</b>	25	60
Nº50	0.30	215.60	795.80	79.58	<b>20.42</b>	5	30
Nº100	0.15	154.90	950.70	95.07	<b>4.93</b>	0	10
BASE		48.40	999.10	99.91	<b>0.09</b>		
	SUMA	999.10					
	PÉRDIDAS	0.90					
	MF =	<b>2.99</b>					





UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISael SARACHo"  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES  
"Con Ética y Responsabilidad Social"

## PESO ESPECÍFICO - AGREGADO FINO

Proyecto: Hormigón con adición de fibras de acero y textil reciclado de neumáticos	Fecha: Agosto 2024
Solicitante: Mamani Rueda Jhosmira Angela	Material: Chancadora Tolomosa
Identif. Muestra: Arena de chancadora	Laboratorista: Mamani Rueda Jhosmira

Muestra Nº	Peso Muestra (gr)	Peso Matráz (gr)	Muestra + Matráz + Agua (gr)	Agua Agregado a Matráz "W" (ml) ó (gr)	Peso Muestra seca "A" (gr)	Volumen de Matráz "V" (ml)	P. E. A granel (gr/cm <sup>3</sup> )	P. E. Saturado con Sup.seca (gr/cm <sup>3</sup> )	P. E. Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	% DE Absorción
1	500	166.90	998.90	332.00	492.70	500.00	2.93	2.98	3.07	1.46
2	500	193.30	990.30	297.00	493.20	500.00	2.43	2.46	2.51	1.36
3	500	247.80	1028.40	280.60	493.50	500.00	2.25	2.28	2.32	1.30
				PROMEDIO	2.54	2.57	2.63	2.63	2.63	1.37

Jhosmira Angela Mamani Rueda

ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE ING.CIVIL

Ing. Moisés Díaz Ayarde

JEFE LAB. HORMIGONES - RESISTENCIA MAT. - UAJMS



## **PESO UNITARIO - AGREGADO FINO**

Proyecto: Hormigón con adición de fibras de acero y textil reciclado de neumáticos	Fecha: Agosto 2024
Identif. Muestra: Arena de chancadora	Material: Chancadora Tolomosa
	Laboratorista: Mamani Rueda Jhosmira

### **PESO UNITARIO SUELTO**

Muestra	Peso Recipiente (Kg)	Volumen Recipiente (m3)	Peso Recipiente + Muestra Suelta (Kg)	Peso Muestra Suelta (Kg)	Peso Unitario Suelto (KN/m3)
1	2.60	0.0030	7.23	4.63	15.17
2	2.60	0.0030	7.40	4.80	15.73
3	2.60	0.0030	7.48	4.88	15.97
					<b>Promedio</b> <b>15.62</b>

### **PESO UNITARIO COMPACTADO**

Muestra	Peso Recipiente (Kg)	Volumen Recipiente (m3)	Peso Recipiente + Muestra Compactada (Kg)	Peso Muestra Compactada (Kg)	Peso Unitario Compactado (KN/m3)
1	2.60	0.0030	7.67	5.07	16.61
2	2.60	0.0030	7.67	5.07	16.61
3	2.60	0.0030	7.65	5.05	16.55
					<b>Promedio</b> <b>16.59</b>

*Jhosmira Angela Mamani Rueda*

ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE ING.CIVIL

*Ing. Moisés Díaz Ayarde*

JEFE LAB. HORMIGONES - RESISTENCIA MAT. - UAJMS



## CARACTERIZACIÓN DE FIBRA TEXTIL:DENSIDAD

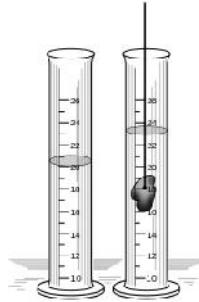
Proyecto: Hormigón con adición de fibras de acero y  
textil reciclado de neumáticos  
Identif. Muestra: Fibra textil reciclado de neumáticos

Fecha: Agosto 2024  
Material: Cochabamba-Bolivia  
Laboratorista: Mamani Rueda Jhosmira

### PRINCIPIO DE ARQUIMIDES

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$\rho$ : Densidad (kg/m<sup>3</sup>)  
m: masa (gr)  
V: Volumen desplazado (m<sup>3</sup>)



Número de muestra	Volumen inicial del agua (mL)	Volumen final de agua (mL)	Volumen desplazado (mL)	Masa (g)	Densidad calculada (g/cm <sup>3</sup> )	Densidad calculada (Kg/m <sup>3</sup> )
1	160	164.2	4.2	5.5483	1.32	1,321.02
2	160	163.8	3.8	5.0540	1.33	1,330.00
3	160	164.2	4.2	5.6550	1.35	1,346.43
4	160	164.3	4.3	5.7775	1.34	1,343.60
5	160	164.2	4.2	5.5457	1.32	1,320.40
					Promedio	1,332.29

Jhosmira Angela Mamani Rueda  
STUDIANTE DE LA CARRERA DE ING.CIVIL

Ing. Paco Sarzuri Joel  
JEFE LAB.FÍSICA - UAJMS



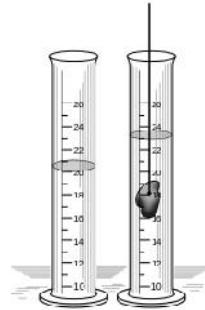
## CARACTERIZACIÓN DE FIBRA DE ACERO:DENSIDAD

Proyecto: Hormigón con adición de fibras de acero y textil reciclado de neumáticos	Fecha: Agosto 2024
Identif. Muestra: Fibra textil reciclado de neumáticos	Material: Cochabamba-Bolivia
	Laboratorista: Mamani Rueda Jhosmira

### PRINCIPIO DE ARQUIMIDES

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$\rho$ : Densidad (kg/m<sup>3</sup>)  
m: masa (gr)  
V: Volumen desplazado (m<sup>3</sup>)



Número de muestra	Volumen inicial del agua (mL)	Volumen final de agua (mL)	Volumen desplazado (mL)	Masa (g)	Densidad calculada (g/cm <sup>3</sup> )	Densidad calculada (Kg/m <sup>3</sup> )
1	200	204	4	34.79	8.70	8,696.35
2	200	204	4	34.78	8.70	8,696.13
3	200	205	5	40.47	8.09	8,094.16
4	200	202	2	18.24	9.12	9,122.45
5	200	202.5	2.5	21.69	8.68	8,677.40
					Promedio	8,657.30

Jhosmira Angela Mamani Rueda  
STUDIANTE DE LA CARRERA DE ING.CIVIL

Ing. Paco Sarzuri Joel  
JEFE LAB.FÍSICA - UAJMS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

"Con Ética y Responsabilidad Social"

## CARACTERIZACIÓN DE LA FIBRA DE ACERO: LONGITUD

Proyecto: Hormigón con adición de fibras de acero y textil reciclado de neumáticos	Fecha: Agosto 2024
Identif. Muestra: Fibra textil reciclado de neumáticos	Material: Cochabamba-Bolivia
	Laboratorista: Mamani Rueda Jhosmira

### Medición individual de la longitud de fibras de acero recicladas

N	Longitud		N	Longitud		N	Longitud		N	Longitud	
	cm	cm		cm	cm		cm	cm		cm	cm
1	4.00	39	3.10	77	2.70	115	2.80	153	2.50		
2	5.00	40	4.10	78	0.40	116	2.70	154	1.20		
3	3.60	41	2.50	79	0.70	117	3.20	155	1.70		
4	2.40	42	2.80	80	1.80	118	3.20	156	3.50		
5	4.40	43	1.80	81	2.80	119	5.70	157	2.30		
6	6.80	44	1.30	82	0.90	120	3.00	158	4.20		
7	5.80	45	1.30	83	1.20	121	2.80	159	2.30		
8	3.70	46	4.50	84	0.60	122	4.50	160	1.90		
9	2.70	47	2.40	85	1.20	123	4.30	161	4.20		
10	4.70	48	3.40	86	2.10	124	4.20	162	3.10		
11	6.20	49	1.50	87	2.60	125	2.80	163	3.30		
12	4.10	50	1.50	88	1.30	126	5.00	164	2.90		
13	4.00	51	2.80	89	1.00	127	2.50	165	2.50		
14	2.50	52	0.80	90	3.50	128	3.50	166	2.50		
15	3.90	53	2.20	91	4.10	129	4.00	167	3.50		
16	2.40	54	1.80	92	4.30	130	4.40	168	4.20		
17	2.90	55	2.50	93	3.70	131	3.10	169	2.00		
18	2.30	56	3.70	94	1.70	132	4.00	170	3.70		
19	2.50	57	2.80	95	4.50	133	3.60	171	2.60		
20	3.50	58	3.40	96	3.50	134	3.20	172	4.50		
21	3.50	59	2.00	97	2.40	135	3.70	173	3.70		
22	3.00	60	1.40	98	2.30	136	2.80	174	2.60		
23	3.00	61	1.50	99	3.00	137	3.10	175	2.70		
24	2.70	62	2.20	100	3.20	138	3.60	176	3.40		
25	2.00	63	1.40	101	3.00	139	5.10	177	3.20		
26	4.00	64	1.30	102	4.10	140	4.60	178	4.10		
27	1.50	65	5.00	103	2.80	141	3.60	179	3.50		
28	1.70	66	0.80	104	0.90	142	3.80	180	3.00		
29	1.40	67	2.30	105	4.20	143	1.40	181	2.50		
30	3.50	68	0.80	106	3.80	144	3.90	182	2.60		
31	2.80	69	0.60	107	3.90	145	3.20	183	2.40		
32	2.40	70	1.00	108	3.20	146	3.30	184	4.20		
33	4.10	71	0.70	109	3.90	147	2.60	185	2.20		
34	4.30	72	0.90	110	4.10	148	1.40	186	2.00		
35	3.00	73	1.30	111	3.80	149	0.40	187	3.20		
36	2.90	74	2.00	112	2.90	150	0.50	188	3.40		
37	3.30	75	1.10	113	2.90	151	0.40	189	2.50		
38	3.00	76	2.40	114	3.40	152	0.20	190	4.20		

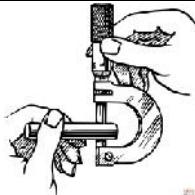
### Distribución de frecuencias de la longitud de fibras de acero recicladas

Intervalo (cm)	Frecuencia	Frecuencia acumulada	%
[0,2 – 1,0)	15	15.00	7.9
[1,0 – 1,8)	23	38.00	12.1
[1,8 – 2,6)	40	78.00	21.1
[2,6 – 3,4)	48	126.00	25.3
[3,4 – 4,2)	38	164.00	20
[4,2 – 5,0)	21	185.00	11.1
[5,0 – 5,8)	3	188.00	1.6
[5,8 – 6,6)	1	189.00	0.5
[6,6 – 7,4)	1	190.00	0.5
	190	<b>TOTAL</b>	100.1



### CARACTERIZACIÓN DE LA FIBRA DE ACERO: DIÁMETRO

Proyecto: Hormigón con adición de fibras de acero y textil reciclado de neumáticos	Fecha: Agosto 2024
Identif. Muestra: Fibra de acero reciclado de neumáticos	Material: Cochabamba-Bolivia
	Laboratorista: Mamani Rueda Jhosmira



Nº de fibra	Diámetro 1	Diámetro 2	Diámetro 3	Diámetro promedio	Diámetro promedio
	pulg	pulg	pulg	pulg	mm
1	0.0019	0.0018	0.0020	0.0019	0.0483
2	0.0018	0.0017	0.0016	0.0017	0.0432
3	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0305
4	0.0014	0.0015	0.0016	0.0015	0.0381
5	0.0013	0.0012	0.0014	0.0013	0.0330
6	0.0019	0.0018	0.0020	0.0019	0.0483
					Promedio 0.04022

Jhosmira Angela Mamani Rueda

Ing. Moisés Díaz Ayarde

ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE ING.CIVIL JEFE LAB. HORMIGONES - RESISTENCIA MAT. - UAJMS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISael SARACHo"  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES  
"Con Ética y Responsabilidad Social"

**RESISTENCIA A FLEXIÓN EN PROBETAS PRISMÁTICAS DE H° ASTM C-78**

Proyecto: Hormigón con adición de fibras de acero y textil reciclado de neumáticos

Fecha: Octubre-Noviembre 2024

Identificación: H-25

Material: Chancadora Tolomosa

Laboratorista: Mamani Rueda Jhosmira

f<sub>t</sub>: Tensión de rotura. (Mpa)

P: Carga máxima aplicada (N)

L: Luz de ensaye de probeta (mm)

b: Ancho promedio de la probeta en la sección de rotura (mm)

h: Altura promedio de la probeta en la sección de rotura (mm)

$$f_t = \frac{PxL}{bxh^2}$$

Nº	Identificac.	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad (días)	Dim. "h" (mm)	Dim. "b" (mm)	Dim. "L" (mm)	Carg a "P" (KN)	Carga "P" (N)	Flexión (ft ) (N/mm2)	Res. Flexión (ft) 28 días (N/mm2)
1	V1	15/10/2024	22/10/2024	7	150	155	500	22.100	22100	3.17	4.40
2	V2	15/10/2024	22/10/2024	7	155	155	500	22.700	22700	3.05	4.23
3	V3	15/10/2024	22/10/2024	7	150	150	490	22.200	22200	3.22	4.47
4	V4	15/10/2024	22/10/2024	7	150	155	505	21.300	21300	3.08	4.28
5	V5	15/10/2024	29/10/2024	14	160	155	505	30.700	30700	3.91	4.60
6	V6	15/10/2024	29/10/2024	14	155	155	510	26.700	26700	3.66	4.30
7	V7	15/10/2024	29/10/2024	14	150	150	505	25.100	25100	3.76	4.42
8	V8	15/10/2024	29/10/2024	14	155	150	505	28.100	28100	3.94	4.63
9	V9	3/10/2024	31/10/2024	28	150	150	500	29.900	29900	4.43	4.43
10	V10	3/10/2024	31/10/2024	28	150	150	500	30.200	30200	4.47	4.47
11	V11	3/10/2024	31/10/2024	28	155	155	500	32.900	32900	4.42	4.42
12	V12	3/10/2024	31/10/2024	28	155	150	510	31.900	31900	4.51	4.51
13	V13	3/10/2024	31/10/2024	28	150	155	510	30.600	30600	4.47	4.47
14	V14	10/10/2024	7/11/2024	28	155	155	500	33.100	33100	4.44	4.44
15	V15	10/10/2024	7/11/2024	28	155	155	505	32.300	32300	4.38	4.38
16	V16	10/10/2024	7/11/2024	28	155	155	495	34.600	34600	4.60	4.60
17	V17	10/10/2024	7/11/2024	28	150	160	510	33.500	33500	4.75	4.75
18	V18	10/10/2024	7/11/2024	28	155	155	505	32.800	32800	4.45	4.45
19	V19	10/10/2024	7/11/2024	28	155	155	510	33.000	33000	4.52	4.52
20	V20	10/10/2024	7/11/2024	28	150	150	510	29.600	29600	4.47	4.47
21	V21	10/10/2024	7/11/2024	28	150	150	510	29.700	29700	4.49	4.49
22	V22	10/10/2024	7/11/2024	28	150	160	510	31.700	31700	4.49	4.49
23	V23	10/10/2024	7/11/2024	28	155	155	505	30.800	30800	4.18	4.18



**RESISTENCIA A FLEXIÓN EN PROBETAS PRISMÁTICAS DE H° ASTM C-78**

Proyecto: Hormigón con adición de fibras de acero y textil reciclado de neumáticos	Fecha: Octubre-Noviembre 2024
	Material: Chancadora Tolomosa
Identificación: Hormigón con 0,5% de fibra acero-textil	Laboratorista: Mamani Rueda Jhosmira

ft: Tensión de rotura. (Mpa)

P: Carga máxima aplicada (N)

L: Luz de ensaye de probeta (mm)

b: Ancho promedio de la probeta en la sección de rotura (mm)

h: Altura promedio de la probeta en la sección de rotura (mm)

$$f_t = \frac{P \times L}{b \times h^2}$$

Nº	Identificac.	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad (días)	Dim. "h"	Dim. "b"	Dim. "L"	Carga "P" (KN)	Carga "P" (N)	Flexión (ft)	Res. Flexión (ft)
					(mm)	(mm)	(mm)				
1	V1	18/10/2024	25/10/2024	7	150	160	505	24.4	24400	3.42	4.75
2	V2	18/10/2024	25/10/2024	7	153	155	505	22.8	22800	3.17	4.41
3	V3	18/10/2024	25/10/2024	7	150	155	505	22.1	22100	3.20	4.44
4	V4	18/10/2024	25/10/2024	7	155	155	515	23.0	23000	3.18	4.42
5	V5	15/10/2024	29/10/2024	14	150	155	510	28.0	28000	4.09	4.82
6	V6	15/10/2024	29/10/2024	14	160	155	510	30.1	30100	3.87	4.55
7	V7	15/10/2024	29/10/2024	14	155	155	505	29.0	29000	3.93	4.63
8	V8	15/10/2024	29/10/2024	14	160	160	505	32.5	32500	4.01	4.71
9	V9	8/10/2024	5/11/2024	28	155	150	500	33.2	33200	4.61	4.61
10	V10	8/10/2024	5/11/2024	28	150	155	505	31.8	31800	4.60	4.60
11	V11	8/10/2024	5/11/2024	28	150	150	505	31.6	31600	4.73	4.73
12	V12	8/10/2024	5/11/2024	28	150	155	505	31.9	31900	4.62	4.62
13	V13	8/10/2024	5/11/2024	28	150	155	510	31.5	31500	4.61	4.61
14	V14	8/10/2024	5/11/2024	28	150	155	500	32.9	32900	4.72	4.72
15	V15	8/10/2024	5/11/2024	28	150	150	505	31.0	31000	4.64	4.64
16	V16	8/10/2024	5/11/2024	28	155	155	505	33.9	33900	4.60	4.60
17	V17	8/10/2024	5/11/2024	28	150	155	500	32.8	32800	4.70	4.70
18	V18	8/10/2024	5/11/2024	28	150	150	510	30.9	30900	4.67	4.67
19	V19	8/10/2024	5/11/2024	28	150	160	510	33.2	33200	4.70	4.70
20	V20	8/10/2024	5/11/2024	28	150	155	510	31.9	31900	4.66	4.66
21	V21	8/10/2024	5/11/2024	28	155	155	505	34.0	34000	4.61	4.61
22	V22	8/10/2024	5/11/2024	28	150	155	505	32.2	32200	4.66	4.66
23	V23	8/10/2024	5/11/2024	28	155	160	510	35.2	35200	4.67	4.67



**RESISTENCIA A FLEXIÓN EN PROBETAS PRISMÁTICAS DE H° ASTM C-78**

Proyecto: Hormigón con adición de fibras de acero y textil reciclado de neumáticos	Fecha: Octubre-Noviembre 2024
Identificación: Hormigón con 1% de fibra acero-textil	Material: Chancadora Tolomosa
	Laboratorista: Mamani Rueda Jhosmira

ft: Tensión de rotura. (Mpa)

P: Carga máxima aplicada (N)

L: Luz de ensaye de probeta (mm)

b: Ancho promedio de la probeta en la sección de rotura (mm)

h: Altura promedio de la probeta en la sección de rotura (mm)

$$f_t = \frac{P \times L}{b \times h^2}$$

Nº	Identificac.	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	Dim. "h"	Dim. "b"	Dim. "L"	Carga "P"	Carga "P"	Flexión (ft)	Res. Flexión (ft)
				(días)	(mm)	(mm)	(mm)	(KN)	(N)	(N/mm2)	(N/mm2)
1	V1	15/10/2024	22/10/2024	7	155	160	510	24.6	24600	3.26	4.53
2	V2	15/10/2024	22/10/2024	7	155	160	505	25.4	25400	3.34	4.63
3	V3	15/10/2024	22/10/2024	7	150	160	510	26.0	26000	3.68	5.11
4	V4	15/10/2024	22/10/2024	7	150	150	490	22.4	22400	3.25	4.51
5	V5	18/10/2024	1/11/2024	14	155	155	500	31.3	31300	4.20	4.94
6	V6	18/10/2024	1/11/2024	14	155	155	505	32.4	32400	4.39	5.17
7	V7	18/10/2024	1/11/2024	14	155	150	510	30.0	30000	4.25	4.99
8	V8	18/10/2024	1/11/2024	14	155	155	510	30.8	30800	4.22	4.96
9	V9	9/10/2024	6/11/2024	28	150	155	515	32.3	32300	4.77	4.77
10	V10	9/10/2024	6/11/2024	28	150	155	510	33.1	33100	4.84	4.84
11	V11	9/10/2024	6/11/2024	28	150	160	510	34.7	34700	4.92	4.92
12	V12	9/10/2024	6/11/2024	28	150	160	510	33.9	33900	4.80	4.80
13	V13	9/10/2024	6/11/2024	28	150	155	495	34.3	34300	4.87	4.87
14	V14	9/10/2024	6/11/2024	28	150	155	505	33.4	33400	4.84	4.84
15	V15	9/10/2024	6/11/2024	28	150	155	505	34.2	34200	4.95	4.95
16	V16	9/10/2024	6/11/2024	28	150	155	495	34.5	34500	4.90	4.90
17	V17	9/10/2024	6/11/2024	28	150	150	505	31.9	31900	4.77	4.77
18	V18	9/10/2024	6/11/2024	28	150	150	505	32.4	32400	4.85	4.85
19	V19	9/10/2024	6/11/2024	28	155	155	495	36.0	36000	4.79	4.79
20	V20	9/10/2024	6/11/2024	28	150	155	505	33.7	33700	4.88	4.88
21	V21	9/10/2024	6/11/2024	28	150	155	505	34.0	34000	4.92	4.92
22	V22	9/10/2024	6/11/2024	28	150	160	505	34.9	34900	4.90	4.90
23	V23	9/10/2024	6/11/2024	28	150	155	510	32.8	32800	4.80	4.80



**RESISTENCIA A FLEXIÓN EN PROBETAS PRISMÁTICAS DE H° ASTM C-78**

Proyecto: Hormigón con adición de fibras de acero y textil reciclado de neumáticos  
Identificación: Hormigón con 1.5% de fibra acero-textil

Fecha: Octubre-Noviembre 2024  
Material: Chancadora Tolomosa  
Laboratorista: Mamani Rueda Jhosmira

f: Tensión de rotura. (Mpa)

P: Carga máxima aplicada (N)

L: Luz de ensaye de probeta (mm)

b: Ancho promedio de la probeta en la sección de rotura (mm)

h: Altura promedio de la probeta en la sección de rotura (mm)

$$f_t = \frac{P \times L}{b \times h^2}$$

Nº	Identificac.	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad (días)	Dim. "h" (mm)	Dim. "b" (mm)	Dim. "L" (mm)	Carg a "P" (KN)	Carga "P" (N)	Flexión (f <sub>t</sub> ) (N/mm <sup>2</sup> )	Res. Flexión (f <sub>t</sub> ) 28 días (N/mm <sup>2</sup> )
1	V1	15/10/2024	22/10/2024	7	155	150	505	24.7	24700	3.46	4.80
2	V2	15/10/2024	22/10/2024	7	155	150	505	25.3	25300	3.55	4.92
3	V3	15/10/2024	22/10/2024	7	150	150	505	24.0	24000	3.59	4.99
4	V4	15/10/2024	22/10/2024	7	150	155	510	23.0	23000	3.36	4.67
5	V5	18/10/2024	1/11/2024	14	160	155	505	35.7	26700	3.40	4.00
6	V6	18/10/2024	1/11/2024	14	155	155	510	32.7	26700	3.66	4.30
7	V7	18/10/2024	1/11/2024	14	150	150	505	30.1	31100	4.65	5.47
8	V8	18/10/2024	1/11/2024	14	155	150	505	32.1	24100	3.38	3.97
9	V9	9/10/2024	6/11/2024	28	155	155	500	36.8	33800	4.54	4.54
10	V10	9/10/2024	6/11/2024	28	150	155	500	34.3	34300	4.92	4.92
11	V11	9/10/2024	6/11/2024	28	155	150	510	35.1	32100	4.54	4.54
12	V12	9/10/2024	6/11/2024	28	150	155	510	36.4	36400	5.32	5.32
13	V13	9/10/2024	6/11/2024	28	150	150	505	33.1	33100	4.95	4.95
14	V14	9/10/2024	6/11/2024	28	155	150	500	36.2	36200	5.02	5.02
15	V15	9/10/2024	6/11/2024	28	155	155	505	36.4	31200	4.23	4.23
16	V16	9/10/2024	6/11/2024	28	150	155	505	35.1	31100	4.50	4.50
17	V17	9/10/2024	6/11/2024	28	155	160	505	39.3	31300	4.11	4.11
18	V18	9/10/2024	6/11/2024	28	150	155	505	35.4	32400	4.69	4.69
19	V19	9/10/2024	6/11/2024	28	155	150	500	35.8	32800	4.55	4.55
20	V20	9/10/2024	6/11/2024	28	155	155	510	37.0	33000	4.52	4.52
21	V21	9/10/2024	6/11/2024	28	150	150	505	34.9	34900	5.22	5.22
22	V22	9/10/2024	6/11/2024	28	160	155	500	39.6	33600	4.23	4.23
23	V23	9/10/2024	6/11/2024	28	155	155	500	37.4	34400	4.62	4.62

Jhosmira Angela Mamani Rueda

ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE ING.CIVIL

Ing. Moisés Díaz Ayarde

JEFE LAB. HORMIGONES - RESISTENCIA MAT. - UAJMS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISael SARACHo"  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES  
"Con Ética y Responsabilidad Social"

### RESISTENCIA A FLEXIÓN EN PROBETAS PRISMÁTICAS DE H° ASTM C-78

Proyecto: Hormigón con adición de fibras de acero y textil reciclado de neumáticos	Fecha: Octubre-Noviembre 2024
Identificación: Hormigón con 2% de fibra acero-textil	Material: Chancadora Tolomosa
	Laboratorista: Mamani Rueda Jhosmira

f: Tensión de rotura. (Mpa)

P: Carga máxima aplicada (N)

L: Luz de ensaye de probeta (mm)

b: Ancho promedio de la probeta en la sección de rotura (mm)

h: Altura promedio de la probeta en la sección de rotura (mm)

$$f_t = \frac{PxL}{bxh^2}$$

Nº	Identificac.	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad (días)	Dim. "h" (mm)	Dim. "b" (mm)	Dim. "L" (mm)	Carga "P" (KN)	Carga "P" (N)	Flexión (f <sub>t</sub> ) (N/mm <sup>2</sup> )	Res. Flexión (f <sub>t</sub> ) (28 días N/mm <sup>2</sup> )
1	V1	15/10/2024	22/10/2024	7	155	150	500	24.3	23300	3.23	4.49
2	V2	15/10/2024	22/10/2024	7	150	150	510	22.2	27200	4.11	5.71
3	V3	15/10/2024	22/10/2024	7	150	150	500	23.5	25400	3.76	5.22
4	V4	15/10/2024	22/10/2024	7	150	150	500	24.1	24100	3.57	4.96
5	V5	18/10/2024	1/11/2024	14	150	155	515	27.8	26800	3.96	4.66
6	V6	18/10/2024	1/11/2024	14	150	155	510	27.9	26900	3.93	4.63
7	V7	18/10/2024	1/11/2024	14	155	150	510	27.6	25000	3.54	4.16
8	V8	18/10/2024	1/11/2024	14	150	150	500	27.5	27100	4.01	4.72
9	V9	8/10/2024	5/11/2024	28	150	155	505	32.4	32400	4.69	4.69
10	V10	8/10/2024	5/11/2024	28	150	155	505	31.2	30500	4.42	4.42
11	V11	8/10/2024	5/11/2024	28	150	155	510	31.8	28800	4.21	4.21
12	V12	8/10/2024	5/11/2024	28	150	155	505	33.8	36900	5.34	5.34
13	V13	8/10/2024	5/11/2024	28	155	150	505	34.9	28900	4.05	4.05
14	V14	8/10/2024	5/11/2024	28	150	160	505	34.9	31400	4.40	4.40
15	V15	8/10/2024	5/11/2024	28	150	150	490	31.1	33200	4.82	4.82
16	V16	8/10/2024	5/11/2024	28	155	155	505	34.4	34400	4.67	4.67
17	V17	8/10/2024	5/11/2024	28	150	155	510	33.4	33400	4.88	4.88
18	V18	8/10/2024	5/11/2024	28	155	155	510	33.1	32000	4.38	4.38
19	V19	8/10/2024	5/11/2024	28	155	155	495	33.9	35600	4.73	4.73
20	V20	8/10/2024	5/11/2024	28	155	150	505	32.9	32900	4.61	4.61
21	V21	8/10/2024	5/11/2024	28	150	160	510	34.6	34100	4.83	4.83
22	V22	8/10/2024	5/11/2024	28	150	155	505	31.5	31000	4.49	4.49
23	V23	8/10/2024	5/11/2024	28	155	150	500	33.4	33400	4.63	4.63

Jhosmira Angela Mamani Rueda

ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE ING.CIVIL

Ing. Moisés Díaz Ayarde

JEFE LAB. HORMIGONES - RESISTENCIA MAT. - UAJMS



**ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCION INDIRECTA EN PROBETAS DE HORMIGON**  
**(Normas: ASTM C39 - AASHTO T22)**

Proyecto: Hormigón con adición de fibras de acero y textil reciclado de neumáticos	Fecha: Septiembre-Octubre 2024
Identificación: Hormigón patrón	Material: Chancadora Tolomosa
	Laboratorista: Mamani Rueda Jhosmira

$$f_h = \frac{2 * P}{\pi * l * d}$$

Donde :

$f_h$  Resistencia a traccion por hendidimiento (Mpa)

P = Carga maxima aplicada por la maquina de ensaye (N)

l = Longitud de la probeta (mm)

d = Diametro de la probeta (mm)

Nº	Identificación	F. de Vaciado	F. de Rotura	Edad (días)	Area (mm <sup>2</sup> )	Lectura (KN)	Carga (N)	f <sub>h</sub> (Mpa)	Proyección 28d (N/mm <sup>2</sup> )
1	P-1	26/9/2024	3/10/2024	7	17,671.46	133.10	133,100.00	1.88	2.61
2	P-2	26/9/2024	3/10/2024	7	17,671.46	134.60	134,600.00	1.90	2.64
3	P-3	26/9/2024	3/10/2024	7	17,671.46	132.30	132,300.00	1.87	2.60
4	P-4	26/9/2024	3/10/2024	7	17,671.46	132.80	132,800.00	1.88	2.61
5	P-5	1/10/2024	15/10/2024	14	17,671.46	168.60	168,600.00	2.39	2.81
6	P-6	1/10/2024	15/10/2024	14	17,671.46	167.70	167,700.00	2.37	2.79
7	P-7	1/10/2024	15/10/2024	14	17,671.46	161.20	161,200.00	2.28	2.68
8	P-8	1/10/2024	15/10/2024	14	17,671.46	165.10	165,100.00	2.34	2.75
9	P-9	3/9/2024	1/10/2024	28	17,671.46	189.00	189,000.00	2.67	2.67
10	P-10	3/9/2024	1/10/2024	28	17,671.46	182.20	182,200.00	2.58	2.58
11	P-11	3/9/2024	1/10/2024	28	17,671.46	187.50	187,500.00	2.65	2.65
12	P-12	3/9/2024	1/10/2024	28	17,671.46	192.30	192,300.00	2.72	2.72
13	P-13	3/9/2024	1/10/2024	28	17,671.46	185.80	185,800.00	2.63	2.63
14	P-14	3/9/2024	1/10/2024	28	17,671.46	187.60	187,600.00	2.65	2.65
15	P-15	3/9/2024	1/10/2024	28	17,671.46	198.00	198,000.00	2.80	2.80
16	P-16	3/9/2024	1/10/2024	28	17,671.46	188.10	188,100.00	2.66	2.66
17	P-17	3/9/2024	1/10/2024	28	17,671.46	184.20	184,200.00	2.61	2.61
18	P-18	3/9/2024	1/10/2024	28	17,671.46	190.10	190,100.00	2.69	2.69

Jhosmira Angela Mamani Rueda

ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE ING.CIVIL

Ing. Moisés Díaz Ayarde

JEFE LAB. HORMIGONES - RESISTENCIA MAT. - UAJMS



**ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCION INDIRECTA EN PROBETAS DE HORMIGON**  
**(Normas: ASTM C39 - AASHTO T22)**

Proyecto: Hormigón con adición de fibras de acero y textil reciclado de neumáticos	Fecha: Septiembre-Octubre 2024
	Material: Chancadora Tolomosa
Identificación: Hormigón con adición de 0.5% de fibra acero-textil	Laboratorista: Mamani Rueda Jhosmira

$$f_h = \frac{2 * P}{\pi * l * d}$$

Donde :

$f_h$  = Resistencia a traccion por hendidimiento (Mpa)

P = Carga maxima aplicada por la maquina de ensaye (N)

l = Longitud de la probeta (mm)

d = Diametro de la probeta (mm)

Nº	Identificació n	F. de Vaciado	F. de Rotura	Edad (días)	Area (mm <sup>2</sup> )	Lectura (KN)	Carga (N)	f <sub>h</sub> (Mpa)	Proyección 28d (N/mm <sup>2</sup> )
1	Probeta 1	26/9/2024	3/10/2024	7	17,671.46	140.60	140,600.00	1.99	2.76
2	Probeta 2	26/9/2024	3/10/2024	7	17,671.46	139.50	139,500.00	1.97	2.74
3	Probeta 3	26/9/2024	3/10/2024	7	17,671.46	141.70	141,700.00	2.00	2.78
4	Probeta 4	26/9/2024	3/10/2024	7	17,671.46	149.00	149,000.00	2.11	2.93
5	Probeta 5	26/9/2024	10/10/2024	14	17,671.46	176.60	176,600.00	2.50	2.94
6	Probeta 6	26/9/2024	10/10/2024	14	17,671.46	177.70	177,700.00	2.51	2.96
7	Probeta 7	26/9/2024	10/10/2024	14	17,671.46	174.70	174,700.00	2.47	2.91
8	Probeta 8	26/9/2024	10/10/2024	14	17,671.46	170.40	170,400.00	2.41	2.84
9	Probeta 9	4/9/2024	2/10/2024	28	17,671.46	193.00	193,000.00	2.73	2.73
10	Probeta 10	4/9/2024	2/10/2024	28	17,671.46	203.00	203,000.00	2.87	2.87
11	Probeta 11	4/9/2024	2/10/2024	28	17,671.46	199.80	199,800.00	2.83	2.83
12	Probeta 12	4/9/2024	2/10/2024	28	17,671.46	193.90	193,900.00	2.74	2.74
13	Probeta 13	4/9/2024	2/10/2024	28	17,671.46	188.40	188,400.00	2.67	2.67
14	Probeta 14	4/9/2024	2/10/2024	28	17,671.46	203.40	203,400.00	2.88	2.88
15	Probeta 15	4/9/2024	2/10/2024	28	17,671.46	168.10	168,100.00	2.38	2.38
16	Probeta 16	4/9/2024	2/10/2024	28	17,671.46	199.30	199,300.00	2.82	2.82
17	Probeta 17	4/9/2024	2/10/2024	28	17,671.46	200.50	200,500.00	2.84	2.84
18	Probeta 18	4/9/2024	2/10/2024	28	17,671.46	186.10	186,100.00	2.63	2.63

Jhosmira Angela Mamani Rueda

ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE ING.CIVIL

Ing. Moisés Díaz Ayarde

JEFE LAB. HORMIGONES - RESISTENCIA MAT. - UAJMS



**ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCION INDIRECTA EN PROBETAS DE HORMIGON**  
**(Normas: ASTM C39 - AASHTO T22)**

Proyecto: Hormigón con adición de fibras de acero y textil reciclado de neumáticos	Fecha: Septiembre-Octubre 2024
	Material: Chancadora Tolomosa
Identificación: Hormigón con adición de 1% de fibra acero-textil	Laboratorista: Mamani Rueda Jhosmira

$$f_h = \frac{2 * P}{\pi * l * d}$$

Donde :

$f_h$  = Resistencia a traccion por hendidimiento (Mpa)

P = Carga maxima aplicada por la maquina de ensaye (N)

l = Longitud de la probeta (mm)

d = Diametro de la probeta (mm)

Nº	Identificación	F. de Vaciado	F. de Rotura	Edad (días)	Area (mm <sup>2</sup> )	Lectura (KN)	Carga (N)	f <sub>h</sub> (Mpa)	Proyección 28d (N/mm <sup>2</sup> )
1	Probeta 1	1/10/2024	8/10/2024	7	17,671.46	156.20	156,200.00	2.21	3.07
2	Probeta 2	1/10/2024	8/10/2024	7	17,671.46	155.00	155,000.00	2.19	3.04
3	Probeta 3	1/10/2024	8/10/2024	7	17,671.46	155.90	155,900.00	2.21	3.06
4	Probeta 4	1/10/2024	8/10/2024	7	17,671.46	134.30	134,300.00	1.90	2.64
5	Probeta 5	1/10/2024	15/10/2024	14	17,671.46	178.40	178,400.00	2.52	2.97
6	Probeta 6	1/10/2024	15/10/2024	14	17,671.46	179.50	179,500.00	2.54	2.99
7	Probeta 7	1/10/2024	15/10/2024	14	17,671.46	182.30	182,300.00	2.58	3.03
8	Probeta 8	1/10/2024	15/10/2024	14	17,671.46	185.60	185,600.00	2.63	3.09
9	Probeta 9	19/9/2024	17/10/2024	28	17,671.46	201.00	201,000.00	2.84	2.84
10	Probeta 10	19/9/2024	17/10/2024	28	17,671.46	202.00	202,000.00	2.86	2.86
11	Probeta 11	19/9/2024	17/10/2024	28	17,671.46	215.50	215,500.00	3.05	3.05
12	Probeta 12	19/9/2024	17/10/2024	28	17,671.46	208.00	208,000.00	2.94	2.94
13	Probeta 13	19/9/2024	17/10/2024	28	17,671.46	188.40	188,400.00	2.67	2.67
14	Probeta 14	19/9/2024	17/10/2024	28	17,671.46	214.60	214,600.00	3.04	3.04
15	Probeta 15	19/9/2024	17/10/2024	28	17,671.46	208.60	208,600.00	2.95	2.95
16	Probeta 16	19/9/2024	17/10/2024	28	17,671.46	204.30	204,300.00	2.89	2.89
17	Probeta 17	19/9/2024	17/10/2024	28	17,671.46	200.30	200,300.00	2.83	2.83
18	Probeta 18	19/9/2024	17/10/2024	28	17,671.46	197.50	197,500.00	2.79	2.79

Jhosmira Angela Mamani Rueda

ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE ING.CIVIL

Ing. Moisés Díaz Ayarde

JEFE LAB. HORMIGONES - RESISTENCIA MAT. - UAJMS



**ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCION INDIRECTA EN PROBETAS DE HORMIGON**  
**(Normas: ASTM C39 - AASHTO T22)**

Proyecto: Hormigón con adición de fibras de acero y textil reciclado de neumáticos	Fecha: Septiembre-Octubre 2024
	Material: Chancadora Tolomosa
Identificación: Hormigón con adición de 1.5% de fibra acero-textil	Laboratorista: Mamani Rueda Jhosmira

$$f_h = \frac{2 * P}{\pi * l * d}$$

Donde :

$f_h$  Resistencia a traccion por hendidimiento (Mpa)

P = Carga maxima aplicada por la maquina de ensaye (N)

l = Longitud de la probeta (mm)

d = Diametro de la probeta (mm)

Nº	Identificació n	F. de Vaciado	F. de Rotura	Edad (días)	Area (mm <sup>2</sup> )	Lectura (KN)	Carga (N)	f <sub>h</sub> (Mpa)	Proyección 28d (N/mm <sup>2</sup> )
1	Probeta 1	25/9/2024	2/10/2024	7	17,671.46	143.80	143,800.00	1.98	2.75
2	Probeta 2	25/9/2024	2/10/2024	7	17,671.46	154.90	154,900.00	2.13	2.96
3	Probeta 3	26/9/2024	3/10/2024	7	17,671.46	153.80	153,800.00	2.12	2.94
4	Probeta 4	26/9/2024	3/10/2024	7	17,671.46	156.60	156,600.00	2.16	3.00
5	Probeta 5	25/9/2024	9/10/2024	14	17,671.46	183.00	183,000.00	2.52	2.97
6	Probeta 6	25/9/2024	9/10/2024	14	17,671.46	182.30	182,300.00	2.51	2.95
7	Probeta 7	25/9/2024	9/10/2024	14	17,671.46	183.80	183,800.00	2.53	2.98
8	Probeta 8	25/9/2024	9/10/2024	14	17,671.46	184.70	184,700.00	2.54	2.99
9	Probeta 9	25/9/2024	23/10/2024	28	17,671.46	206.90	206,900.00	2.85	2.85
10	Probeta 10	25/9/2024	23/10/2024	28	17,671.46	201.60	201,600.00	2.78	2.78
11	Probeta 11	25/9/2024	23/10/2024	28	17,671.46	197.80	197,800.00	2.73	2.73
12	Probeta 12	25/9/2024	23/10/2024	28	17,671.46	233.90	233,900.00	3.22	3.22
13	Probeta 13	25/9/2024	23/10/2024	28	17,671.46	200.30	200,300.00	2.76	2.76
14	Probeta 14	25/9/2024	23/10/2024	28	17,671.46	199.30	199,300.00	2.75	2.75
15	Probeta 15	25/9/2024	23/10/2024	28	17,671.46	196.60	196,600.00	2.71	2.71
16	Probeta 16	25/9/2024	23/10/2024	28	17,671.46	200.80	200,800.00	2.77	2.77
17	Probeta 17	25/9/2024	23/10/2024	28	17,671.46	204.00	204,000.00	2.81	2.81
18	Probeta 18	25/9/2024	23/10/2024	28	17,671.46	202.00	202,000.00	2.78	2.78

Jhosmira Angela Mamani Rueda

ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE ING.CIVIL

Ing. Moisés Díaz Ayarde

JEFE LAB. HORMIGONES - RESISTENCIA MAT. - UAJMS



**ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCION INDIRECTA EN PROBETAS DE HORMIGON**  
**(Normas: ASTM C39 - AASHTO T22)**

Proyecto: Hormigón con adición de fibras de acero y  
textil reciclado de neumáticos

Fecha: Septiembre-Octubre 2024

Material: Chancadora Tolomosa

Identificación: Hormigón con adición de 2% de fibra acero-textil

Laboratorista: Mamani Rueda Jhosmira

$$f_h = \frac{2 * P}{\pi * l * d}$$

Donde :

$f_h$  =Resistencia a traccion por hendidimiento (Mpa)

P = Carga maxima aplicada por la maquina de ensaye (N)

l = Longitud de la probeta (mm)

d = Diametro de la probeta (mm)

Nº	Identificación	F. de Vaciado	F. de Rotura	Edad (días)	Area (mm <sup>2</sup> )	Lectura (KN)	Carga (N)	f <sub>h</sub> (Mpa)	Proyección 28d (N/mm <sup>2</sup> )
1	Probeta 1	1/10/2024	8/10/2024	7	17,671.46	137.60	137,600.00	1.95	2.70
2	Probeta 2	1/10/2024	8/10/2024	7	17,671.46	136.10	136,100.00	1.93	2.67
3	Probeta 3	1/10/2024	8/10/2024	7	17,671.46	137.70	137,700.00	1.95	2.70
4	Probeta 4	1/10/2024	8/10/2024	7	17,671.46	137.30	137,300.00	1.94	2.70
5	Probeta 5	1/10/2024	15/10/2024	14	17,671.46	179.80	179,800.00	2.54	2.99
6	Probeta 6	1/10/2024	15/10/2024	14	17,671.46	182.10	182,100.00	2.58	3.03
7	Probeta 7	1/10/2024	15/10/2024	14	17,671.46	170.30	170,300.00	2.41	2.83
8	Probeta 8	1/10/2024	15/10/2024	14	17,671.46	171.60	171,600.00	2.43	2.86
9	Probeta 9	19/9/2024	17/10/2024	28	17,671.46	195.90	195,900.00	2.77	2.77
10	Probeta 10	19/9/2024	17/10/2024	28	17,671.46	193.10	193,100.00	2.73	2.73
11	Probeta 11	19/9/2024	17/10/2024	28	17,671.46	194.10	194,100.00	2.75	2.75
12	Probeta 12	19/9/2024	17/10/2024	28	17,671.46	193.50	193,500.00	2.74	2.74
13	Probeta 13	19/9/2024	17/10/2024	28	17,671.46	195.10	195,100.00	2.76	2.76
14	Probeta 14	19/9/2024	17/10/2024	28	17,671.46	196.90	196,900.00	2.79	2.79
15	Probeta 15	19/9/2024	17/10/2024	28	17,671.46	195.30	195,300.00	2.76	2.76
16	Probeta 16	19/9/2024	17/10/2024	28	17,671.46	198.70	198,700.00	2.81	2.81
17	Probeta 17	19/9/2024	17/10/2024	28	17,671.46	200.20	200,200.00	2.83	2.83
18	Probeta 18	19/9/2024	17/10/2024	28	17,671.46	199.30	199,300.00	2.82	2.82

Jhosmira Angela Mamani Rueda

ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE ING.CIVIL

Ing. Moisés Díaz Ayarde

JEFE LAB. HORMIGONES - RESISTENCIA MAT. - UAJMS

## **ANEXO 2: MATRIZ**

## MATRIZ

PROBLEMA	CAUSA	EFFECTO	SOLUCION
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vulnerabilidad del hormigón cuando se somete a esfuerzos de flexión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La ausencia de materiales que mejoren la flexión en el hormigón.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reciclaje de fibras no se aprovecha plenamente.</li> <li>• La obtención y procesamiento de algunas fibras naturales pueden ser complejos y costosos.</li> <li>• Producción de fibras tradicionales genera impacto ambiental significativo.</li> <li>• Reparaciones más frecuentes por fisuras del hormigón.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorporación fibras naturales (madera, bambú, fibras de coco, etc.)</li> <li>• Fibras sintéticas producidas artificialmente (fibras de acero, polipropileno, textil, etc.)</li> <li>• Adición de fibras recicladas de acero de neumáticos.</li> <li>• Aditivos para hormigón.</li> </ul>

# **ANEXO 3: PRECIOS UNITARIOS**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO:	FLEXIÓN EN VIGAS DE HORMIGÓN SIN REFUERZO CON FIBRAS DE ACERO Y TEXTIL DE NEUMÁTICOS RECICLADOS				
ITEM:	1.00	ACTIVIDAD:	HORMIGON PATRON		
CANTIDAD:	1.00		BOLIVIANOS		
UNIDAD :	m3	MONEDA:	PRECIO PRODUCTIVO	PRECIO TOTAL	IMPUESTOS
DESCRIPCION	UNID.	REND.	PRECIO PRODUCTIVO	PRECIO TOTAL	IMPUESTOS
<b>1. MATERIALES</b>					
Cemento Portland	kg	410.00	1.12	459.20	
Arena	m3	0.53	120.00	63.60	
Grava	m3	0.66	100.00	66.00	
			<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>588.80</b>	
<b>2. MANO DE OBRA</b>					
Encofrador	hr	0.25	20.50	5.13	
Albañil	hr	1.00	20.50	20.50	
Ayudante	hr	3.00	15.00	45.00	
			<b>SUB TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>70.63</b>	
CARGAS SOCIALES 60%				42.38	
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA 14,94%				16.88	
			<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>129.89</b>	
<b>3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>					
Mezcladora	hr	1.00	22.00	22.00	
Vibradora	hr	0.80	15.00	12.00	
HERRAMIENTAS 5%				6.49	
			<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>	<b>40.49</b>	
<b>4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>					
GASTOS GENERALES 11%				83.51	
			<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>	<b>83.51</b>	
<b>5. UTILIDAD</b>					
UTILIDAD 6%				50.56	
			<b>TOTAL UTILIDAD</b>	<b>50.56</b>	
<b>6. IMPUESTOS</b>					
IMPUESTOS IT 3,09%				27.60	
			<b>TOTAL IMPUESTOS</b>	<b>27.60</b>	
			<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>	<b>920.85</b>	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO:	FLEXIÓN EN VIGAS DE HORMIGÓN SIN REFUERZO CON FIBRAS DE ACERO Y TEXTIL DE NEUMÁTICOS RECICLADOS				
ITEM:	1.00	ACTIVIDAD:	HORMIGON CON 0,5% DE FIBRA		
CANTIDAD:	1.00				
UNIDAD :	m3	MONEDA:	BOLIVIANOS		
DESCRIPCION	UNID.	REND.	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL	
<b>1. MATERIALES</b>					
Cemento Portland	kg	410.00	1.12	459.20	
Arena	m3	0.53	120.00	63.60	
Grava	m3	0.66	100.00	66.00	
fibra acero-textil reciclada	kg	11.65	6.00	69.90	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>658.70</b>
<b>2. MANO DE OBRA</b>					
Encofrador	hr	0.25	20.50	5.13	
Albañil	hr	1.00	20.50	20.50	
Ayudante	hr	3.00	15.00	45.00	
				<b>SUB TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>70.63</b>
CARGAS SOCIALES 60%					42.38
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA 14,94%					16.88
				<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>129.89</b>
<b>3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>					
Mezcladora	hr	1.00	22.00	22.00	
Vibradora	hr	0.80	15.00	12.00	
HERRAMIENTAS 5%					6.49
				<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>	<b>40.49</b>
<b>4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>					
GASTOS GENERALES 11%					91.20
				<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>	<b>91.20</b>
<b>5. UTILIDAD</b>					
UTILIDAD 6%					55.22
				<b>TOTAL UTILIDAD</b>	<b>55.22</b>
<b>6. IMPUESTOS</b>					
IMPUESTOS IT 3,09%					30.14
				<b>TOTAL IMPUESTOS</b>	<b>30.14</b>
				<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>	<b>1,005.64</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	FLEXIÓN EN VIGAS DE HORMIGÓN SIN REFUERZO CON FIBRAS DE ACERO Y TEXTIL DE NEUMÁTICOS RECICLADOS			
ITEM:	1.00	ACTIVIDAD:	HORMIGON CON 1% DE FIBRA	
CANTIDAD:	1.00			
UNIDAD :	m3	MONEDA:	BOLIVIANOS	
DESCRIPCION	UNID.	REND.	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
<b>1. MATERIALES</b>				
Cemento Portland	kg	410.00	1.12	459.20
Arena	m3	0.53	120.00	63.60
Grava	m3	0.66	100.00	66.00
fibra acero-textil reciclada	kg	23.29	6.00	139.74
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>728.54</b>
<b>2. MANO DE OBRA</b>				
Encofrador	hr	0.25	20.50	5.13
Albañil	hr	1.00	20.50	20.50
Ayudante	hr	3.00	15.00	45.00
<b>SUB TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>70.63</b>
CARGAS SOCIALES 60%				42.38
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA 14,94%				16.88
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>129.89</b>
<b>3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>				
Mezcladora	hr	1.00	22.00	22.00
Vibradora	hr	0.80	15.00	12.00
HERRAMIENTAS 5%				6.49
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>				<b>40.49</b>
<b>4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>				
GASTOS GENERALES 11%				98.88
<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>				<b>98.88</b>
<b>5. UTILIDAD</b>				
UTILIDAD 6%				59.87
<b>TOTAL UTILIDAD</b>				<b>59.87</b>
<b>6. IMPUESTOS</b>				
IMPUESTOS IT 3,09%				32.68
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>				<b>32.68</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>				<b>1,090.35</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO:	FLEXIÓN EN VIGAS DE HORMIGÓN SIN REFUERZO CON FIBRAS DE ACERO Y TEXTIL DE NEUMÁTICOS RECICLADOS				
ITEM:	1.00	ACTIVIDAD:	HORMIGON CON 1,5% DE FIBRA		
CANTIDAD:	1.00	MONEDA:	BOLIVIANOS		
UNIDAD :	m3	UNID.	REND.	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1. MATERIALES					
Cemento Portland	kg	410.00	1.12	459.20	
Arena	m3	0.53	120.00	63.60	
Grava	m3	0.66	100.00	66.00	
fibra acero-textil reciclada	kg	34.94	6.00	209.64	
TOTAL MATERIALES					<b>798.44</b>
2. MANO DE OBRA					
Encofrador	hr	0.25	20.50	5.13	
Albañil	hr	1.00	20.50	20.50	
Ayudante	hr	3.00	15.00	45.00	
SUB TOTAL MANO DE OBRA					<b>70.63</b>
CARGAS SOCIALES 60%				42.38	
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA 14,94%				16.88	
TOTAL MANO DE OBRA					<b>129.89</b>
3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Mezcladora	hr	1.00	22.00	22.00	
Vibradora	hr	0.80	15.00	12.00	
HERRAMIENTAS 5%				6.49	
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					<b>40.49</b>
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
GASTOS GENERALES 11%				106.57	
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					<b>106.57</b>
5. UTILIDAD					
UTILIDAD 6%				64.52	
TOTAL UTILIDAD					<b>64.52</b>
6. IMPUESTOS					
IMPUESTOS IT 3,09%				35.22	
TOTAL IMPUESTOS					<b>35.22</b>
TOTAL PRECIO UNITARIO					<b>1,175.13</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	FLEXIÓN EN VIGAS DE HORMIGÓN SIN REFUERZO CON FIBRAS DE ACERO Y TEXTIL DE NEUMÁTICOS RECICLADOS			
ITEM:	1.00	ACTIVIDAD:	HORMIGON CON 2% DE FIBRA	
CANTIDAD:	1.00			
UNIDAD :	m3	MONEDA:	BOLIVIANOS	
DESCRIPCION	UNID.	REND.	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
<b>1. MATERIALES</b>				
Cemento Portland	kg	410.00	1.12	459.20
Arena	m3	0.53	120.00	63.60
Grava	m3	0.66	100.00	66.00
fibra acero-textil reciclada	kg	46.59	6.00	279.54
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>868.34</b>
<b>2. MANO DE OBRA</b>				
Encofrador	hr	0.25	20.50	5.13
Albañil	hr	1.00	20.50	20.50
Ayudante	hr	3.00	15.00	45.00
<b>SUB TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>70.63</b>
CARGAS SOCIALES 60%				42.38
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA 14,94%				16.88
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>129.89</b>
<b>3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>				
Mezcladora	hr	1.00	22.00	22.00
Vibradora	hr	0.80	15.00	12.00
HERRAMIENTAS 5%				6.49
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>				<b>40.49</b>
<b>4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>				
GASTOS GENERALES 11%				114.26
<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>				<b>114.26</b>
<b>5. UTILIDAD</b>				
UTILIDAD 6%				69.18
<b>TOTAL UTILIDAD</b>				<b>69.18</b>
<b>6. IMPUESTOS</b>				
IMPUESTOS IT 3,09%				37.76
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>				<b>37.76</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>				<b>1,259.92</b>

# **ANEXO 4:**

# **FOTOGRAFIAS**

#### Anexo 4.1: Caracterización de fibra textil

**Figura 1**  
*Pesaje de fibra acero-textil*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 2**  
*Separación de la combinación de fibras acero - textil*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 3**  
*Fibra textil reciclado de neumático*



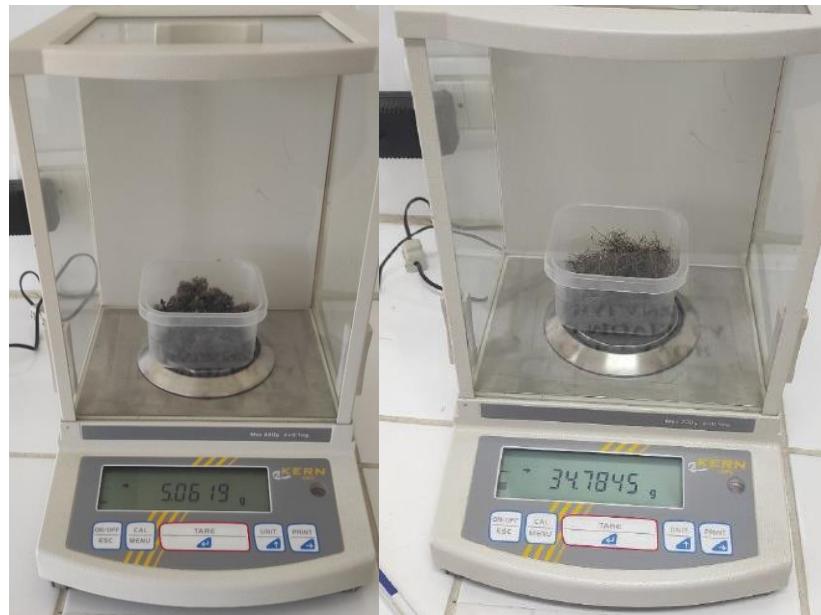
Fuente: Elaboración propia

**Figura 4**  
*Fibra de acero reciclado de neumáticos*



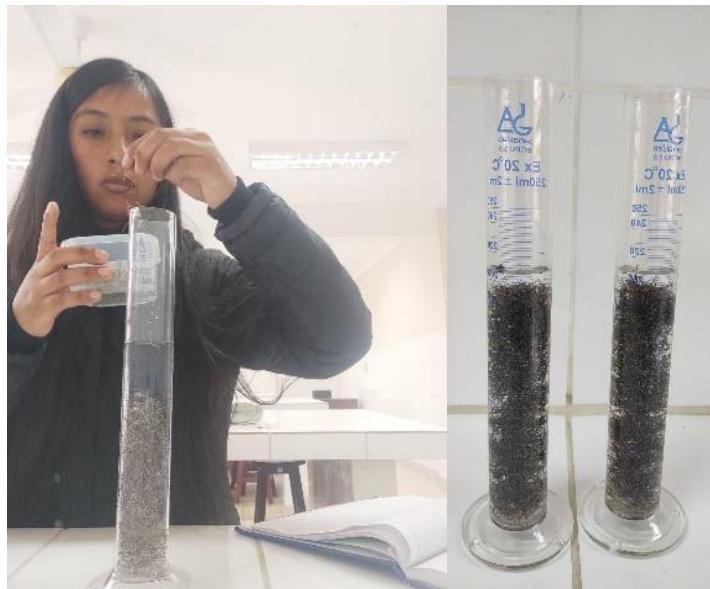
Fuente: Elaboración propia

**Figura 5**  
*Pesaje de fibra textil y acero en balanza de precisión*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 6**  
*Colocación de fibra de acero y textil en probeta*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 7**  
*Medición de volumen desplazado por medio del Principio de Arquímedes*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 8**  
*Determinación del diámetro de fibras utilizando un micrómetro*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 9**

*Medición del diámetro de fibras de refuerzo con micrómetro de precisión*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 10**

*Juego de micrómetros de interiores para medición precisa de elementos cilíndricos*



Fuente: Elaboración propia

## Anexo 4.2: Caracterización de los agregados

**Figura 11**  
*Vista de planta Chancadora Tolomosa*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 12**  
*Grava ¾ triturada proveniente de la Chancadora Tolomosa*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 13**

*Preparación de arena: proceso de lavado y secado para uso en hormigón*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 14**

*Pesaje de agregado grueso para ensayo correspondiente*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 15**  
*Pesaje de agregado fino para ensayos correspondientes*



Fuente: Elaboración propia

### **Ensayo de granulometría**

**Figura 16**  
*Juego de tamices estandarizados*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 17**  
*Colocado de agregado en el juego de tamices*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 18**  
*Montaje del juego de tamices en el tamizador para el análisis granulométrico*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 19**

*Tamizado manual de las fracciones de muestra retenidas en los tamices tras el uso del tamizador vibratorio.*



Fuente: Elaboración propia

### **Peso específico del agregado grueso**

**Figura 20**

*Agregado grueso después de ser saturado 24 horas.*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 21**

*Determinación del peso específico del agregado grueso: secado superficial*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 22**

*Agregado colocado en el canastillo y posteriormente sumergido*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 23**

*Determinación del peso específico del agregado grueso: obtención del peso*



Fuente: Elaboración propia

### **Peso específico agregado fino**

**Figura 24**

*Muestra de arena previamente saturado 24 hrs. para luego realizar peso específico del agregado fino*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 25**  
*Secado de muestra de forma uniforme.*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 26**  
*Prueba del cono cónico*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 27**  
*Peso específico de agregado fino*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 28**  
*Peso específico de agregado fino*



Fuente: Elaboración propia

## Peso unitario agregado grueso y fino

**Figura 29**  
*Peso unitario: Calibración*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 30**  
*Peso unitario de agregado grueso*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 31**  
*Peso unitario agregado fino*



Fuente: Elaboración propia

#### **Anexo 4.3: Dosificación de probetas prismáticas y cilíndricas**

**Figura 32**  
*Dosificación de probetas*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 33**  
*Incorporación manual de fibras en hormigón fresco.*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 34**  
*Prueba de asentamiento*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 35**  
*Prueba de asentamiento*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 36**  
*Prueba de asentamiento*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 37**

*Compactación de muestras de hormigón fresco en moldes cilíndricos mediante varillado manual*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 38**

*Proceso de consolidación de muestras de hormigón: golpeteo de los moldes después del varillado.*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 39**

*Nivelación y acabado superficial de las probetas de hormigón en moldes cilíndricos*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 40**

*Probetas cilíndricas con mezcla de hormigón*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 41**  
*Desmolde de probetas pasado las 24 horas de su hormigonado*



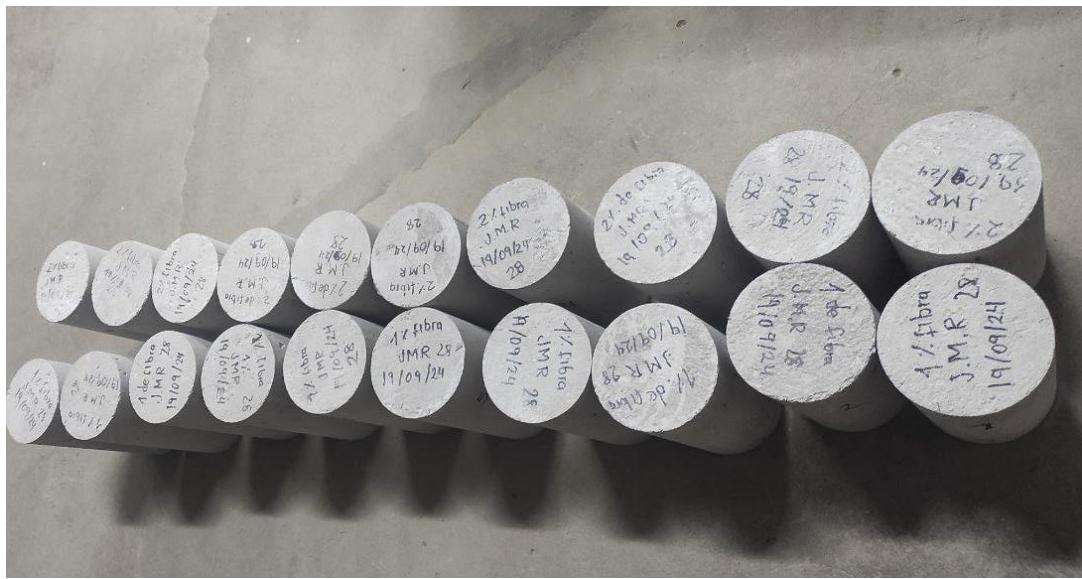
Fuente: Elaboración propia

**Figura 42**  
*Curado de probetas cilíndricas*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 43**  
*Probetas sacadas de la piscina 24 horas antes de su rotura*



Fuente: Elaboración propia

#### **Anexo 4.4: Rotura de probetas**

##### **Rotura de probetas a tracción indirecta y a compresión**

**Figura 44**  
*Verificación de la Dosificación de Hormigón H-25 mediante Ensayo de Compresión*



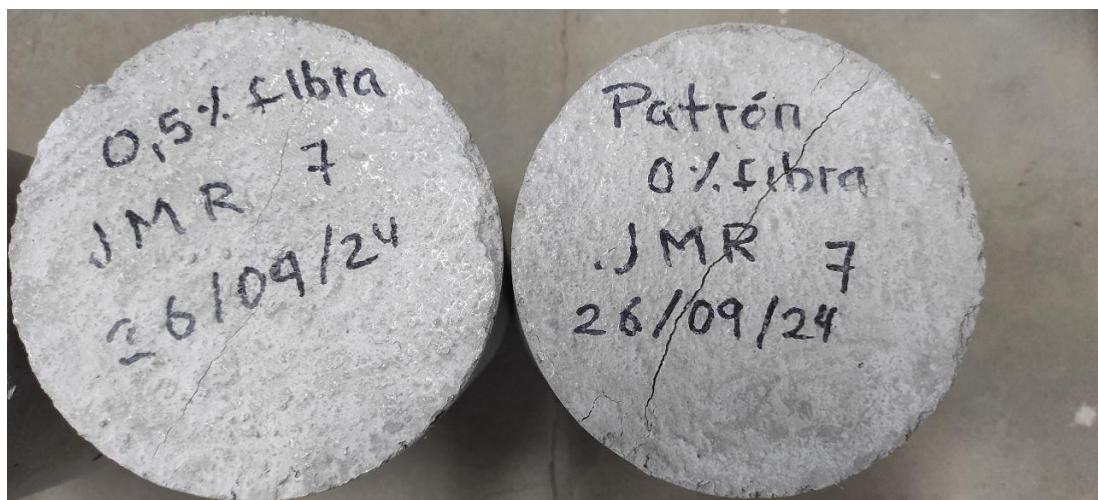
Fuente: Elaboración propia

**Figura 45**  
*Resistencia Tracción Indirecta*



Fuente: Elaboración propia

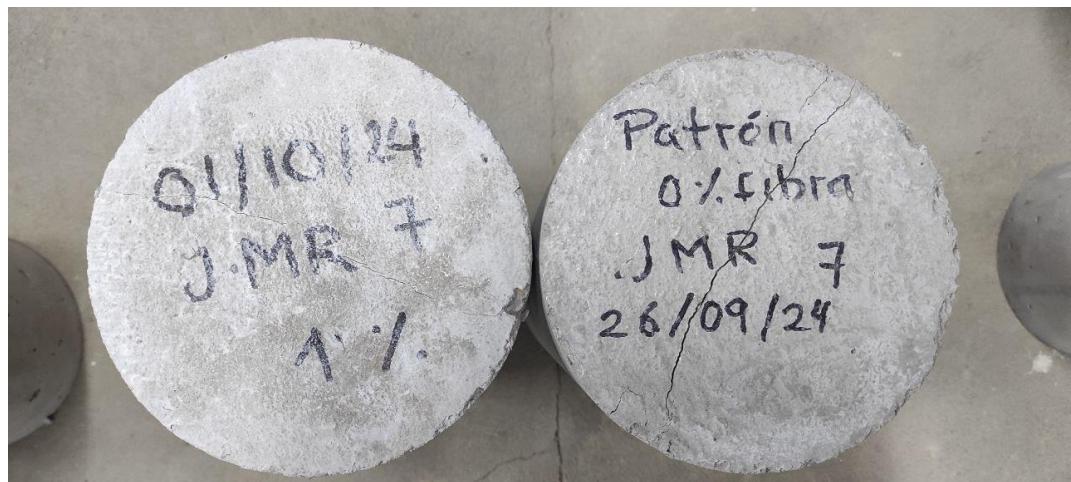
**Figura 46**  
*Comparación de fisuras entre el hormigón patrón y un hormigón reforzado con fibras (0,5%)*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 47**

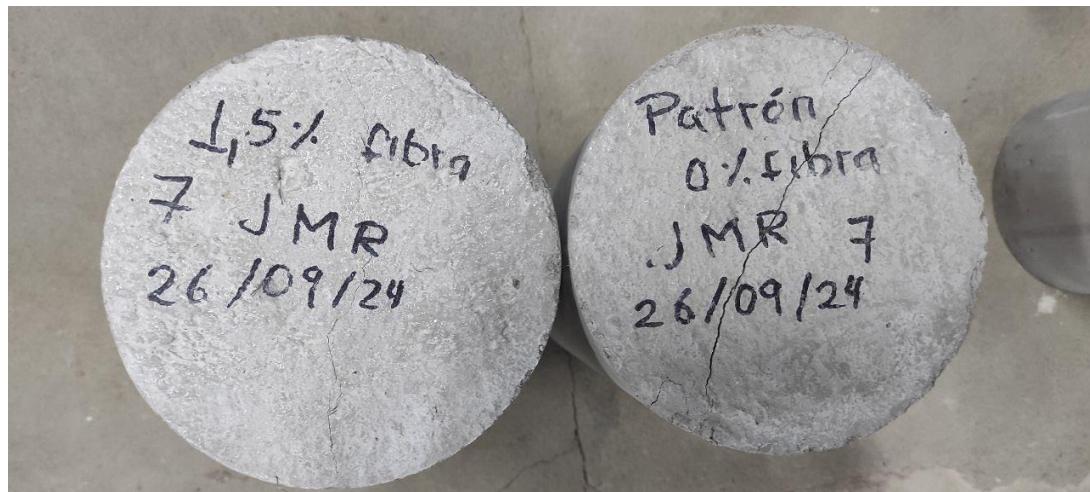
Comparación de fisuras entre el hormigón patrón y un hormigón reforzado con fibras (1%)



Fuente: Elaboración propia

**Figura 48**

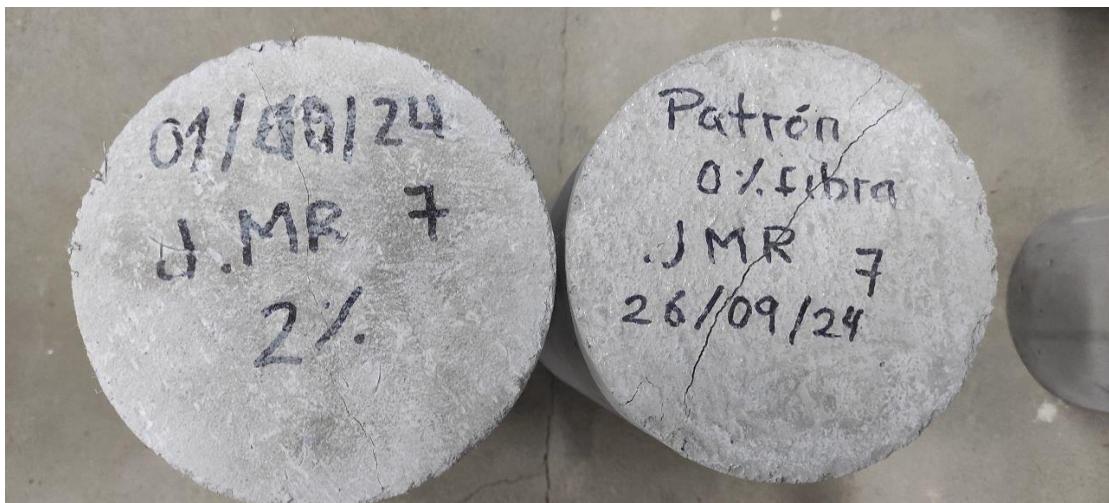
Comparación de fisuras entre el hormigón patrón y un hormigón reforzado con fibras (1.5%)



Fuente: Elaboración propia

**Figura 49**

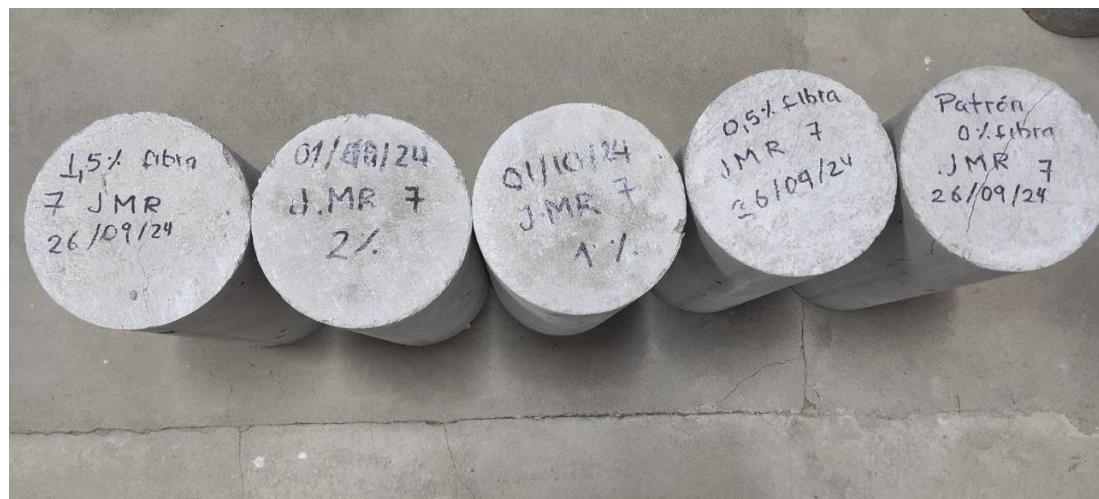
Comparación de fisuras entre el hormigón patrón y un hormigón reforzado con fibras (2%)



Fuente: Elaboración propia

**Figura 50**

Probetas después de la rotura a tracción indirecta con 0%, 0,5%, 1%, 1,5% y 2% de fibra de acero-textil



Fuente: Elaboración propia

## Dosificación de probetas prismáticas

**Figura 51**  
*Dosificación de vigas prismáticas: Preparación de moldes*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 52**  
*Dosificación de vigas prismática: Colocación de hormigón con fibras de moldes*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 53**  
*Dosificación de vigas prismática: Vibrado y frotachado*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 54**  
*Armado de piscina adicional para vigas*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 55**  
*Desmolde de vigas prismáticas e identificación*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 56**  
*Curado de vigas prismáticas: Para el curado de las vigas prismáticas, se emplearon dos piscinas*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 57**  
*Montaje de probeta prismática para ensayo de flexión*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 58**  
*Probeta de hormigón después de ensayo de flexión*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 59**  
*Falla por flexión en el tercio central de la viga prismática de hormigón con fibra*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 60**  
*Falla de viga en el tercio central*



Fuente: Elaboración propia

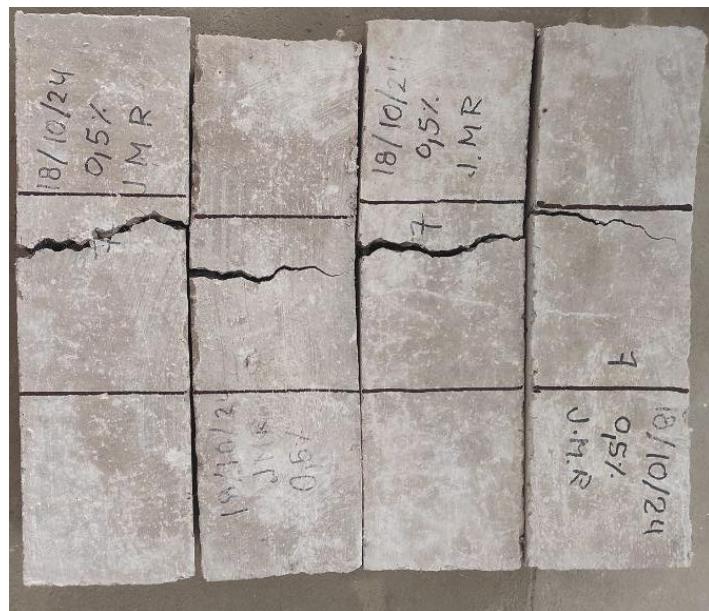
**Figura 61**  
*Vigas después de la rotura de vigas patrón 0% de fibra a los 7 días*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 62**

*Vigas después de la rotura de vigas con 0,5% de fibra a los 7 días*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 63**

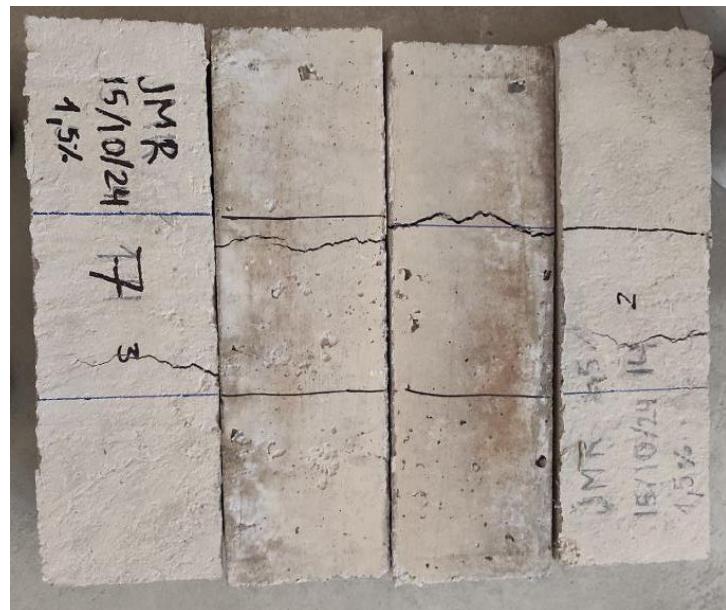
*Vigas después de la rotura de vigas con 1% de fibra a los 7 días*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 64**

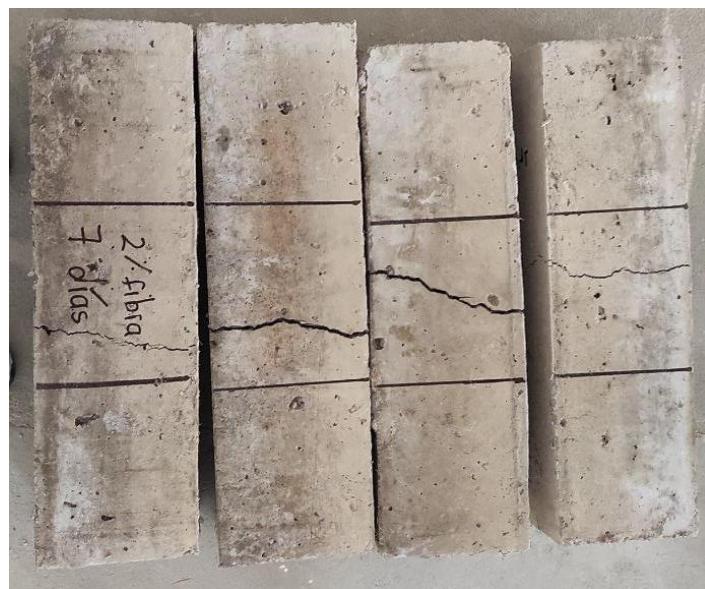
*Vigas después de la rotura de vigas con 1,5% de fibra a los 7 días*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 65**

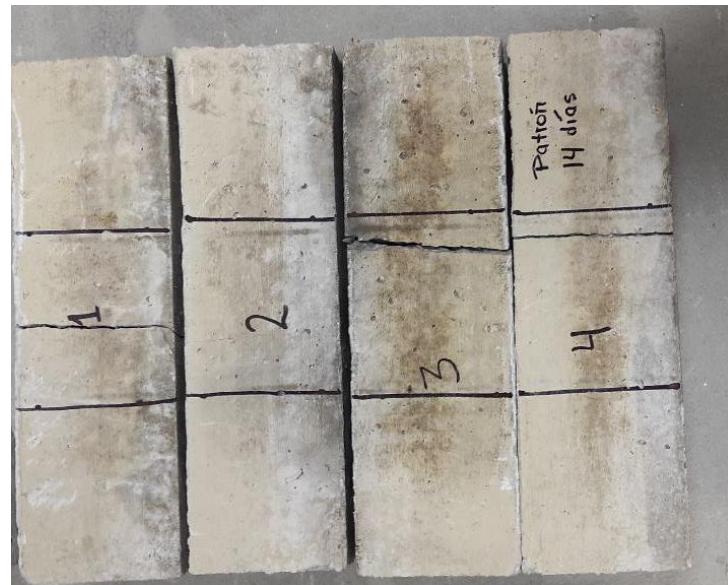
*Vigas después de la rotura de vigas con 2% de fibra a los 7 días*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 66**

*Vigas después de la rotura de vigas patrón con 0 % de fibra a los 14 días*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 67**

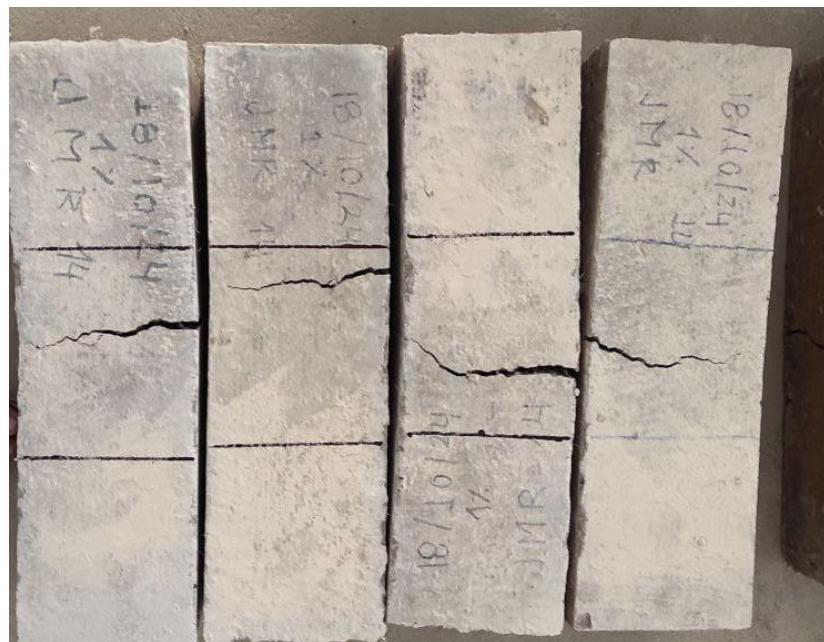
*Vigas después de la rotura de vigas patrón con 0,5 % de fibra a los 14 días*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 68**

*Vigas después de la rotura de vigas con 1% de fibra a los 14*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 69**

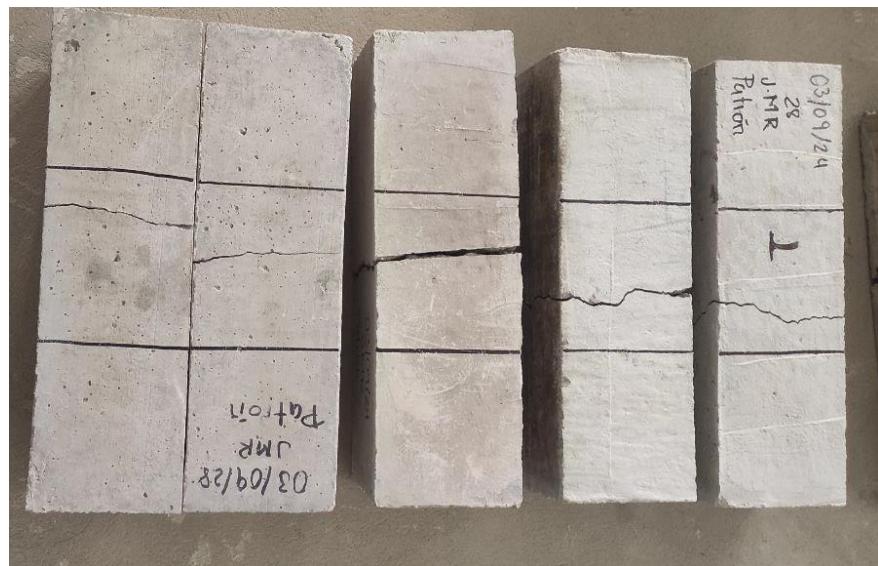
*Vigas después de la rotura de vigas con 2% de fibra a los 14 días*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 70**

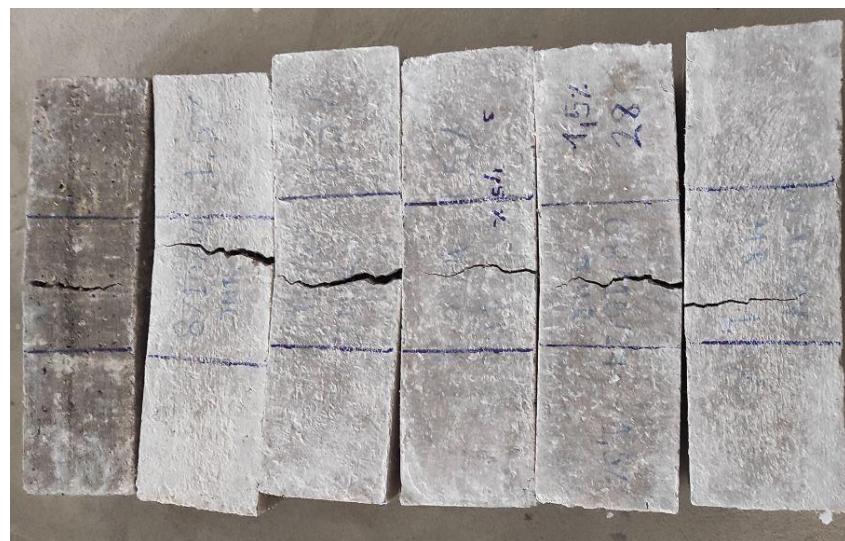
*Vigas después de la rotura de vigas patrón con 0% de fibra a los 28 días*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 71**

*Vigas después de la rotura de vigas con 1,5% de fibra a los 28 días*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 72**

*Vigas después de la rotura de vigas con 2% de fibra a los 28 días*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 73**

*Probetas prismáticas de hormigón con fibras de acero y textiles reciclados tras los ensayos de rotura por flexión*



Fuente: Elaboración propia