

las tejas cerámicas con grietas se descartan y esta deficiencia se presenta debido a la falta de un secado adecuado de la teja cerámica durante las primeras horas de la cocción. Los defectos de forma se presentan cuando en el proceso de la cocción de tejas se alcanza a la temperatura de fusión de los componentes mineralógicos de la materia prima, por lo que las tejas cerámicas se ennegrecen y pierden su forma de moldeo.

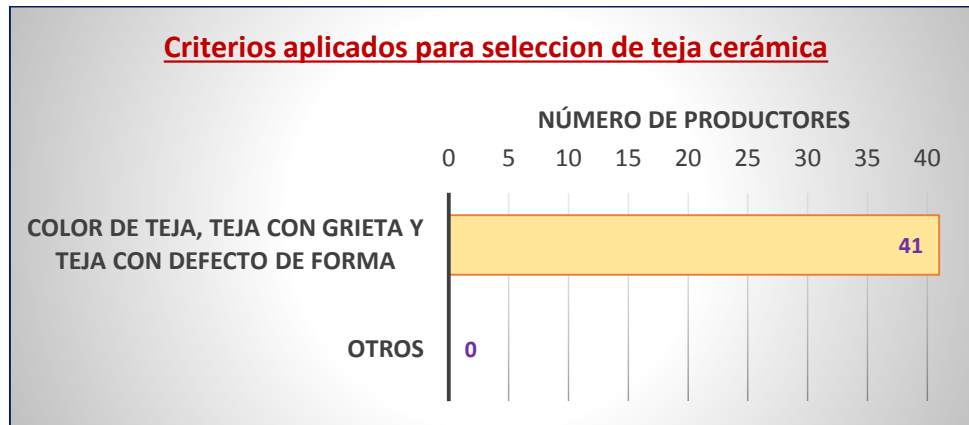


Figura 59: Criterios de selección aplicados a las tejas cerámicas para poner en venta.
Fuente: Propia del autor.

3.6.2 Ensayo de propiedades físicas de las tejas cerámicas.

3.6.2.1. Ensayo de variabilidad dimensional de teja cerámica.

a) Procesamiento o cálculo de la prueba

Las dimensiones nominales de las tejas cerámicas en centímetros según norma NTE INEN 986 (1984) son:

- Largo: 44 cm
- Ancho: 22 cm
- Espesor: 1 cm
- Flecha de curvatura: 6 cm

Se determina la variabilidad dimensional del largo, ancho, espesor y flecha de curvatura de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas muestreadas calculándose la magnitud de la variabilidad dimensional con la aplicación de la formula siguiente:

$$V\% = \frac{MN - MP}{MN} * 100$$

Donde:

V%: Variabilidad Dimensional (%)

MN: Medida Nominal (cm), establecida por norma NTE INEN

MP: Medida Promedio (cm), de una dimensión determinada de las unidades de muestra.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se basa en obtener un intervalo de confianza, lo cual nos permite descartar valores que se encuentran fuera del intervalo. Para obtener una media que representa el valor de la magnitud de la propiedad física – mecánica de la teja cerámica.

El análisis se desarrolla para cada elemento de la muestra y se inicia con el cálculo del promedio y la desviación estándar de los datos analizados, luego se definen el grado de libertad ($GL=n-1=4$) y con un nivel de confianza del 98% se obtiene el valor de $t = 3.747$, de la distribución t student, y con ellos los límites superior e inferior que delimitan el intervalo de confianza (ver anexo 2).

Una vez determinado el intervalo de confianza se descartan los valores que se encuentran fuera del intervalo y se calcula la media o promedio con los datos restantes. Finalmente se obtiene un promedio o media de toda la muestra, y este valor representa la magnitud de la propiedad.

Los valores resaltados en naranja son los que se encuentran fuera del intervalo de confianza definido para cada elemento de la muestra. Estos quedan descartados para determinar el valor estadístico de la propiedad que se muestra en los resultados de la presente investigación.

b) Diagrama, tablas

Tabla 107: Estadísticos para determinar el largo de las tejas cerámicas artesanales.

Muestra	Media	Desviación Estándar	Error Estándar de la Media	t	Intervalo de confianza	
					Limite inferior	Limite superior
A1	42.16	0.167332	0.074833	3.747	41.879600	42.440400
A2	42.56	0.320936	0.143527	3.747	42.022204	43.097796
A3	41.90	0.223607	0.100000	3.747	41.525300	42.274700
A4	42.50	0.187083	0.083666	3.747	42.186503	42.813497
A5	42.04	0.219089	0.097980	3.747	41.672870	42.407130
A6	41.70	0.282843	0.126491	3.747	41.226038	42.173962
A7	41.40	0.122474	0.054772	3.747	41.194768	41.605232
A8	41.96	0.089443	0.040000	3.747	41.810120	42.109880
A9	41.10	0.200000	0.089443	3.747	40.764858	41.435142
A10	41.62	0.248998	0.111355	3.747	41.202752	42.037248
A11	42.32	0.164317	0.073485	3.747	42.044653	42.595347
A12	41.44	0.134164	0.060000	3.747	41.215180	41.664820
A13	41.80	0.212132	0.094868	3.747	41.444528	42.155472
A14	42.24	0.230217	0.102956	3.747	41.854223	42.625777
A15	42.78	0.216795	0.096954	3.747	42.416715	43.143285
A16	42.60	0.200000	0.089443	3.747	42.264858	42.935142
A17	41.78	0.109545	0.048990	3.747	41.596435	41.963565
A18	41.66	0.151658	0.067823	3.747	41.405866	41.914134
A19	41.62	0.178885	0.080000	3.747	41.320240	41.919760
A20	41.84	0.114018	0.050990	3.747	41.648940	42.031060

Fuente: Propia

Tabla 108: Estadísticos para determinar el ancho mayor de las tejas cerámicas artesanales.

Muestra	Media	Desviación Estándar	Error Estándar de la Media	t	Intervalo de confianza	
					Limite inferior	Limite superior
A1	18.62	0.303315	0.135647	3.747	18.111732	19.128268
A2	18.86	0.134164	0.060000	3.747	18.635180	19.084820
A3	18.30	0.070711	0.031623	3.747	18.181509	18.418491
A4	18.60	0.200000	0.089443	3.747	18.264858	18.935142
A5	19.40	0.141421	0.063246	3.747	19.163019	19.636981
A6	18.62	0.432435	0.193391	3.747	17.895365	19.344635
A7	18.40	0.254951	0.114018	3.747	17.972776	18.827224
A8	17.72	0.228035	0.101980	3.747	17.337879	18.102121
A9	18.60	0.158114	0.070711	3.747	18.335047	18.864953
A10	18.38	0.178885	0.080000	3.747	18.080240	18.679760
A11	18.84	0.313050	0.140000	3.747	18.315420	19.364580
A12	18.74	0.288097	0.128841	3.747	18.257233	19.222767
A13	17.76	0.328634	0.146969	3.747	17.209306	18.310694
A14	17.94	0.219089	0.097980	3.747	17.572870	18.307130
A15	18.48	0.277489	0.124097	3.747	18.015010	18.944990
A16	18.96	0.439318	0.196469	3.747	18.223831	19.696169
A17	18.64	0.250998	0.112250	3.747	18.219400	19.060600
A18	17.92	0.319374	0.142829	3.747	17.384821	18.455179
A19	18.40	0.158114	0.070711	3.747	18.135047	18.664953
A20	18.86	0.089443	0.040000	3.747	18.710120	19.009880

Fuente: Propia

Tabla 109: Estadísticos para determinar el ancho menor de las tejas cerámicas artesanales.

Muestra	Media	Desviación Estándar	Error Estándar de la Media	t	Intervalo de confianza	
					Limite inferior	Limite superior
A1	16.42	0.277489	0.124097	3.747	15.955010	16.884990
A2	15.60	0.374166	0.167332	3.747	14.973007	16.226993
A3	15.62	0.216795	0.096954	3.747	15.256715	15.983285
A4	16.66	0.207364	0.092736	3.747	16.312518	17.007482
A5	15.84	0.230217	0.102956	3.747	15.454223	16.225777
A6	16.08	0.327109	0.146287	3.747	15.531861	16.628139
A7	15.54	0.054772	0.024495	3.747	15.448218	15.631782
A8	15.30	0.100000	0.044721	3.747	15.132429	15.467571
A9	15.86	0.350714	0.156844	3.747	15.272306	16.447694
A10	15.78	0.383406	0.171464	3.747	15.137523	16.422477
A11	16.06	0.336155	0.150333	3.747	15.496702	16.623298
A12	15.86	0.250998	0.112250	3.747	15.439400	16.280600
A13	15.08	0.228035	0.101980	3.747	14.697879	15.462121
A14	15.22	0.258844	0.115758	3.747	14.786253	15.653747
A15	15.12	0.228035	0.101980	3.747	14.737879	15.502121
A16	15.64	0.151658	0.067823	3.747	15.385866	15.894134
A17	15.50	0.538516	0.240832	3.747	14.597603	16.402397
A18	15.24	0.219089	0.097980	3.747	14.872870	15.607130
A19	15.72	0.277489	0.124097	3.747	15.255010	16.184990
A20	15.40	0.158114	0.070711	3.747	15.135047	15.664953

Fuente: Propia

Tabla 110: Estadísticos para determinar la flecha mayor de las tejas cerámicas artesanales.

Muestra	Media	Desviación Estándar	Error Estándar de la Media	t	Intervalo de confianza	
					Limite inferior	Limite superior
A1	4.54	0.378153	0.169115	3.747	3.906325	5.173675
A2	4.20	0.273861	0.122474	3.747	3.741088	4.658912
A3	4.50	0.000000	0.000000	3.747	4.500000	4.500000
A4	4.50	0.187083	0.083666	3.747	4.186503	4.813497
A5	3.82	0.109545	0.048990	3.747	3.636435	4.003565
A6	4.54	0.054772	0.024495	3.747	4.448218	4.631782
A7	4.38	0.334664	0.149666	3.747	3.819200	4.940800
A8	4.50	0.187083	0.083666	3.747	4.186503	4.813497
A9	4.20	0.254951	0.114018	3.747	3.772776	4.627224
A10	4.28	0.294958	0.131909	3.747	3.785737	4.774263
A11	3.90	0.141421	0.063246	3.747	3.663019	4.136981
A12	4.24	0.207364	0.092736	3.747	3.892518	4.587482
A13	4.26	0.194936	0.087178	3.747	3.933344	4.586656
A14	4.06	0.181659	0.081240	3.747	3.755592	4.364408
A15	4.18	0.178885	0.080000	3.747	3.880240	4.479760
A16	3.68	0.178885	0.080000	3.747	3.380240	3.979760
A17	4.36	0.313050	0.140000	3.747	3.835420	4.884580
A18	4.36	0.336155	0.150333	3.747	3.796702	4.923298
A19	3.94	0.089443	0.040000	3.747	3.790120	4.089880
A20	3.90	0.158114	0.070711	3.747	3.635047	4.164953

Fuente: Propia

Tabla 111: Estadísticos para determinar la flecha menor de las tejas cerámicas artesanales.

Muestra	Media	Desviación Estándar	Error Estándar de la Media	t	Intervalo de confianza	
					Limite inferior	Limite superior
A1	3.52	0.178885	0.080000	3.747	3.220240	3.819760
A2	3.72	0.216795	0.096954	3.747	3.356715	4.083285
A3	3.92	0.192354	0.086023	3.747	3.597671	4.242329
A4	3.72	0.192354	0.086023	3.747	3.397671	4.042329
A5	3.88	0.303315	0.135647	3.747	3.371732	4.388268
A6	4.12	0.204939	0.091652	3.747	3.776582	4.463418
A7	3.64	0.054772	0.024495	3.747	3.548218	3.731782
A8	3.82	0.164317	0.073485	3.747	3.544653	4.095347
A9	3.88	0.238747	0.106771	3.747	3.479930	4.280070
A10	3.42	0.130384	0.058310	3.747	3.201514	3.638486
A11	3.30	0.308221	0.137840	3.747	2.783512	3.816488
A12	3.58	0.109545	0.048990	3.747	3.396435	3.763565
A13	3.54	0.181659	0.081240	3.747	3.235592	3.844408
A14	3.58	0.238747	0.106771	3.747	3.179930	3.980070
A15	3.70	0.070711	0.031623	3.747	3.581509	3.818491
A16	3.56	0.151658	0.067823	3.747	3.305866	3.814134
A17	3.74	0.114018	0.050990	3.747	3.548940	3.931060
A18	3.84	0.089443	0.040000	3.747	3.690120	3.989880
A19	3.72	0.083666	0.037417	3.747	3.579800	3.860200
A20	3.22	0.130384	0.058310	3.747	3.001514	3.438486

Fuente: Propia

Tabla 112: Estadísticos para determinar el espesor de las tejas cerámicas artesanales.

Muestra	Media	Desviación Estándar	Error Estándar de la Media	t	Intervalo de confianza	
					Limite inferior	Limite superior
A1	1.00	0.000000	0.000000	3.747	1.000000	1.000000
A2	1.00	0.000000	0.000000	3.747	1.000000	1.000000
A3	1.07	0.027386	0.012247	3.747	1.024109	1.115891
A4	1.13	0.044721	0.020000	3.747	1.055060	1.204940
A5	1.10	0.000000	0.000000	3.747	1.100000	1.100000
A6	1.06	0.041833	0.018708	3.747	0.989900	1.130100
A7	1.14	0.022804	0.010198	3.747	1.103788	1.180212
A8	1.14	0.041473	0.018547	3.747	1.068504	1.207496
A9	1.07	0.019494	0.008718	3.747	1.033334	1.098666
A10	1.05	0.024900	0.011136	3.747	1.006275	1.089725
A11	1.08	0.026077	0.011662	3.747	1.040303	1.127697
A12	1.07	0.030000	0.013416	3.747	1.019729	1.120271
A13	1.17	0.040866	0.018276	3.747	1.103521	1.240479
A14	1.13	0.024083	0.010770	3.747	1.093644	1.174356
A15	1.00	0.000000	0.000000	3.747	1.000000	1.000000
A16	1.00	0.000000	0.000000	3.747	1.000000	1.000000
A17	1.13	0.030332	0.013565	3.747	1.081173	1.182827
A18	1.14	0.040988	0.018330	3.747	1.067316	1.204684
A19	1.15	0.031305	0.014000	3.747	1.101542	1.206458
A20	1.09	0.021909	0.009798	3.747	1.049287	1.122713

Fuente: Propia

Tabla 113: Determinación de la variabilidad dimensional de las tejas cerámicas artesanales.

VARIABILIDAD DIMENSIONAL DE TEJA CERÁMICA ARTESANAL							
Identificación		Longitud o Largo (L) (cm)	Ancho Mayor (A) (cm)	Ancho Menor (C) (cm)	Flecha Mayor (D) (cm)	Flecha Menor (E) (cm)	Espesor (e) (cm)
Muestra	Unidad de Muestra						
A1	A1-1	42.20	18.50	16.20	4.90	3.50	1.00
	A1-2	42.40	18.70	16.10	4.30	3.70	1.00
	A1-3	42.00	18.30	16.70	4.70	3.40	1.00
	A1-4	42.20	18.50	16.40	4.80	3.70	1.00
	A1-5	42.00	19.10	16.70	4.00	3.30	1.00
	MP:	42.16	18.62	16.42	4.54	3.52	1.00
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
V(%)	4.18	15.36		24.33		0.00	
A2	A2-1	42.60	18.80	15.00	4.50	4.10	1.00
	A2-2	42.70	19.00	16.00	4.20	3.60	1.00
	A2-3	42.00	18.70	15.60	3.80	3.60	1.00
	A2-4	42.70	19.00	15.80	4.10	3.70	1.00
	A2-5	42.80	18.80	15.60	4.40	3.60	1.00
	MP:	42.70	18.86	15.60	4.20	3.63	1.00
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
V(%)	2.95	14.27		30.00		0.00	
A3	A3-1	41.50	18.30	15.80	4.50	4.10	1.10
	A3-2	42.00	18.20	15.70	4.50	3.60	1.05
	A3-3	42.00	18.40	15.50	4.50	4.00	1.10
	A3-4	42.00	18.30	15.30	4.50	4.00	1.05
	A3-5	42.00	18.30	15.80	4.50	3.90	1.05
	MP:	41.90	18.30	15.62	4.50	3.92	1.07
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
V(%)	4.77	16.82		25.00		7.00	



Identificación		Longitud o Largo (L) (cm)	Ancho Mayor (A) (cm)	Ancho Menor (C) (cm)	Flecha Mayor (D) (cm)	Flecha Menor (E) (cm)	Espesor (e) (cm)
Muestra	Unidad de Muestra						
A4	A4-1	42.50	18.70	16.80	4.30	3.70	1.10
	A4-2	42.50	18.70	16.70	4.60	3.80	1.20
	A4-3	42.80	18.80	16.30	4.60	4.00	1.10
	A4-4	42.40	18.30	16.70	4.30	3.50	1.10
	A4-5	42.30	18.50	16.80	4.70	3.60	1.15
	MP:	42.50	18.60	16.66	4.50	3.72	1.13
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
V(%):	3.41	15.45		25.00		13.00	
A5	A5-1	41.80	19.50	15.50	3.70	4.40	1.10
	A5-2	42.20	19.50	16.00	3.80	3.60	1.10
	A5-3	42.20	19.20	16.00	4.00	3.80	1.10
	A5-4	42.20	19.30	15.70	3.80	3.80	1.10
	A5-5	41.80	19.50	16.00	3.80	3.80	1.10
	MP:	42.04	19.40	15.84	3.82	3.75	1.10
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
V(%):	4.45	11.82		36.33		10.00	
A6	A6-1	42.00	18.60	16.00	4.50	4.10	1.05
	A6-2	41.50	18.70	16.10	4.60	4.30	1.00
	A6-3	41.40	19.30	16.60	4.50	4.30	1.05
	A6-4	41.60	18.20	16.00	4.50	4.10	1.10
	A6-5	42.00	18.30	15.70	4.60	3.80	1.10
	MP:	41.70	18.62	16.08	4.54	4.12	1.06
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
V(%):	5.23	15.36		24.33		6.00	
A7	A7-1	41.40	18.00	15.50	4.60	3.60	1.18
	A7-2	41.20	18.30	15.60	4.60	3.60	1.14
	A7-3	41.40	18.60	15.60	4.50	3.60	1.12
	A7-4	41.50	18.60	15.50	4.40	3.70	1.13
	A7-5	41.50	18.50	15.50	3.80	3.70	1.14
	MP:	41.40	18.40	15.54	4.53	3.64	1.14
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
V(%):	5.91	16.36		24.58		14.20	
A8	A8-1	42.00	17.80	15.40	4.30	3.80	1.10
	A8-2	42.00	17.40	15.20	4.50	3.70	1.11
	A8-3	41.80	17.80	15.40	4.80	3.70	1.12
	A8-4	42.00	17.60	15.30	4.50	3.80	1.20
	A8-5	42.00	18.00	15.20	4.40	4.10	1.16
	MP:	42.00	17.72	15.30	4.50	3.75	1.14
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
V(%):	4.55	19.45		25.00		13.80	
A9	A9-1	41.30	18.50	15.50	4.60	4.30	1.06
	A9-2	40.80	18.60	16.30	4.30	3.80	1.06
	A9-3	41.00	18.40	15.50	4.10	3.70	1.10
	A9-4	41.20	18.70	16.00	4.00	3.80	1.06
	A9-5	41.20	18.80	16.00	4.00	3.80	1.05
	MP:	41.10	18.60	15.86	4.20	3.78	1.06
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
V(%):	6.59	15.45		30.00		5.75	
A10	A10-1	41.80	18.40	16.00	4.30	3.60	1.05
	A10-2	41.20	18.50	16.30	4.40	3.30	1.08
	A10-3	41.80	18.20	15.60	3.80	3.30	1.05
	A10-4	41.60	18.20	15.30	4.60	3.50	1.01
	A10-5	41.70	18.60	15.70	4.30	3.40	1.05
	MP:	41.73	18.38	15.78	4.28	3.42	1.05
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
V(%):	5.17	16.45		28.67		4.80	



Identificación		Longitud o Largo (L) (cm)	Ancho Mayor (A) (cm)	Ancho Menor (C) (cm)	Flecha Mayor (D) (cm)	Flecha Menor (E) (cm)	Espesor (e) (cm)
Muestra	Unidad de Muestra						
A11	A11-1	42.50	18.50	15.50	3.80	3.70	1.11
	A11-2	42.50	18.70	16.00	4.00	3.00	1.08
	A11-3	42.20	19.30	16.30	3.70	3.30	1.11
	A11-4	42.20	18.70	16.30	4.00	3.00	1.07
	A11-5	42.20	19.00	16.20	4.00	3.50	1.05
	MP:	42.32	18.84	16.06	3.90	3.30	1.08
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
	V(%):	3.82	14.36		35.00		8.40
A12	A12-1	41.50	18.70	16.10	4.00	3.60	1.12
	A12-2	41.50	18.80	16.00	4.20	3.60	1.07
	A12-3	41.50	18.50	16.00	4.40	3.40	1.06
	A12-4	41.50	19.20	15.70	4.10	3.70	1.06
	A12-5	41.20	18.50	15.50	4.50	3.60	1.04
	MP:	41.50	18.74	15.86	4.24	3.58	1.07
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
	V(%):	5.68	14.82		29.33		7.00
A13	A13-1	42.00	17.70	15.00	4.20	3.70	1.11
	A13-2	41.80	17.80	14.80	4.20	3.40	1.20
	A13-3	41.50	17.50	15.40	4.20	3.30	1.20
	A13-4	42.00	18.30	15.20	4.60	3.70	1.20
	A13-5	41.70	17.50	15.00	4.10	3.60	1.15
	MP:	41.80	17.76	15.08	4.18	3.54	1.17
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
	V(%):	5.00	19.27		30.42		17.20
A14	A14-1	42.30	18.30	15.10	3.80	3.70	1.14
	A14-2	42.00	17.80	15.00	4.00	3.60	1.15
	A14-3	42.50	17.80	15.00	4.10	3.40	1.12
	A14-4	42.40	18.00	15.50	4.30	3.30	1.10
	A14-5	42.00	17.80	15.50	4.10	3.90	1.16
	MP:	42.24	17.94	15.22	4.06	3.58	1.13
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
	V(%):	4.00	18.45		32.33		13.40
A15	A15-1	43.00	18.50	15.40	4.00	3.60	1.00
	A15-2	42.90	18.60	15.20	4.00	3.70	1.00
	A15-3	42.60	18.00	14.80	4.40	3.70	1.00
	A15-4	42.90	18.70	15.20	4.30	3.70	1.00
	A15-5	42.50	18.60	15.00	4.20	3.80	1.00
	MP:	42.78	18.48	15.12	4.18	3.70	1.00
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
	V(%):	2.77	16.00		30.33		0.00
A16	A16-1	42.80	18.80	15.50	3.80	3.50	1.00
	A16-2	42.60	19.40	15.60	3.50	3.50	1.00
	A16-3	42.40	19.30	15.80	3.50	3.40	1.00
	A16-4	42.40	19.00	15.80	3.70	3.60	1.00
	A16-5	42.80	18.30	15.50	3.90	3.80	1.00
	MP:	42.60	18.96	15.64	3.68	3.56	1.00
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
	V(%):	3.18	13.82		38.67		0.00
A17	A17-1	41.80	19.00	16.30	3.90	3.70	1.10
	A17-2	41.80	18.40	15.80	4.60	3.90	1.16
	A17-3	41.60	18.50	15.20	4.70	3.70	1.10
	A17-4	41.90	18.50	15.20	4.30	3.80	1.14
	A17-5	41.80	18.80	15.00	4.30	3.60	1.16
	MP:	41.78	18.64	15.50	4.36	3.74	1.13
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
	V(%):	5.05	15.27		27.33		13.20

Identificación		Longitud o Largo (L) (cm)	Ancho Mayor (A) (cm)	Ancho Menor (C) (cm)	Flecha Mayor (D) (cm)	Flecha Menor (E) (cm)	Espesor (e) (cm)
Muestra	Unidad de Muestra						
A18	A18-1	41.80	17.70	15.00	4.60	3.80	1.10
	A18-2	41.50	18.40	15.20	4.00	3.80	1.10
	A18-3	41.80	17.70	15.60	4.50	3.80	1.14
	A18-4	41.70	17.70	15.20	4.70	4.00	1.14
	A18-5	41.50	18.10	15.20	4.00	3.80	1.20
	MP:	41.66	17.92	15.24	4.36	3.80	1.14
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
	V(%):	5.32	18.55		27.33		13.60
A19	A19-1	41.60	18.50	16.00	3.80	3.80	1.13
	A19-2	41.80	18.30	15.70	4.00	3.70	1.16
	A19-3	41.40	18.20	16.00	4.00	3.60	1.16
	A19-4	41.50	18.40	15.40	3.90	3.80	1.20
	A19-5	41.80	18.60	15.50	4.00	3.70	1.12
	MP:	41.62	18.40	15.72	3.94	3.72	1.15
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
	V(%):	5.41	16.36		34.33		15.40
A20	A20-1	41.70	18.80	15.60	3.90	3.20	1.10
	A20-2	41.80	18.80	15.20	3.80	3.30	1.10
	A20-3	41.80	18.90	15.30	3.70	3.30	1.05
	A20-4	41.90	18.80	15.50	4.00	3.00	1.08
	A20-5	42.00	19.00	15.40	4.10	3.30	1.10
	MP:	41.84	18.86	15.40	3.90	3.28	1.10
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
	V(%):	4.91	14.27		35.00		10.00

Fuente: propia

Tabla 114: Estadísticos para determinar el largo de las tejas cerámicas mecanizadas.

Muestra	Media	Desviación Estándar	Error Estándar de la Media	t	Intervalo de confianza	
					Limite inferior	Limite superior
M1	42.46	0.089443	0.040000	3.747	42.310120	42.609880
M2	42.42	0.083666	0.037417	3.747	42.279800	42.560200
M3	42.18	0.109545	0.048990	3.747	41.996435	42.363565
M4	42.22	0.204939	0.091652	3.747	41.876582	42.563418
M5	42.04	0.089443	0.040000	3.747	41.890120	42.189880
M6	42.12	0.164317	0.073485	3.747	41.844653	42.395347
M7	42.38	0.130384	0.058310	3.747	42.161514	42.598486
M8	42.52	0.130384	0.058310	3.747	42.301514	42.738486
M9	42.20	0.187083	0.083666	3.747	41.886503	42.513497
M10	41.84	0.114018	0.050990	3.747	41.648940	42.031060
M11	41.58	0.148324	0.066332	3.747	41.331452	41.828548
M12	43.28	0.216795	0.096954	3.747	42.916715	43.643285
M13	42.82	0.044721	0.020000	3.747	42.745060	42.894940
M14	41.64	0.151658	0.067823	3.747	41.385866	41.894134
M15	43.04	0.089443	0.040000	3.747	42.890120	43.189880
M16	42.26	0.054772	0.024495	3.747	42.168218	42.351782
M17	42.02	0.109545	0.048990	3.747	41.836435	42.203565
M18	42.72	0.178885	0.080000	3.747	42.420240	43.019760
M19	41.86	0.089443	0.040000	3.747	41.710120	42.009880
M20	42.08	0.130384	0.058310	3.747	41.861514	42.298486
M21	41.98	0.178885	0.080000	3.747	41.680240	42.279760

Fuente: Propia

Tabla 115: Estadísticos para determinar el ancho mayor de las tejas cerámicas mecanizadas.

Muestra	Media	Desviación Estándar	Error Estándar de la Media	t	Intervalo de confianza	
					Limite inferior	Limite superior
M1	18.58	0.286356	0.128062	3.747	18.100150	19.059850
M2	18.44	0.134164	0.060000	3.747	18.215180	18.664820
M3	18.50	0.234521	0.104881	3.747	18.107011	18.892989
M4	18.44	0.089443	0.040000	3.747	18.290120	18.589880
M5	18.42	0.164317	0.073485	3.747	18.144653	18.695347
M6	18.56	0.114018	0.050990	3.747	18.368940	18.751060
M7	19.16	0.167332	0.074833	3.747	18.879600	19.440400
M8	18.30	0.187083	0.083666	3.747	17.986503	18.613497
M9	17.96	0.288097	0.128841	3.747	17.477233	18.442767
M10	18.44	0.270185	0.120830	3.747	17.987248	18.892752
M11	18.20	0.212132	0.094868	3.747	17.844528	18.555472
M12	18.18	0.204939	0.091652	3.747	17.836582	18.523418
M13	17.74	0.230217	0.102956	3.747	17.354223	18.125777
M14	18.56	0.054772	0.024495	3.747	18.468218	18.651782
M15	18.88	0.178885	0.080000	3.747	18.580240	19.179760
M16	18.42	0.192354	0.086023	3.747	18.097671	18.742329
M17	18.52	0.216795	0.096954	3.747	18.156715	18.883285
M18	18.96	0.089443	0.040000	3.747	18.810120	19.109880
M19	18.10	0.223607	0.100000	3.747	17.725300	18.474700
M20	18.46	0.250998	0.112250	3.747	18.039400	18.880600
M21	18.20	0.187083	0.083666	3.747	17.886503	18.513497

Fuente: Propia

Tabla 116: Estadísticos para determinar el ancho menor de las tejas cerámicas mecanizadas.

Muestra	Media	Desviación Estándar	Error Estándar de la Media	t	Intervalo de confianza	
					Limite inferior	Limite superior
M1	16.08	0.192354	0.086023	3.747	15.757671	16.402329
M2	16.22	0.109545	0.048990	3.747	16.036435	16.403565
M3	15.28	0.268328	0.120000	3.747	14.830360	15.729640
M4	15.52	0.268328	0.120000	3.747	15.070360	15.969640
M5	16.02	0.178885	0.080000	3.747	15.720240	16.319760
M6	15.58	0.083666	0.037417	3.747	15.439800	15.720200
M7	16.22	0.044721	0.020000	3.747	16.145060	16.294940
M8	15.18	0.178885	0.080000	3.747	14.880240	15.479760
M9	15.24	0.194936	0.087178	3.747	14.913344	15.566656
M10	15.70	0.141421	0.063246	3.747	15.463019	15.936981
M11	15.50	0.000000	0.000000	3.747	15.500000	15.500000
M12	15.54	0.207364	0.092736	3.747	15.192518	15.887482
M13	15.48	0.148324	0.066332	3.747	15.231452	15.728548
M14	16.02	0.540370	0.241661	3.747	15.114497	16.925503
M15	16.06	0.134164	0.060000	3.747	15.835180	16.284820
M16	15.32	0.083666	0.037417	3.747	15.179800	15.460200
M17	15.66	0.114018	0.050990	3.747	15.468940	15.851060
M18	16.14	0.114018	0.050990	3.747	15.948940	16.331060
M19	15.24	0.134164	0.060000	3.747	15.015180	15.464820
M20	15.60	0.141421	0.063246	3.747	15.363019	15.836981
M21	15.08	0.083666	0.037417	3.747	14.939800	15.220200

Fuente: Propia

Tabla 117: Estadísticos para determinar la flecha mayor de las tejas cerámicas mecanizadas.

Muestra	Media	Desviación Estándar	Error Estándar de la Media	t	Intervalo de confianza	
					Limite inferior	Limite superior
M1	4.84	0.151658	0.067823	3.747	4.585866	5.094134
M2	4.30	0.141421	0.063246	3.747	4.063019	4.536981
M3	4.18	0.294958	0.131909	3.747	3.685737	4.674263
M4	4.64	0.167332	0.074833	3.747	4.359600	4.920400
M5	3.90	0.141421	0.063246	3.747	3.663019	4.136981
M6	4.52	0.109545	0.048990	3.747	4.336435	4.703565
M7	4.48	0.109545	0.048990	3.747	4.296435	4.663565
M8	4.28	0.130384	0.058310	3.747	4.061514	4.498486
M9	4.10	0.200000	0.089443	3.747	3.764858	4.435142
M10	4.26	0.207364	0.092736	3.747	3.912518	4.607482
M11	4.80	0.212132	0.094868	3.747	4.444528	5.155472
M12	4.42	0.109545	0.048990	3.747	4.236435	4.603565
M13	4.84	0.151658	0.067823	3.747	4.585866	5.094134
M14	4.14	0.089443	0.040000	3.747	3.990120	4.289880
M15	3.90	0.212132	0.094868	3.747	3.544528	4.255472
M16	4.06	0.151658	0.067823	3.747	3.805866	4.314134
M17	4.16	0.207364	0.092736	3.747	3.812518	4.507482
M18	4.12	0.164317	0.073485	3.747	3.844653	4.395347
M19	4.44	0.114018	0.050990	3.747	4.248940	4.631060
M20	4.16	0.114018	0.050990	3.747	3.968940	4.351060
M21	3.72	0.109545	0.048990	3.747	3.536435	3.903565

Tabla 118: Estadísticos para determinar la flecha menor de las tejas cerámicas mecanizadas.

Muestra	Media	Desviación Estándar	Error Estándar de la Media	t	Intervalo de confianza	
					Limite inferior	Limite superior
M1	3.90	0.158114	0.070711	3.747	3.635047	4.164953
M2	3.56	0.114018	0.050990	3.747	3.368940	3.751060
M3	3.64	0.207364	0.092736	3.747	3.292518	3.987482
M4	3.58	0.228035	0.101980	3.747	3.197879	3.962121
M5	3.52	0.044721	0.020000	3.747	3.445060	3.594940
M6	3.26	0.328634	0.146969	3.747	2.709306	3.810694
M7	3.48	0.083666	0.037417	3.747	3.339800	3.620200
M8	3.20	0.282843	0.126491	3.747	2.726038	3.673962
M9	3.00	0.122474	0.054772	3.747	2.794768	3.205232
M10	3.62	0.130384	0.058310	3.747	3.401514	3.838486
M11	4.04	0.181659	0.081240	3.747	3.735592	4.344408
M12	3.24	0.151658	0.067823	3.747	2.985866	3.494134
M13	3.48	0.083666	0.037417	3.747	3.339800	3.620200
M14	3.36	0.114018	0.050990	3.747	3.168940	3.551060
M15	2.82	0.164317	0.073485	3.747	2.544653	3.095347
M16	2.76	0.089443	0.040000	3.747	2.610120	2.909880
M17	3.62	0.148324	0.066332	3.747	3.371452	3.868548
M18	3.30	0.070711	0.031623	3.747	3.181509	3.418491
M19	3.44	0.089443	0.040000	3.747	3.290120	3.589880
M20	3.36	0.089443	0.040000	3.747	3.210120	3.509880
M21	3.32	0.044721	0.020000	3.747	3.245060	3.394940

Fuente: Propia

Tabla 119: Estadísticos para determinar el espesor de las tejas cerámicas mecanizadas.

Muestra	Media	Desviación Estándar	Error Estándar de la Media	t	Intervalo de confianza	
					Limite inferior	Limite superior
M1	1.01	0.013416	0.006000	3.747	0.983518	1.028482
M2	1.00	0.000000	0.000000	3.747	1.000000	1.000000
M3	1.05	0.000000	0.000000	3.747	1.050000	1.050000
M4	1.02	0.027386	0.012247	3.747	0.974109	1.065891
M5	1.05	0.000000	0.000000	3.747	1.050000	1.050000
M6	1.05	0.000000	0.000000	3.747	1.050000	1.050000
M7	1.28	0.020494	0.009165	3.747	1.247658	1.316342
M8	1.23	0.022804	0.010198	3.747	1.193788	1.270212
M9	1.05	0.017321	0.007746	3.747	1.020976	1.079024
M10	1.01	0.080747	0.036111	3.747	0.876692	1.147308
M11	1.00	0.000000	0.000000	3.747	1.000000	1.000000
M12	1.04	0.008944	0.004000	3.747	1.029012	1.058988
M13	1.00	0.000000	0.000000	3.747	1.000000	1.000000
M14	1.04	0.015166	0.006782	3.747	1.010587	1.061413
M15	1.05	0.005477	0.002449	3.747	1.036822	1.055178
M16	0.96	0.056745	0.025377	3.747	0.866912	1.057088
M17	1.03	0.014142	0.006325	3.747	1.006302	1.053698
M18	1.14	0.015811	0.007071	3.747	1.113505	1.166495
M19	1.00	0.000000	0.000000	3.747	1.000000	1.000000
M20	1.10	0.014142	0.006325	3.747	1.076302	1.123698
M21	1.00	0.000000	0.000000	3.747	1.000000	1.000000

Fuente: Propia

Tabla 120: Determinación de la variabilidad dimensional de las tejas cerámicas mecanizadas.

VARIABILIDAD DIMENSIONAL DE TEJA CERÁMICA MECANIZADA							
Identificación		Longitud o Largo (L) (cm)	Ancho Mayor (A) (cm)	Ancho Menor (C) (cm)	Flecha Mayor (D) (cm)	Flecha Menor (E) (cm)	Espesor (e) (cm)
Muestra	Unidad de Muestra						
M1	M1-1	42.30	18.50	16.00	5.00	4.00	1.03
	M1-2	42.50	18.60	16.20	4.90	3.70	1.00
	M1-3	42.50	19.00	16.30	4.80	3.80	1.00
	M1-4	42.50	18.20	16.10	4.90	3.90	1.00
	M1-5	42.50	18.60	15.80	4.60	4.10	1.00
	MP:	42.50	18.58	16.08	4.84	3.90	1.00
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
V(%):	3.41	15.55		19.33		0.00	
M2	M2-1	42.40	18.30	16.30	4.40	3.60	1.00
	M2-2	42.40	18.60	16.10	4.20	3.60	1.00
	M2-3	42.30	18.30	16.10	4.50	3.70	1.00
	M2-4	42.50	18.50	16.30	4.20	3.50	1.00
	M2-5	42.50	18.50	16.30	4.20	3.40	1.00
	MP:	42.42	18.44	16.22	4.30	3.56	1.00
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
V(%):	3.59	16.18		28.33		0.00	
M3	M3-1	42.20	18.30	15.10	4.30	3.70	1.05
	M3-2	42.00	18.80	15.40	4.10	3.80	1.05
	M3-3	42.20	18.40	15.10	4.40	3.80	1.05
	M3-4	42.30	18.70	15.70	3.70	3.30	1.05
	M3-5	42.20	18.30	15.10	4.40	3.60	1.05
	MP:	42.18	18.50	15.28	4.18	3.64	1.05
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
V(%):	4.14	15.91		30.33		5.00	



Identificación		Longitud o Largo (L) (cm)	Ancho Mayor (A) (cm)	Ancho Menor (C) (cm)	Flecha Mayor (D) (cm)	Flecha Menor (E) (cm)	Espesor (e) (cm)
Muestra	Unidad de Muestra						
M4	M4-1	42.20	18.40	15.40	4.80	3.80	1.05
	M4-2	42.40	18.50	15.80	4.80	3.30	1.05
	M4-3	41.90	18.50	15.80	4.40	3.40	1.00
	M4-4	42.20	18.50	15.40	4.60	3.80	1.00
	M4-5	42.40	18.30	15.20	4.60	3.60	1.00
	MP:	42.22	18.44	15.52	4.64	3.58	1.02
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.05
V(%)	4.05	16.18		22.67		2.86	
M5	M5-1	42.00	18.50	16.00	4.00	3.50	1.05
	M5-2	42.00	18.30	15.80	4.00	3.50	1.05
	M5-3	42.00	18.50	16.00	3.80	3.50	1.05
	M5-4	42.20	18.20	16.30	3.70	3.60	1.05
	M5-5	42.00	18.60	16.00	4.00	3.50	1.05
	MP:	42.04	18.42	16.02	3.90	3.52	1.05
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
V(%)	4.45	16.27		35.00		5.00	
M6	M6-1	42.30	18.50	15.70	4.70	3.00	1.05
	M6-2	42.30	18.70	15.50	4.40	3.80	1.05
	M6-3	42.00	18.60	15.50	4.50	3.20	1.05
	M6-4	42.00	18.60	15.60	4.50	3.30	1.05
	M6-5	42.00	18.40	15.60	4.50	3.00	1.05
	MP:	42.12	18.56	15.58	3.62	3.26	1.05
	MN:	44.00	22.00	15.70	6.00	3.00	1.00
V(%)	4.27	15.64		39.67		5.00	
M7	M7-1	42.40	19.20	16.20	4.60	3.60	1.30
	M7-2	42.20	19.20	16.20	4.60	3.50	1.30
	M7-3	42.50	19.00	16.20	4.40	3.50	1.28
	M7-4	42.30	19.40	16.30	4.40	3.40	1.28
	M7-5	42.50	19.00	16.20	4.40	3.40	1.25
	MP:	42.38	19.16	16.20	4.48	3.48	1.28
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
V(%)	3.68	12.91		25.33		28.20	
M8	M8-1	42.50	18.00	15.00	4.20	3.30	1.26
	M8-2	42.60	18.50	15.40	4.20	2.70	1.24
	M8-3	42.60	18.30	15.20	4.30	3.30	1.20
	M8-4	42.60	18.40	15.00	4.20	3.30	1.22
	M8-5	42.30	18.30	15.30	4.50	3.40	1.24
	MP:	42.58	18.30	15.18	4.23	3.33	1.23
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
V(%)	3.24	16.82		29.58		23.20	
M9	M9-1	42.40	18.30	15.30	4.20	3.00	1.08
	M9-2	42.30	18.00	15.30	4.30	2.90	1.04
	M9-3	42.00	17.50	15.50	4.00	3.00	1.04
	M9-4	42.00	18.00	15.10	4.20	2.90	1.04
	M9-5	42.30	18.00	15.00	3.80	3.20	1.05
	MP:	42.20	17.96	15.24	4.10	3.00	1.04
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
V(%)	4.09	18.36		31.67		4.25	
M10	M10-1	41.80	18.30	15.50	4.40	3.40	0.94
	M10-2	41.90	18.10	15.80	4.50	3.70	0.96
	M10-3	41.70	18.40	15.60	4.30	3.70	0.96
	M10-4	42.00	18.80	15.80	4.10	3.60	1.10
	M10-5	41.80	18.60	15.80	4.00	3.70	1.10
	MP:	41.84	18.44	15.70	4.26	3.62	1.01
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
V(%)	4.91	16.18		29.00		1.20	



Identificación		Longitud o Largo (L) (cm)	Ancho Mayor (A) (cm)	Ancho Menor (C) (cm)	Flecha Mayor (D) (cm)	Flecha Menor (E) (cm)	Espesor (e) (cm)
Muestra	Unidad de Muestra						
M11	M11-1	41.60	18.50	15.50	4.50	4.00	1.00
	M11-2	41.60	18.30	15.50	4.80	3.80	1.00
	M11-3	41.40	18.00	15.50	5.00	4.10	1.00
	M11-4	41.50	18.00	15.50	5.00	4.30	1.00
	M11-5	41.80	18.20	15.50	4.70	4.00	1.00
	MP:	41.58	18.20	15.50	4.80	4.04	1.00
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
V(%):	5.50	17.27		20.00		0.00	
M12	M12-1	43.50	18.00	15.30	4.50	3.30	1.06
	M12-2	43.40	18.20	15.80	4.30	3.00	1.04
	M12-3	43.00	18.50	15.40	4.30	3.30	1.04
	M12-4	43.40	18.20	15.70	4.50	3.40	1.04
	M12-5	43.10	18.00	15.50	4.50	3.20	1.04
	MP:	43.28	18.18	15.54	4.42	3.24	1.04
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
V(%):	1.64	17.36		26.33		4.00	
M13	M13-1	42.80	18.00	15.40	4.70	3.40	1.00
	M13-2	42.80	17.90	15.50	4.80	3.40	1.00
	M13-3	42.90	17.50	15.70	5.00	3.50	1.00
	M13-4	42.80	17.80	15.50	4.70	3.50	1.00
	M13-5	42.80	17.50	15.30	5.00	3.60	1.00
	MP:	42.80	17.74	15.48	4.84	3.48	1.00
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
V(%):	2.73	19.36		19.33		0.00	
M14	M14-1	41.50	18.60	16.90	4.20	3.50	1.03
	M14-2	41.80	18.50	16.10	4.20	3.20	1.03
	M14-3	41.60	18.60	15.70	4.10	3.40	1.02
	M14-4	41.50	18.60	15.90	4.00	3.30	1.06
	M14-5	41.80	18.50	15.50	4.20	3.40	1.04
	MP:	41.64	18.56	16.02	4.14	3.36	1.04
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
V(%):	5.36	15.64		31.00		3.60	
M15	M15-1	43.00	18.80	15.90	3.80	3.10	1.05
	M15-2	43.20	19.00	16.00	3.60	2.80	1.04
	M15-3	43.00	19.00	16.20	4.10	2.70	1.05
	M15-4	43.00	18.60	16.00	4.10	2.70	1.04
	M15-5	43.00	19.00	16.20	3.90	2.80	1.05
	MP:	43.00	18.88	16.06	3.90	2.75	1.05
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
V(%):	2.27	14.18		35.00		4.60	
M16	M16-1	42.20	18.40	15.40	4.10	2.70	1.00
	M16-2	42.30	18.30	15.30	4.00	2.90	0.90
	M16-3	42.30	18.20	15.30	4.30	2.70	0.90
	M16-4	42.20	18.50	15.20	3.90	2.80	1.00
	M16-5	42.30	18.70	15.40	4.00	2.70	1.01
	MP:	42.26	18.42	15.32	4.06	2.76	0.96
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.00
V(%):	3.95	16.27		32.33		3.80	
M17	M17-1	42.00	18.80	15.60	3.90	3.60	1.04
	M17-2	42.00	18.40	15.70	4.00	3.70	1.05
	M17-3	42.20	18.30	15.70	4.30	3.60	1.02
	M17-4	42.00	18.70	15.80	4.20	3.40	1.02
	M17-5	41.90	18.40	15.50	4.40	3.80	1.02
	MP:	42.02	18.52	15.66	4.16	3.62	1.03
	MN:	44.00	22.00		6.00		1.04
V(%):	4.50	15.82		30.67		0.96	

Identificación		Longitud o Largo (L) (cm)	Ancho Mayor (A) (cm)	Ancho Menor (C) (cm)	Flecha Mayor (D) (cm)	Flecha Menor (E) (cm)	Espesor (e) (cm)
Muestra	Unidad de Muestra						
M18	M18-1	42.80	19.00	16.10	4.20	3.40	1.15
	M18-2	42.40	19.00	16.30	4.30	3.30	1.13
	M18-3	42.80	19.00	16.20	4.20	3.30	1.14
	M18-4	42.80	18.80	16.10	4.00	3.20	1.12
	M18-5	42.80	19.00	16.00	3.90	3.30	1.16
	MP:	42.80	19.00	16.14	4.12	3.30	1.14
MN:	44.00	22.00		6.00		1.00	
V(%):	2.73	13.64		31.33		14.00	
M19	M19-1	41.80	17.80	15.10	4.60	3.40	1.00
	M19-2	41.90	18.40	15.30	4.30	3.40	1.00
	M19-3	42.00	18.00	15.10	4.50	3.60	1.00
	M19-4	41.80	18.10	15.40	4.40	3.40	1.00
	M19-5	41.80	18.20	15.30	4.40	3.40	1.00
	MP:	41.86	18.10	15.24	4.44	3.44	1.00
MN:	44.00	22.00		6.00		1.00	
V(%):	4.86	17.73		26.00		0.00	
M20	M20-1	41.90	18.10	15.50	4.20	3.50	1.08
	M20-2	42.20	18.80	15.70	4.00	3.30	1.10
	M20-3	42.00	18.50	15.80	4.10	3.30	1.10
	M20-4	42.10	18.50	15.50	4.20	3.40	1.10
	M20-5	42.20	18.40	15.50	4.30	3.30	1.12
	MP:	42.08	18.46	15.60	4.16	3.36	1.10
MN:	44.00	22.00		6.00		1.00	
V(%):	4.36	16.09		30.67		10.00	
M21	M21-1	41.70	18.30	15.00	3.70	3.30	1.00
	M21-2	41.90	18.40	15.10	3.70	3.30	1.00
	M21-3	42.10	18.30	15.00	3.60	3.30	1.00
	M21-4	42.10	18.00	15.20	3.70	3.40	1.00
	M21-5	42.10	18.00	15.10	3.90	3.30	1.00
	MP:	41.98	18.20	15.08	3.72	3.30	1.00
MN:	44.00	22.00		6.00		1.00	
V(%):	4.59	17.27		38.00		0.00	

Fuente: Propia

c) Análisis de la prueba

La variación dimensional de las tejas cerámicas manufacturadas en Piñipampa se determina en función de la norma ecuatoriana INEN 986, que define las dimensiones de las tejas cerámicas curvas, y estos difieren de las dimensiones de las tejas cerámicas curvas producidas en Piñipampa; esta es la razón de la variabilidad dimensional de más de 4%; sin embargo las dimensiones de longitud y espesor de algunas muestras cumplen con lo estipulado en la norma INEN, detallándose el análisis como sigue:

Para las tejas cerámicas artesanales

- Se encuentra que 3 tejerías tienen una variabilidad dimensional no mayor de 4% en el largo y espesor, que equivale a 15% de las tejerías que cumplen la norma INEN 986.

- Para el largo de la teja cerámica artesanal se encuentra que 6 tejerías tienen una variabilidad dimensional no mayor de 4%, que equivale a 30% de las tejerías que cumplen con la norma INEN 986.
- Para espesor de la teja cerámica artesanal se encuentra que 4 tejerías tienen una variabilidad dimensional no mayor de 4%, que equivale a 20% de las tejerías que cumplen con la norma INEN 986.

Para las tejas cerámicas mecanizadas

- Se encuentra que 5 tejerías tienen una variabilidad dimensional no mayor de 4% en la de longitud y espesor, que equivale a 23.8% de las tejerías que cumple la norma INEN.
- Para el largo de la teja cerámica mecanizada se encuentra que 9 tejerías tienen una variabilidad dimensional no mayor de 4%, que equivale a 42.9% de las tejerías que cumplen con la norma INEN 986.
- Para el espesor de la teja cerámica artesanal se encuentra que 12 tejerías tienen una variabilidad dimensional no mayor de 4%, que equivale a 57.1% de las tejerías que cumplen con la norma INEN 986.

De acuerdo a la variabilidad dimensional del largo y espesor de las tejas cerámicas manufacturadas en Piñipampa se determina: que un 23.8% de tejerías que producen teja cerámica mecanizada cumplen la norma INEN 986, a comparación de un 15% de tejerías que producen tejas cerámicas artesanales cumplen con norma INEN 986.

3.6.2.2. Ensayo de absorción de agua de las tejas cerámicas.

a) Procesamiento o cálculo de la prueba

Se determina la magnitud de la absorción de agua de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas muestreadas con la aplicación de la fórmula siguiente:

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{M2 - M1}{M1} * 100$$

Donde:

Absorción (%): Magnitud de absorción de agua de la teja cerámica en porcentaje (%).

M2: Sumatoria de los pesos saturados de los 3 fragmentos representativo de la teja cerámica en gramos (g).

M1: Sumatoria de los pesos constantes secos de los 3 fragmentos representativo de la teja cerámica en gramos (g).

Análisis estadístico

El análisis estadístico se basa en obtener un intervalo de confianza, lo cual nos permite descartar valores que se encuentran fuera del intervalo. Para obtener una media que representa el valor de la magnitud de la propiedad física – mecánica de la teja cerámica.

El análisis se desarrolla para cada elemento de la muestra y se inicia con el cálculo del promedio y la desviación estándar de los datos analizados, luego se definen el grado de libertad ($GL=n-1=4$) y con un nivel de confianza del 98% se obtiene el valor de $t = 3.747$, de la distribución t student, y con ellos los límites superior e inferior que delimitan el intervalo de confianza (ver anexo 2).

Una vez determinado el intervalo de confianza se descartan los valores que se encuentran fuera del intervalo y se calcula la media o promedio con los datos restantes. Finalmente se obtiene un promedio o media de toda la muestra, y este valor representa la magnitud de la propiedad.

Los valores resaltados en naranja son los que se encuentran fuera del intervalo de confianza definido para cada elemento de la muestra. Estos quedan descartados para determinar el valor estadístico de la propiedad que se muestra en los resultados de la presente investigación.

b) Diagramas, tablas

Tabla 121: Estadísticos para determinar la absorción de agua de las tejas cerámicas artesanales.

Muestra	Media (%)	Desviación Estándar	Error Estándar de la Media	t	Intervalo de confianza (%)	
					Límite inferior	Límite superior
A1	14.89	0.166096	0.074280	3.747	14.606922	15.163579
A2	16.23	0.239014	0.106890	3.747	15.828260	16.629294
A3	15.10	0.265314	0.118652	3.747	14.653871	15.543049
A4	14.69	0.208308	0.093158	3.747	14.337296	15.035422
A5	15.65	0.333456	0.149126	3.747	15.093427	16.210977
A6	15.95	2.522117	1.127925	3.747	11.721947	20.174618
A7	15.18	0.330165	0.147654	3.747	14.623743	15.730266
A8	13.20	0.131782	0.058935	3.747	12.983071	13.424729
A9	15.37	0.185113	0.082785	3.747	15.064793	15.685183
A10	16.26	0.628411	0.281034	3.747	15.202119	17.308189
A11	16.49	0.354989	0.158756	3.747	15.890462	17.080180
A12	14.88	0.303200	0.135595	3.747	14.374343	15.390492
A13	15.78	0.232129	0.103811	3.747	15.395784	16.173745
A14	16.10	0.468262	0.209413	3.747	15.310973	16.880314
A15	16.28	0.058669	0.026238	3.747	16.177445	16.374070
A16	15.76	0.414030	0.185160	3.747	15.069366	16.456954
A17	15.54	0.230318	0.103001	3.747	15.154984	15.926875
A18	16.73	0.513353	0.229579	3.747	15.866474	17.586935
A19	12.89	0.104597	0.046777	3.747	12.711613	13.062161
A20	15.55	0.579013	0.258943	3.747	14.581512	16.522028

Fuente: Propia

Tabla 122: Estadísticos para determinar la absorción de agua de las tejas cerámicas mecanizadas.

Muestra	Media (%)	Desviación Estándar	Error Estándar de la Media	t	Intervalo de confianza (%)	
					Limite inferior	Limite superior
M1	14.85	0.249714	0.111676	3.747	14.434700	15.271597
M2	14.06	0.171544	0.076717	3.747	13.769738	14.344653
M3	11.79	0.124086	0.055493	3.747	11.578413	11.994277
M4	12.32	0.581298	0.259964	3.747	11.350101	13.298274
M5	14.13	0.290667	0.129990	3.747	13.642253	14.616400
M6	13.33	0.170181	0.076107	3.747	13.043745	13.614092
M7	13.89	0.450185	0.201329	3.747	13.133791	14.642548
M8	13.54	0.252900	0.113101	3.747	13.114450	13.962025
M9	12.77	0.481207	0.215202	3.747	11.967770	13.580496
M10	11.50	0.888939	0.397546	3.747	10.014249	12.993457
M11	14.05	0.330777	0.147928	3.747	13.500234	14.608807
M12	13.03	0.335404	0.149997	3.747	12.463611	13.587690
M13	11.82	0.737411	0.329780	3.747	10.585755	13.057129
M14	12.76	0.168845	0.075510	3.747	12.478647	13.044518
M15	12.63	0.270868	0.121136	3.747	12.173244	13.081035
M16	13.00	0.341888	0.152897	3.747	12.424342	13.570154
M17	12.33	0.275624	0.123263	3.747	11.872122	12.795851
M18	14.65	0.475899	0.212828	3.747	13.849371	15.444308
M19	11.77	0.258880	0.115775	3.747	11.331561	12.199178
M20	13.26	0.207765	0.092916	3.747	12.916700	13.613009
M21	13.68	1.407015	0.629236	3.747	11.320057	16.035552

Fuente: Propia

Tabla 123: Determinación de la absorción de agua de las tejas cerámicas artesanales.

ENSAYO DE ABSORCIÓN DE AGUA DE TEJA CERÁMICA ARTESANAL						
Identificación de Muestra	Identificación de Unidad de Muestra	Peso Constante de Piezas Representativas Total [M1] (g)	Peso Saturado de Piezas Representativas Total [M2] (g)	Diferencia [M2-M1] (g)	Absorción (%)	Promedio (%)
A1	A1-1	845.30	972.24	126.94	15.02	14.89
	A1-2	865.70	996.40	130.70	15.10	
	A1-3	872.50	1001.90	129.40	14.83	
	A1-4	879.00	1008.90	129.90	14.78	
	A1-5	959.30	1100.34	141.04	14.70	
A2	A2-1	793.70	922.64	128.94	16.25	16.23
	A2-2	831.90	963.66	131.76	15.84	
	A2-3	812.70	946.18	133.48	16.42	
	A2-4	911.40	1059.17	147.77	16.21	
	A2-5	833.20	970.03	136.83	16.42	
A3	A3-1	878.80	1012.00	133.20	15.16	15.10
	A3-2	807.40	931.30	123.90	15.35	
	A3-3	870.60	1000.10	129.50	14.87	
	A3-4	920.70	1056.70	136.00	14.77	
	A3-5	861.60	993.80	132.20	15.34	
A4	A4-1	880.60	1012.30	131.70	14.96	14.69
	A4-2	862.40	988.30	125.90	14.60	
	A4-3	924.80	1059.30	134.50	14.54	
	A4-4	943.00	1083.10	140.10	14.86	
	A4-5	897.30	1027.20	129.90	14.48	
A5	A5-1	886.90	1028.60	141.70	15.98	15.65
	A5-2	836.70	970.40	133.70	15.98	
	A5-3	859.80	990.40	130.60	15.19	
	A5-4	817.60	944.71	127.11	15.55	
	A5-5	804.20	929.40	125.20	15.57	
A6	A6-1	829.20	944.90	115.70	13.95	15.95
	A6-2	852.00	1017.10	165.10	19.38	
	A6-3	947.90	1077.60	129.70	13.68	
	A6-4	875.90	1006.50	130.60	14.91	
	A6-5	872.20	1027.60	155.40	17.82	



A7	A7-1	881.40	1014.20	132.80	15.07	15.18
	A7-2	1006.00	1158.40	152.40	15.15	
	A7-3	940.00	1078.90	138.90	14.78	
	A7-4	870.20	1002.50	132.30	15.20	
	A7-5	869.40	1005.80	136.40	15.69	
A8	A8-1	891.00	1010.00	119.00	13.36	13.20
	A8-2	947.80	1071.50	123.70	13.05	
	A8-3	1047.90	1185.90	138.00	13.17	
	A8-4	1008.50	1140.80	132.30	13.12	
	A8-5	1088.20	1233.20	145.00	13.32	
A9	A9-1	881.60	1017.13	135.53	15.37	15.37
	A9-2	840.30	969.65	129.35	15.39	
	A9-3	979.10	1132.04	152.94	15.62	
	A9-4	900.60	1036.58	135.98	15.10	
	A9-5	949.50	1095.62	146.12	15.39	
A10	A10-1	897.20	1045.94	148.74	16.58	16.26
	A10-2	939.10	1098.31	159.21	16.95	
	A10-3	848.00	988.42	140.42	16.56	
	A10-4	971.30	1121.85	150.55	15.50	
	A10-5	979.20	1132.79	153.59	15.69	
A11	A11-1	891.94	1041.72	149.78	16.79	16.49
	A11-2	897.03	1047.13	150.10	16.73	
	A11-3	879.06	1024.01	144.95	16.49	
	A11-4	869.65	1013.28	143.63	16.52	
	A11-5	1058.76	1227.06	168.30	15.90	
A12	A12-1	1020.94	1168.78	147.84	14.48	14.88
	A12-2	894.32	1031.09	136.77	15.29	
	A12-3	865.48	993.85	128.37	14.83	
	A12-4	915.45	1050.68	135.23	14.77	
	A12-5	853.27	981.55	128.28	15.03	
A13	A13-1	958.47	1107.98	149.51	15.60	15.78
	A13-2	1017.05	1177.41	160.36	15.77	
	A13-3	1027.25	1192.99	165.74	16.13	
	A13-4	946.38	1093.61	147.23	15.56	
	A13-5	907.52	1051.51	143.99	15.87	
A14	A14-1	927.23	1082.39	155.16	16.73	16.10
	A14-2	987.86	1146.64	158.78	16.07	
	A14-3	939.13	1092.10	152.97	16.29	
	A14-4	849.45	980.79	131.34	15.46	
	A14-5	857.10	993.56	136.46	15.92	
A15	A15-1	958.40	1114.80	156.40	16.32	16.28
	A15-2	1054.40	1225.60	171.20	16.24	
	A15-3	1041.30	1209.90	168.60	16.19	
	A15-4	1115.70	1297.70	182.00	16.31	
	A15-5	1057.40	1229.96	172.56	16.32	
A16	A16-1	877.60	1019.00	141.40	16.11	15.76
	A16-2	1006.90	1168.00	161.10	16.00	
	A16-3	981.40	1138.00	156.60	15.96	
	A16-4	1070.70	1238.40	167.70	15.66	
	A16-5	1010.30	1162.70	152.40	15.08	
A17	A17-1	950.40	1096.10	145.70	15.33	15.54
	A17-2	1072.50	1242.80	170.30	15.88	
	A17-3	974.30	1126.90	152.60	15.66	
	A17-4	899.90	1039.20	139.30	15.48	
	A17-5	937.90	1081.90	144.00	15.35	
A18	A18-1	862.60	1014.40	151.80	17.60	16.51
	A18-2	922.10	1072.80	150.70	16.34	
	A18-3	954.30	1113.70	159.40	16.70	
	A18-4	900.50	1050.30	149.80	16.64	
	A18-5	895.20	1041.60	146.40	16.35	
A19	A19-1	1011.30	1142.80	131.50	13.00	12.89
	A19-2	974.20	1098.60	124.40	12.77	
	A19-3	950.50	1072.00	121.50	12.78	
	A19-4	937.10	1058.30	121.20	12.93	
	A19-5	866.70	978.90	112.20	12.95	
A20	A20-1	1084.70	1248.30	163.60	15.08	15.55
	A20-2	1056.80	1217.20	160.40	15.18	
	A20-3	1056.20	1216.10	159.90	15.14	
	A20-4	888.40	1031.20	142.80	16.07	
	A20-5	988.00	1148.90	160.90	16.29	

Fuente: Propia

Tabla 124: Determinación de la absorción de agua de las tejas cerámicas mecanizadas.

ENSAYO DE ABSORCIÓN DE AGUA DE TEJA CERÁMICA MECANIZADA						
Identificación de Muestra	Identificación de Unidad de Muestra	Peso Constante de Piezas Representativas Total [M1] (g)	Peso Saturado de Piezas Representativas Total [M2] (g)	Diferencia [M2-M1] (g)	Absorción (%)	Promedio (%)
M1	M1-1	921.20	1059.16	137.96	14.98	14.85
	M1-2	1009.10	1159.59	150.49	14.91	
	M1-3	964.90	1104.25	139.35	14.44	
	M1-4	1029.40	1182.10	152.70	14.83	
	M1-5	979.70	1127.64	147.94	15.10	
M2	M2-1	861.40	981.89	120.49	13.99	14.06
	M2-2	881.20	1003.90	122.70	13.92	
	M2-3	898.80	1023.68	124.88	13.89	
	M2-4	964.50	1101.56	137.06	14.21	
	M2-5	900.80	1029.34	128.54	14.27	
M3	M3-1	926.23	1036.95	110.72	11.95	11.79
	M3-2	871.26	973.19	101.93	11.70	
	M3-3	948.87	1060.51	111.64	11.77	
	M3-4	935.99	1047.05	111.06	11.87	
	M3-5	799.56	892.69	93.13	11.65	
M4	M4-1	857.71	963.72	106.01	12.36	12.32
	M4-2	797.90	895.86	97.96	12.28	
	M4-3	824.12	933.52	109.40	13.27	
	M4-4	883.25	987.58	104.33	11.81	
	M4-5	920.13	1029.60	109.47	11.90	
M5	M5-1	867.00	991.40	124.40	14.35	14.25
	M5-2	871.30	990.10	118.80	13.63	
	M5-3	859.70	982.90	123.20	14.33	
	M5-4	948.10	1082.10	134.00	14.13	
	M5-5	959.90	1096.20	136.30	14.20	
M6	M6-1	876.00	994.40	118.40	13.52	13.33
	M6-2	957.00	1083.20	126.20	13.19	
	M6-3	933.80	1059.90	126.10	13.50	
	M6-4	870.20	985.70	115.50	13.27	
	M6-5	953.30	1078.80	125.50	13.16	
M7	M7-1	990.30	1128.20	137.90	13.93	13.89
	M7-2	1034.10	1180.80	146.70	14.19	
	M7-3	995.40	1137.70	142.30	14.30	
	M7-4	1015.70	1149.20	133.50	13.14	
	M7-5	902.80	1028.20	125.40	13.89	
M8	M8-1	1013.80	1151.40	137.60	13.57	13.64
	M8-2	873.90	993.50	119.60	13.69	
	M8-3	886.10	1006.20	120.10	13.55	
	M8-4	950.20	1074.80	124.60	13.11	
	M8-5	887.70	1009.90	122.20	13.77	
M9	M9-1	1043.20	1173.70	130.50	12.51	12.77
	M9-2	922.80	1045.00	122.20	13.24	
	M9-3	884.80	1002.50	117.70	13.30	
	M9-4	820.10	923.60	103.50	12.62	
	M9-5	916.70	1028.50	111.80	12.20	
M10	M10-1	909.70	1007.90	98.20	10.79	11.50
	M10-2	868.40	966.70	98.30	11.32	
	M10-3	887.10	980.70	93.60	10.55	
	M10-4	1013.00	1139.70	126.70	12.51	
	M10-5	967.10	1086.50	119.40	12.35	
M11	M11-1	873.30	995.20	121.90	13.96	14.05
	M11-2	868.20	990.30	122.10	14.06	
	M11-3	830.10	943.10	113.00	13.61	
	M11-4	873.60	996.80	123.20	14.10	
	M11-5	824.90	944.80	119.90	14.54	
M12	M12-1	955.00	1078.60	123.60	12.94	13.03
	M12-2	862.20	974.70	112.50	13.05	
	M12-3	874.60	988.10	113.50	12.98	
	M12-4	917.60	1041.90	124.30	13.55	
	M12-5	929.90	1047.20	117.30	12.61	

M13	M13-1	898.80	1013.20	114.40	12.73	11.82
	M13-2	985.50	1106.80	121.30	12.31	
	M13-3	866.70	962.20	95.50	11.02	
	M13-4	868.00	964.70	96.70	11.14	
	M13-5	910.90	1019.40	108.50	11.91	
M14	M14-1	870.40	979.80	109.40	12.57	12.76
	M14-2	929.20	1048.10	118.90	12.80	
	M14-3	829.00	936.20	107.20	12.93	
	M14-4	892.40	1007.60	115.20	12.91	
	M14-5	851.40	958.70	107.30	12.60	
M15	M15-1	913.50	1025.30	111.80	12.24	12.63
	M15-2	995.60	1120.30	124.70	12.53	
	M15-3	907.90	1024.90	117.00	12.89	
	M15-4	1005.40	1134.90	129.50	12.88	
	M15-5	991.70	1116.70	125.00	12.60	
M16	M16-1	896.60	1011.00	114.40	12.76	13.00
	M16-2	964.10	1093.20	129.10	13.39	
	M16-3	933.00	1052.00	119.00	12.75	
	M16-4	919.10	1036.10	117.00	12.73	
	M16-5	902.50	1023.00	120.50	13.35	
M17	M17-1	954.00	1072.50	118.50	12.42	12.33
	M17-2	918.50	1029.20	110.70	12.05	
	M17-3	946.70	1061.90	115.20	12.17	
	M17-4	924.50	1042.50	118.00	12.76	
	M17-5	916.50	1028.90	112.40	12.26	
M18	M18-1	981.00	1128.20	147.20	15.01	14.65
	M18-2	1029.00	1173.60	144.60	14.05	
	M18-3	1040.00	1197.80	157.80	15.17	
	M18-4	917.10	1052.20	135.10	14.73	
	M18-5	1067.10	1219.40	152.30	14.27	
M19	M19-1	812.80	906.40	93.60	11.52	11.77
	M19-2	832.50	932.80	100.30	12.05	
	M19-3	907.10	1011.10	104.00	11.47	
	M19-4	919.50	1028.90	109.40	11.90	
	M19-5	933.60	1044.70	111.10	11.90	
M20	M20-1	924.30	1044.70	120.40	13.03	13.26
	M20-2	1029.80	1168.40	138.60	13.46	
	M20-3	874.10	991.00	116.90	13.37	
	M20-4	970.60	1097.30	126.70	13.05	
	M20-5	926.80	1051.10	124.30	13.41	
M21	M21-1	862.90	968.70	105.80	12.26	13.68
	M21-2	915.40	1034.80	119.40	13.04	
	M21-3	844.20	951.80	107.60	12.75	
	M21-4	887.70	1025.10	137.40	15.48	
	M21-5	817.60	939.10	121.50	14.86	

Fuente: Propia

c) Análisis de la prueba

La magnitud de la absorción de agua de las tejas cerámicas manufacturadas en Piñipampa se evalúa en función a la norma ecuatoriana INEN 990, que define como límites de absorción de agua para un promedio de 5 tejas de 18% y para una teja cualquiera de 20%, detallándose más análisis como sigue:

Para las tejas cerámicas artesanales

- El 100% de tejerías muestreadas de Piñipampa que manufacturan teja cerámica artesanal cumplen con la norma INEN 990 respecto a la absorción de agua.
- La tejería identificada como A19 tienen la menor magnitud de absorción de agua igual a 12.89%.



- La tejería identificada como A18 tienen la mayor magnitud de absorción de agua igual a 16.73%.

Para las tejas cerámicas mecanizadas

- El 100% de tejerías muestreadas de Piñipampa que manufacturan teja cerámica mecanizada cumplen con la norma INEN 990 respecto a la absorción de agua.
- La tejería identificada como M10 tienen la menor magnitud de absorción de agua igual a 11.50%.
- La tejería identificada como M1 tienen la mayor magnitud de absorción de agua igual a 14.85%.

3.6.3 Ensayo de la propiedad mecánica de la teja cerámica.

3.6.3.1. Ensayo de resistencia a la flexión de la teja cerámica.

a) Procesamiento o cálculo de la prueba

Para calcular la resistencia a la flexión de las tejas cerámicas manufacturadas en Piñipampa se procede con tomar registro la carga máxima de rotura ejercida por la prensa de carga motorizada CBR, que a través de su unidad de procesamiento y lectura nos proporciona la carga de rotura en unidades de kilo Newtons, por lo que se transforma a unidades de kilogramos fuerza, utilizando la equivalencia:

$$1 \text{ Kgf} = 9.81 \text{ Newtons}$$

Análisis estadístico

El análisis estadístico se basa en obtener un intervalo de confianza, lo cual nos permite descartar valores que se encuentran fuera del intervalo. Para obtener una media que representa el valor de la magnitud de la propiedad física – mecánica de la teja cerámica.

El análisis se desarrolla para cada elemento de la muestra y se inicia con el cálculo del promedio y la desviación estándar de los datos analizados, luego se definen el grado de libertad ($GL=n-1=4$) y con un nivel de confianza del 98% se obtiene el valor de $t = 3.747$, de la distribución t student, y con ellos los límites superior e inferior que delimitan el intervalo de confianza (ver anexo 2).

Una vez determinado el intervalo de confianza se descartan los valores que se encuentran fuera del intervalo y se calcula la media o promedio con los datos restantes. Finalmente se obtiene un promedio o media de toda la muestra, y este valor representa la magnitud de la propiedad.

Los valores resaltados en naranja son los que se encuentran fuera del intervalo de confianza definido para cada elemento de la muestra. Estos quedan descartados para determinar el valor estadístico de la propiedad que se muestra en los resultados de la presente investigación.

b) Diagramas, tablas

Tabla 125: Estadísticos para determinar resistencia a la flexión de las tejas cerámicas artesanales.

Muestra	Media (Kgf)	Desviación Estándar	Error Estándar de la Media	t	Intervalo de confianza (Kgf)	
					Limite inferior	Limite superior
A1	141.86	10.351129	4.629165	3.747	124.509767	159.200733
A2	97.37	22.640803	10.125275	3.747	59.430625	135.309436
A3	139.37	17.071660	7.634678	3.747	110.760852	167.975132
A4	121.69	16.729969	7.481869	3.747	93.657586	149.726716
A5	113.62	31.331731	14.011976	3.747	61.115882	166.121630
A6	112.40	33.621424	15.035958	3.747	56.055781	168.735249
A7	140.61	21.325705	9.537145	3.747	104.875938	176.347303
A8	173.15	42.722988	19.106301	3.747	101.558537	244.741158
A9	155.23	16.791346	7.509318	3.747	127.091943	183.366773
A10	145.24	19.971211	8.931397	3.747	111.773606	178.705497
A11	96.15	14.005723	6.263550	3.747	72.677268	119.616310
A12	98.84	25.250159	11.292214	3.747	56.525994	141.149847
A13	157.74	27.671720	12.375169	3.747	111.367243	204.106763
A14	124.18	36.707610	16.416142	3.747	62.668124	185.690693
A15	101.02	1.186590	0.530659	3.747	99.030988	103.007748
A16	112.23	20.622623	9.222717	3.747	77.674894	146.789938
A17	122.90	28.397733	12.699852	3.747	75.308658	170.481352
A18	118.92	28.164143	12.595388	3.747	71.724552	166.114388
A19	175.92	74.182029	33.175212	3.747	51.615009	300.230047
A20	178.57	48.734128	21.794564	3.747	96.908652	260.237118

Fuente: Propia

Tabla 126: Estadísticos para determinar resistencia a la flexión de las tejas cerámicas mecanizadas.

Muestra	Media (Kgf)	Desviación Estándar	Error Estándar de la Media	t	Intervalo de confianza (Kgf)	
					Limite inferior	Limite superior
M1	151.56	17.542224	7.845121	3.747	122.163964	180.955302
M2	179.88	15.793560	7.063095	3.747	153.412260	206.343092
M3	132.15	2.906182	1.299684	3.747	127.280950	137.020783
M4	197.78	23.484588	10.502627	3.747	158.424434	237.131122
M5	112.97	21.311911	9.530976	3.747	77.253793	148.678929
M6	181.67	26.824141	11.996121	3.747	136.722299	226.621228
M7	181.49	42.448300	18.983457	3.747	110.357265	252.619289
M8	107.75	31.332842	14.012473	3.747	55.242461	160.251932
M9	106.12	28.301647	12.656881	3.747	58.690874	153.541542
M10	130.30	22.631737	10.121221	3.747	92.371403	168.219830
M11	198.51	41.696425	18.647208	3.747	128.640634	268.382812
M12	162.59	10.750346	4.807701	3.747	144.574740	180.603650
M13	188.66	77.508187	34.662715	3.747	58.783435	318.545821
M14	189.64	20.395844	9.121299	3.747	155.465714	223.820728
M15	164.65	12.804212	5.726217	3.747	143.192181	186.104455
M16	136.60	20.255948	9.058735	3.747	102.652230	170.538391
M17	188.05	50.447409	22.560767	3.747	103.517813	272.588201
M18	158.45	27.615712	12.350122	3.747	112.174654	204.726467
M19	156.76	11.441787	5.116923	3.747	137.585300	175.931519
M20	156.51	34.925264	15.619053	3.747	97.989170	215.038353
M21	122.75	20.067884	8.974631	3.747	89.124353	156.380235

Fuente: Propia

Tabla 127: Determinación de la resistencia a la flexión de las tejas cerámicas artesanales desde A1 hasta A20.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TEJA CERÁMICA ARTESANAL							
Identificación de Muestra	Identificación de Unidad de Muestra	Carga de Rotura (KN)	Carga de Rotura (Kgf)	Forma de Rotura (Tipo)	Resultado		
					Promedio (Kgf)	Máximo (Kgf)	Mínimo (Kgf)
A1	A1-1	1.304	132.926	2	141.86	154.13	129.36
	A1-2	1.512	154.128	2			
	A1-3	1.434	146.177	2			
	A1-4	1.439	146.687	2			
	A1-5	1.269	129.358	2			
A2	A2-1	0.713	72.681	3	97.37	123.45	72.68
	A2-2	1.211	123.445	3			
	A2-3	1.159	118.145	2			
	A2-4	0.910	92.762	3			
	A2-5	0.783	79.817	3			
A3	A3-1	1.246	127.013	3	132.06	139.65	127.01
	A3-2	1.306	133.129	3			
	A3-3	1.370	139.653	2			
	A3-4	1.654	168.603	2			
	A3-5	1.260	128.440	3			
A4	A4-1	1.151	117.329	3	121.69	145.26	100.61
	A4-2	1.272	129.664	2			
	A4-3	1.425	145.260	3			
	A4-4	1.134	115.596	2			
	A4-5	0.987	100.612	3			
A5	A5-1	0.815	83.078	2	113.62	156.47	83.08
	A5-2	0.915	93.272	2			
	A5-3	1.339	136.493	2			
	A5-4	1.535	156.473	4			
	A5-5	0.969	98.777	2			
A6	A6-1	1.105	112.640	2	112.40	153.01	61.16
	A6-2	1.057	107.747	2			
	A6-3	0.600	61.162	2			
	A6-4	1.250	127.421	3			
	A6-5	1.501	153.007	2			
A7	A7-1	1.615	164.628	3	140.61	164.63	110.60
	A7-2	1.283	130.785	2			
	A7-3	1.381	140.775	3			
	A7-4	1.533	156.269	2			
	A7-5	1.085	110.601	3			
A8	A8-1	2.184	222.630	3	173.15	222.63	124.67
	A8-2	1.223	124.669	2			
	A8-3	1.434	146.177	3			
	A8-4	2.089	212.946	2			
	A8-5	1.563	159.327	3			
A9	A9-1	1.392	141.896	2	155.23	169.42	132.62
	A9-2	1.301	132.620	2			
	A9-3	1.662	169.419	3			
	A9-4	1.623	165.443	2			
	A9-5	1.636	166.769	2			
A10	A10-1	1.454	148.216	2	153.95	159.94	148.22
	A10-2	1.530	155.963	2			
	A10-3	1.083	110.398	2			
	A10-4	1.488	151.682	3			
	A10-5	1.569	159.939	1			
A11	A11-1	0.975	99.388	2	102.04	108.56	96.02
	A11-2	1.065	108.563	2			
	A11-3	0.942	96.024	2			
	A11-4	1.022	104.179	2			
	A11-5	0.712	72.579	2			
A12	A12-1	0.767	78.186	2	98.84	138.43	78.19
	A12-2	1.072	109.276	2			
	A12-3	1.358	138.430	2			
	A12-4	0.853	86.952	2			
	A12-5	0.798	81.346	2			

A13	A13-1	1.810	184.506	3	157.74	184.51	114.27
	A13-2	1.647	167.890	2			
	A13-3	1.706	173.904	3			
	A13-4	1.453	148.114	3			
	A13-5	1.121	114.271	3			
A14	A14-1	1.367	139.348	2	124.18	151.78	63.10
	A14-2	1.153	117.533	2			
	A14-3	1.489	151.784	2			
	A14-4	0.619	63.099	2			
	A14-5	1.463	149.134	2			
A15	A15-1	0.985	100.408	2	101.02	102.96	99.80
	A15-2	0.991	101.019	3			
	A15-3	0.979	99.796	3			
	A15-4	0.990	100.917	3			
	A15-5	1.010	102.956	3			
A16	A16-1	0.982	100.102	2	103.11	106.93	100.10
	A16-2	1.049	106.932	2			
	A16-3	0.983	100.204	2			
	A16-4	1.032	105.199	2			
	A16-5	1.459	148.726	2			
A17	A17-1	1.256	128.033	2	122.90	154.84	85.52
	A17-2	1.519	154.842	1			
	A17-3	1.013	103.262	2			
	A17-4	0.839	85.525	2			
	A17-5	1.401	142.813	1			
A18	A18-1	1.071	109.174	3	118.92	149.44	84.51
	A18-2	0.829	84.506	3			
	A18-3	1.029	104.893	2			
	A18-4	1.438	146.585	3			
	A18-5	1.466	149.439	2			
A19	A19-1	2.319	236.391	2	175.92	249.44	88.38
	A19-2	2.447	249.439	3			
	A19-3	1.048	106.830	2			
	A19-4	1.948	198.573	2			
	A19-5	0.867	88.379	2			
A20	A20-1	2.224	226.707	3	178.57	226.71	110.70
	A20-2	1.980	201.835	3			
	A20-3	2.047	208.665	2			
	A20-4	1.422	144.954	3			
	A20-5	1.086	110.703	2			

Fuente: Propia

Tabla 128: Magnitud de la resistencia a la flexión de las tejas cerámicas mecanizadas (M1-M21).

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TEJA CERÁMICA MECANIZADA							
Identificación de Muestra	Identificación de Unidad de Muestra	Carga de Rotura (KN)	Carga de Rotura (Kgf)	Forma de Rotura (Tipo)	Resultado		
					Promedio (Kgf)	Máximo (Kgf)	Mínimo (Kgf)
M1	M1-1	1.395	142.202	2	144.14	151.48	136.09
	M1-2	1.486	151.478	2			
	M1-3	1.440	146.789	2			
	M1-4	1.335	136.086	2			
	M1-5	1.778	181.244	2			
M2	M2-1	1.540	156.983	2	179.88	192.97	156.98
	M2-2	1.666	169.827	3			
	M2-3	1.893	192.966	3			
	M2-4	1.876	191.233	2			
	M2-5	1.848	188.379	2			
M3	M3-1	1.262	128.644	2	132.15	135.17	128.64
	M3-2	1.326	135.168	2			
	M3-3	1.270	129.460	2			
	M3-4	1.310	133.537	2			
	M3-5	1.314	133.945	2			



M4	M4-1	2.232	227.523	2	197.78	227.52	166.67
	M4-2	1.999	203.772	2			
	M4-3	2.039	207.849	2			
	M4-4	1.796	183.078	2			
	M4-5	1.635	166.667	3			
M5	M5-1	1.034	105.403	2	112.97	148.52	93.17
	M5-2	1.010	102.956	3			
	M5-3	1.457	148.522	2			
	M5-4	0.914	93.170	3			
	M5-5	1.126	114.781	2			
M6	M6-1	1.502	153.109	3	181.67	221.10	153.11
	M6-2	1.920	195.719	3			
	M6-3	2.169	221.101	3			
	M6-4	1.660	169.215	3			
	M6-5	1.660	169.215	2			
M7	M7-1	1.530	155.963	2	181.49	238.02	127.32
	M7-2	1.249	127.319	2			
	M7-3	2.335	238.022	3			
	M7-4	1.981	201.937	2			
	M7-5	1.807	184.200	2			
M8	M8-1	0.970	98.879	2	94.09	98.88	82.06
	M8-2	0.950	96.840	2			
	M8-3	1.593	162.385	2			
	M8-4	0.967	98.573	2			
	M8-5	0.805	82.059	2			
M9	M9-1	1.463	149.134	2	106.12	149.13	82.57
	M9-2	0.869	88.583	2			
	M9-3	0.878	89.501	3			
	M9-4	0.810	82.569	3			
	M9-5	1.185	120.795	2			
M10	M10-1	1.259	128.338	2	130.30	167.58	105.91
	M10-2	1.039	105.912	2			
	M10-3	1.644	167.584	2			
	M10-4	1.223	124.669	2			
	M10-5	1.226	124.975	2			
M11	M11-1	2.077	211.723	3	198.51	248.11	152.60
	M11-2	2.180	222.222	1			
	M11-3	2.434	248.114	3			
	M11-4	1.549	157.900	2			
	M11-5	1.497	152.599	2			
M12	M12-1	1.549	157.900	2	162.59	171.36	145.87
	M12-2	1.681	171.356	2			
	M12-3	1.671	170.336	2			
	M12-4	1.643	167.482	2			
	M12-5	1.431	145.872	2			
M13	M13-1	2.441	248.828	4	188.66	261.26	94.39
	M13-2	1.147	116.922	2			
	M13-3	2.563	261.264	2			
	M13-4	2.177	221.916	2			
	M13-5	0.926	94.393	2			
M14	M14-1	1.954	199.185	2	189.64	215.90	163.81
	M14-2	1.722	175.535	2			
	M14-3	1.901	193.782	2			
	M14-4	1.607	163.812	3			
	M14-5	2.118	215.902	3			
M15	M15-1	1.544	157.390	2	164.65	184.40	152.09
	M15-2	1.667	169.929	2			
	M15-3	1.564	159.429	2			
	M15-4	1.492	152.090	2			
	M15-5	1.809	184.404	2			
M16	M16-1	1.549	157.900	2	136.60	157.90	102.96
	M16-2	1.010	102.956	3			
	M16-3	1.385	141.182	2			
	M16-4	1.363	138.940	2			
	M16-5	1.393	141.998	2			



M17	M17-1	2.111	215.189	2	188.05	242.10	127.93
	M17-2	1.382	140.877	2			
	M17-3	1.255	127.931	2			
	M17-4	2.101	214.169	2			
	M17-5	2.375	242.100	3			
M18	M18-1	1.924	196.126	3	158.45	196.13	128.03
	M18-2	1.330	135.576	2			
	M18-3	1.256	128.033	3			
	M18-4	1.685	171.764	2			
	M18-5	1.577	160.754	3			
M19	M19-1	1.659	169.113	2	156.76	169.11	144.75
	M19-2	1.632	166.361	2			
	M19-3	1.425	145.260	2			
	M19-4	1.553	158.308	2			
	M19-5	1.420	144.750	2			
M20	M20-1	1.559	158.919	3	156.51	200.10	120.08
	M20-2	1.766	180.020	2			
	M20-3	1.178	120.082	2			
	M20-4	1.963	200.102	2			
	M20-5	1.211	123.445	2			
M21	M21-1	1.486	151.478	2	122.75	151.48	106.01
	M21-2	1.336	136.188	3			
	M21-3	1.089	111.009	2			
	M21-4	1.070	109.072	2			
	M21-5	1.040	106.014	2			

Fuente: Propia

c) Análisis de la prueba

La magnitud de la resistencia de la flexión de las tejas cerámicas manufacturadas en Piñipampa se evalúa en función a la norma ecuatoriana INEN 990, que define como límites de la carga de rotura para un promedio de 5 tejas de 100 Kgf y para una teja cualquiera de 80 Kgf, detallándose más análisis como sigue:

Para las tejas cerámicas artesanales

- El 75% de tejerías muestreadas de Piñipampa que manufacturan teja cerámica artesanal cumplen con la norma INEN 990 respecto a la resistencia a la flexión.
- La mayor magnitud de resistencia a la flexión de la teja cerámica artesanal es 249.44 Kg.
- La menor magnitud de resistencia a la flexión de la teja cerámica artesanal es 61.16 Kg.

Para las tejas cerámicas mecanizadas

- El 100% de tejerías muestreadas de Piñipampa que manufacturan teja cerámica mecanizada cumplen con la norma INEN 990 respecto a la resistencia a la flexión.
- La mayor magnitud de resistencia a la flexión de la teja cerámica mecanizada es 261.26 Kg.
- La menor magnitud de resistencia a la flexión de la teja cerámica mecanizada es 82.06 Kg.

3.6.4. Ensayo de suelos utilizados en la manufactura de tejas cerámicas.

3.6.4.1. Ensayo de límite líquido.

a) Procesamiento o cálculo de la prueba

Para calcular el límite líquido de los suelos (Piñipampa, Querarpatá y San Jerónimo) utilizados en la elaboración de tejas cerámicas, y de las dosificaciones siguientes:

- 90% de cada una de las arcillas con 10% de arena fina.
- 70% de cada una de las arcillas con 30% de arena fina.
- 40% de arcillas locales + 30% de arcilla de San Jerónimo + 30% de arena fina.

Se utiliza la fórmula planteada en el Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil de Joseph E. Bowles:

$$W_L = W_N \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

Donde:

W_L : Límite Líquido (%).

W_N : Contenido de humedad al número de golpes N obtenido en el ensayo (%).

N: Numero de golpes.

b) Diagrama, tablas

Tabla 129: Determinación de límite líquido de la arcilla de Piñipampa.

Recipiente N°	Peso del recipiente (g)	Peso del recipiente + peso del suelo húmedo (g)	Peso del recipiente + peso del suelo seco (g)	Peso del agua (Ww) (g)	Peso del suelo seco (Ws) (g)	Contenido de humedad (WN) (%)	Número de golpes (N)	Límite Líquido (WL) (%)
T-7	37.13	53.15	48.26	4.89	11.13	43.94	35	45.76
T-9	36.99	51.49	46.98	4.51	9.99	45.15	27	45.57
T-11	37.55	52.13	47.56	4.57	10.01	45.65	24	45.43
T-15	36.61	53.02	47.70	5.32	11.09	47.97	17	45.78
								45.64

Tabla 130: Determinación de límite líquido de la arcilla de Querarpatá.

Recipiente N°	Peso del recipiente (g)	Peso del recipiente + peso del suelo húmedo (g)	Peso del recipiente + peso del suelo seco (g)	Peso del agua (Ww) (g)	Peso del suelo seco (Ws) (g)	Contenido de humedad (WN) (%)	Número de golpes (N)	Límite Líquido (WL) (%)
T-12	37.52	54.38	49.66	4.72	12.14	38.88	35	40.50
T-16	36.71	56.30	50.69	5.61	13.98	40.13	27	40.50
T-14	37.52	55.72	50.49	5.23	12.97	40.32	24	40.13
T-13	37.61	54.31	49.48	4.83	11.87	40.69	17	38.84
								39.99

Fuente: Propia

Tabla 131: Determinación de límite líquido de la arcilla de San Jerónimo.

Recipiente N°	Peso del recipiente (g)	Peso del recipiente + peso del suelo húmedo (g)	Peso del recipiente + peso del suelo seco (g)	Peso del agua (Ww) (g)	Peso del suelo seco (Ws) (g)	Contenido de humedad (WN) (%)	Número de golpes (N)	Límite Líquido (WL) (%)
T-1	37.40	55.34	50.81	4.53	13.41	33.78	36	35.30
T-2	37.74	55.75	51.16	4.59	13.42	34.20	27	34.52
T-3	37.64	55.67	50.96	4.71	13.32	35.36	21	34.62
T-4	37.10	53.63	49.16	4.47	12.06	37.06	16	35.12
								34.89

Tabla 132: Determinación de límite líquido de la dosificación 90% arcilla de Piñipampa con 10% arena fina.

Recipiente N°	Peso del recipiente (g)	Peso del recipiente + peso del suelo húmedo (g)	Peso del recipiente + peso del suelo seco (g)	Peso del agua (Ww) (g)	Peso del suelo seco (Ws) (g)	Contenido de humedad (WN) (%)	Número de golpes (N)	Límite Líquido (WL) (%)
T-5	36.60	56.60	51.20	5.40	14.60	36.99	37	38.78
T-7	36.70	55.40	50.30	5.10	13.60	37.50	28	38.02
T-8	37.10	58.70	52.70	6.00	15.60	38.46	21	37.66
T-9	36.50	57.90	51.80	6.10	15.30	39.87	17	38.05
								38.13

Tabla 133: Determinación de límite líquido de la dosificación 90% arcilla de Querarpatá con 10% arena fina.

Recipiente N°	Peso del recipiente (g)	Peso del recipiente + peso del suelo húmedo (g)	Peso del recipiente + peso del suelo seco (g)	Peso del agua (Ww) (g)	Peso del suelo seco (Ws) (g)	Contenido de humedad (WN) (%)	Número de golpes (N)	Límite Líquido (WL) (%)
T-1	37.00	56.30	51.30	5.00	14.30	34.97	37	36.66
T-2	37.30	54.40	50.00	4.40	12.70	34.65	29	35.27
T-3	37.30	57.90	52.50	5.40	15.20	35.53	23	35.17
T-4	36.70	57.00	51.70	5.30	15.00	35.33	20	34.39
								35.37

Tabla 134: Determinación de límite líquido de la dosificación 90% arcilla de San Jerónimo con 10% arena fina.

Recipiente N°	Peso del recipiente (g)	Peso del recipiente + peso del suelo húmedo (g)	Peso del recipiente + peso del suelo seco (g)	Peso del agua (Ww) (g)	Peso del suelo seco (Ws) (g)	Contenido de humedad (WN) (%)	Número de golpes (N)	Límite Líquido (WL) (%)
T-10	36.80	56.80	52.10	4.70	15.30	30.72	36	32.10
T-11	37.10	58.80	53.80	5.00	16.70	29.94	27	30.22
T-12	36.90	59.60	54.20	5.40	17.30	31.21	22	30.73
T-14	37.00	59.60	54.10	5.50	17.10	32.16	17	30.70
								30.94

Tabla 135: Determinación de límite líquido de la dosificación 70% arcilla de Piñipampa con 30% arena fina.

Recipiente N°	Peso del recipiente (g)	Peso del recipiente + peso del suelo húmedo (g)	Peso del recipiente + peso del suelo seco (g)	Peso del agua (Ww) (g)	Peso del suelo seco (Ws) (g)	Contenido de humedad (WN) (%)	Número de golpes (N)	Límite Líquido (WL) (%)
T-1	37.41	54.48	50.34	4.14	12.93	32.02	36	33.46
T-2	37.73	57.22	52.39	4.83	14.66	32.95	27	33.26
T-3	37.64	55.37	50.99	4.38	13.35	32.81	23	32.48
T-4	37.10	56.69	51.71	4.98	14.61	34.09	20	33.18
								33.09

Tabla 136: Determinación de límite líquido de la dosificación 70% arcilla de Querarpatá con 30% arena fina.

Recipiente N°	Peso del recipiente (g)	Peso del recipiente + peso del suelo húmedo (g)	Peso del recipiente + peso del suelo seco (g)	Peso del agua (Ww) (g)	Peso del suelo seco (Ws) (g)	Contenido de humedad (WL) (%)	Número de golpes (N)	Límite Líquido (WL) (%)
T-5	37.03	57.45	52.90	4.55	15.87	28.67	36	29.96
T-6	37.09	57.41	52.79	4.62	15.70	29.43	26	29.57
T-7	37.13	57.96	53.04	4.92	15.91	30.92	21	30.28
T-8	37.54	55.45	51.08	4.37	13.54	32.27	15	30.34
								30.04

Tabla 137: Determinación de límite líquido de la dosificación 70% arcilla de San Jerónimo con 30% arena fina.

Recipiente N°	Peso del recipiente (g)	Peso del recipiente + peso del suelo húmedo (g)	Peso del recipiente + peso del suelo seco (g)	Peso del agua (Ww) (g)	Peso del suelo seco (Ws) (g)	Contenido de humedad (WN) (%)	Número de golpes (N)	Límite Líquido (WL) (%)
T-9	36.98	55.00	51.15	3.85	14.17	27.17	36	28.40
T-12	37.52	57.30	53.00	4.30	15.48	27.78	26	27.91
T-11	37.55	55.30	51.36	3.94	13.81	28.53	23	28.24
T-10	37.20	53.06	49.48	3.58	12.28	29.15	16	27.62
								28.04

Tabla 138: Determinación de límite líquido de la dosificación 40% arcilla de Piñipampa + 30% arcilla de San Jerónimo con 30% arena fina.

Recipiente N°	Peso del recipiente (g)	Peso del recipiente + peso del suelo húmedo (g)	Peso del recipiente + peso del suelo seco (g)	Peso del agua (Ww) (g)	Peso del suelo seco (Ws) (g)	Contenido de humedad (WN) (%)	Número de golpes (N)	Límite Líquido (WL) %
T-11	37.56	56.71	52.42	4.29	14.86	28.87	35	30.07
T-10	37.20	54.24	50.36	3.88	13.16	29.48	28	29.89
T-9	36.99	57.92	53.07	4.85	16.08	30.16	22	29.70
T-12	37.53	56.79	52.29	4.50	14.76	30.49	19	29.49
								29.79

Tabla 139: Determinación de límite líquido de la dosificación 40% arcilla de Querarpatá + 30% arcilla de San Jerónimo con 30% arena fina.

Recipiente N°	Peso del recipiente (g)	Peso del recipiente + peso del suelo húmedo (g)	Peso del recipiente + peso del suelo seco (g)	Peso del agua (Ww) (g)	Peso del suelo seco (Ws) (g)	Contenido de humedad (WN) (%)	Número de golpes (N)	Límite Líquido (WL) %
T-13	37.62	52.86	49.51	3.35	11.89	28.17	34	29.24
T-15	36.61	54.13	50.28	3.85	13.67	28.16	29	28.67
T-14	37.53	56.11	51.96	4.15	14.43	28.76	24	28.62
T-16	36.72	54.09	50.05	4.04	13.33	30.31	17	28.93
								28.87

Fuente: Propia

c) Análisis de la prueba

Mediante el ensayo de límite líquido se logra determinar que las arcillas y las dosificaciones planteadas tienen valores menores de 50%.

Los límites líquidos determinados ordenados de mayor a menor para las arcillas es como sigue: arcilla de Piñipampa 45.64%; arcilla de Querarpata 39.99% y San Jerónimo 34.89%.

Los límites líquidos determinados para las dosificaciones planteadas son:

- 90% de arcilla de Piñipampa + 10% de arena fina 38.13%; 90% de arcilla de Querarpata + 10% de arena fina 35.37% y 90% de arcilla de San Jerónimo + 10% de arena fina 30.94%.
- 70% de arcilla de Piñipampa + 30% de arena fina 33.09%; 70% de arcilla de Querarpata + 30% de arena fina 30.04% y 70% de arcilla de San Jerónimo + 30% de arena fina 28.04%.
- 40% de arcilla de Piñipampa + 30% de arcilla de San Jerónimo + 30% de arena fina 29.79% y 40% de arcilla de Querarpata + 30% de arcilla de San Jerónimo + 30% de arena fina 28.87%.

3.6.4.2. Ensayo de límite plástico e Índice de plasticidad.

a) Procesamiento o cálculo de la prueba

El límite plástico de los suelos (arcillas de: Piñipampa, Querarpata y San Jerónimo) utilizados en la elaboración de tejas cerámicas, y de las dosificaciones siguientes:

- 90% de cada una de las arcillas con 10% de arena fina.
- 70% de cada una de las arcillas con 30% de arena fina.
- 40% de arcillas locales + 30% de arcilla de San Jerónimo + 30% de arena fina.

Se determina del resultado del contenido de humedad de los ensayos realizados en laboratorio.

El índice de plasticidad (IP) se determina restando del valor del límite líquido el valor del límite plástico según la fórmula: $IP = WL - WP$

Dónde: WL: límite líquido (%)

WP: límite plástico (%)

b) Diagramas, tablas

Tabla 140: Determinación de límite plástico de la arcilla de Piñipampa.

Recipiente N°	Peso del recipiente (g)	Peso del recipiente + peso del suelo húmedo (g)	Peso del recipiente + peso del suelo seco (g)	Peso del agua (Ww) (g)	Peso del suelo seco (Ws) (g)	Contenido de humedad (WN) (%)	Límite Plástico (WP) (%)
T-10	37.2	51.80	49.21	2.59	12.01	21.57	21.57
Índice de Plasticidad (IP)				24.07			

Fuente: Propia

Tabla 141: Determinación de límite plástico de la arcilla de Querarapata.

Recipiente N°	Peso del recipiente (g)	Peso del recipiente + peso del suelo húmedo (g)	Peso del recipiente + peso del suelo seco (g)	Peso del agua (Ww) (g)	Peso del suelo seco (Ws) (g)	Contenido de humedad (WN) (%)	Límite Plástico (WP) (%)
T-17	37.77	57.29	54.07	3.22	16.30	19.75	19.75
Índice de Plasticidad (IP)				20.24			

Fuente: Propia

Tabla 142: Determinación de límite plástico de la arcilla de San Jerónimo.

Recipiente N°	Peso del recipiente (g)	Peso del recipiente + peso del suelo húmedo (g)	Peso del recipiente + peso del suelo seco (g)	Peso del agua (Ww) (g)	Peso del suelo seco (Ws) (g)	Contenido de humedad (WN) (%)	Límite Plástico (WP) (%)
T-5	37.03	52.92	50.30	2.62	13.27	19.74	19.74
Índice de Plasticidad (IP)				15.15			

Fuente: Propia

Tabla 143: Determinación de límite plástico de la dosificación 90% arcilla de Piñipampa con 10% arena fina.

Recipiente N°	Peso del recipiente (g)	Peso del recipiente + peso del suelo húmedo (g)	Peso del recipiente + peso del suelo seco (g)	Peso del agua (Ww) (g)	Peso del suelo seco (Ws) (g)	Contenido de humedad (WN) (%)	Límite Plástico (WP) (%)
T-16	36.2	61.10	56.90	4.20	20.70	20.29	20.29
Índice de Plasticidad (IP)				17.84			

Fuente: Propia

Tabla 144: Determinación de límite plástico de la dosificación 90% arcilla de Querarapata con 10% arena fina.

Recipiente N°	Peso del recipiente (g)	Peso del recipiente + peso del suelo húmedo (g)	Peso del recipiente + peso del suelo seco (g)	Peso del agua (Ww) (g)	Peso del suelo seco (Ws) (g)	Contenido de humedad (WN) (%)	Límite Plástico (WP) (%)
T-15	36.1	56.30	53.40	2.90	17.30	16.76	16.76
Índice de Plasticidad (IP)				18.61			

Fuente: Propia

Tabla 145: Determinación de límite plástico de la dosificación 90% arcilla de San Jerónimo con 10% arena fina.

Recipiente N°	Peso del recipiente (g)	Peso del recipiente + peso del suelo húmedo (g)	Peso del recipiente + peso del suelo seco (g)	Peso del agua (Ww) (g)	Peso del suelo seco (Ws) (g)	Contenido de humedad (WN) (%)	Límite Plástico (WP) (%)
T-17	37.2	65.40	61.00	4.40	23.80	18.49	18.49
Índice de Plasticidad (IP)				12.45			

Fuente: Propia

Tabla 146: Determinación de límite plástico de la dosificación 70% arcilla de Piñipampa con 30% arena fina.

Recipiente N°	Peso del recipiente (g)	Peso del recipiente + peso del suelo húmedo (g)	Peso del recipiente + peso del suelo seco (g)	Peso del agua (Ww) (g)	Peso del suelo seco (Ws) (g)	Contenido de humedad (WN) (%)	Límite Plástico (WP) (%)
T-13	37.61	52.11	49.94	2.17	12.33	17.60	17.60
Índice de Plasticidad (IP)				15.49			

Fuente: Propia

Tabla 147: Determinación de límite plástico de la dosificación 70% arcilla de Querarpatata con 30% arena fina.

Recipiente N°	Peso del recipiente (g)	Peso del recipiente + peso del suelo humedo (g)	Peso del recipiente + peso del suelo seco (g)	Peso del agua (Ww) (g)	Peso del suelo seco (Ws) (g)	Contenido de humedad (WN) (%)	Límite Plástico (WP) (%)
T-14	37.52	66.08	62.20	3.88	24.68	15.72	15.72
Índice de Plasticidad (IP)				14.32			

Fuente: Propia

Tabla 148: Determinación de límite plástico de la dosificación 70% arcilla de San Jerónimo con 30% arena fina.

Recipiente N°	Peso del recipiente (g)	Peso del recipiente + peso del suelo humedo (g)	Peso del recipiente + peso del suelo seco (g)	Peso del agua (Ww) (g)	Peso del suelo seco (Ws) (g)	Contenido de humedad (WN) (%)	Límite Plástico (WP) (%)
T-15	36.6	71.26	66.23	5.03	29.63	16.98	16.98
Índice de Plasticidad (IP)				11.07			

Tabla 149: Determinación de límite plástico de la dosificación 40% arcilla de Piñipampa + 30% arcilla de San Jerónimo con 30% arena fina.

Recipiente N°	Peso del recipiente (g)	Peso del recipiente + peso del suelo humedo (g)	Peso del recipiente + peso del suelo seco (g)	Peso del agua (Ww) (g)	Peso del suelo seco (Ws) (g)	Contenido de humedad (WN) (%)	Límite Plástico (WP) (%)
T-20	37.7	81.15	74.75	6.40	37.05	17.27	17.27
Índice de Plasticidad (IP)				12.51			

Tabla 150: Determinación de límite plástico de la dosificación 40% arcilla de Querarpatata + 30% arcilla de San Jerónimo con 30% arena fina.

Recipiente N°	Peso del recipiente (g)	Peso del recipiente + peso del suelo humedo (g)	Peso del recipiente + peso del suelo seco (g)	Peso del agua (Ww) (g)	Peso del suelo seco (Ws) (g)	Contenido de humedad (WN) (%)	Límite Plástico (WP) (%)
T-18	16.28	43.85	39.90	3.95	23.62	16.72	16.72
Índice de Plasticidad (IP)				12.14			

Fuente: Propia

c) Análisis de la prueba

Mediante el ensayo de límite plástico se logra determinar que las arcillas y las dosificaciones planteadas tienen los valores siguientes:

- Para las arcillas: arcilla de Piñipampa 21.57%; arcilla de Querarpatata 19.75% y San Jerónimo 19.74%.
- Para las dosificaciones planteadas son:
 - 90% de arcilla de Piñipampa + 10% de arena fina 20.29%; 90% de arcilla de Querarpatata + 10% de arena fina 16.76% y 90% de arcilla de San Jerónimo + 10% de arena fina 18.49%.



- 70% de arcilla de Piñipampa + 30% de arena fina 17.60%; 70% de arcilla de Querarpatata + 30% de arena fina 15.72% y 70% de arcilla de San Jerónimo + 30% de arena fina 16.98%.
- 40% de arcilla de Piñipampa + 30% de arcilla de San Jerónimo +30% de arena fina 17.27% y 40% de arcilla de Querarpatata + 30% de arcilla de San Jerónimo + 30% de arena fina 16.72%.

Los índices de plasticidad (IP) encontrados son.

- Para las arcillas: arcilla de Piñipampa 24.07%; arcilla de Querarpatata 20.24% y San Jerónimo 15.15%.
- Para las dosificaciones planteadas son:
 - 90% de arcilla de Piñipampa + 10% de arena fina 17.84%; 90% de arcilla de Querarpatata + 10% de arena fina 18.61% y 90% de arcilla de San Jerónimo + 10% de arena fina 12.45%.
 - 70% de arcilla de Piñipampa + 30% de arena fina 15.49%; 70% de arcilla de Querarpatata + 30% de arena fina 14.32% y 70% de arcilla de San Jerónimo + 30% de arena fina 11.07%.
 - 40% de arcilla de Piñipampa + 30% de arcilla de San Jerónimo +30% de arena fina 12.51% y 40% de arcilla de Querarpatata + 30% de arcilla de San Jerónimo + 30% de arena fina 12.14%.

De los resultados encontrados para los valores de índice de plasticidad se observa que las arcillas de Piñipampa, Querarpatata y San Jerónimo clasifican como suelos altamente plásticos, según clasificación de suelos plásticos propuesto por Atterberg.

Las dosificaciones de la arcilla de Piñipampa con 10% de arena fina; arcilla de Querarpatata con 10% de arena fina y 70% arcilla de Piñipampa con 30% de arena fina clasifican como suelos altamente plásticos, según la clasificación de suelos plásticos propuesto por Atterberg. Sin embargo la dosificación de la arcilla de San Jerónimo con 10% de arena fina clasifica como suelo medianamente plástico, según la clasificación de suelos plásticos propuesto por Atterberg.

Las demás dosificaciones planteadas clasifican como suelos medianamente plásticos, según la clasificación de suelos plásticos propuesto por Atterberg. Quiere decir que tienen índices de plasticidad que se encuentran en el intervalo $7 < IP < 15$.

3.6.4.3. *Ensayo de granulometría por tamizado de las arcillas luego del proceso de trituración.*

a) **Procesamiento o cálculo de la prueba**

Se calcula el porcentaje retenido en cada tamiz dividiendo el peso retenido en cada uno de ellos con el peso de la muestra original. Asimismo el porcentaje que pasa por cada tamiz.

b) **Diagramas, tablas**

Tabla 151: Proceso de cálculo de la granulometría de la arcilla de Piñipampa después del proceso de trituración.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE ARCILLA					
N° Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Peso Retenido (%)	Σ % Peso Retenido (%)	% que Pasa (%)
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	86.10	5.74	5.74	94.26
30	0.600	677.90	45.19	50.93	49.07
40	0.425	169.20	11.28	62.21	37.79
50	0.300	145.30	9.69	71.90	28.10
100	0.150	185.60	12.37	84.27	15.73
200	0.075	118.60	7.91	92.18	7.82
FONDO		117.20			
TOTAL		1499.90			

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA	
Peso de Recipiente de Humedad	37.30 g
Peso de Recipiente + Muestra Húmeda	149.60 g
Peso de Recipiente + Muestra Seca	144.30 g
Contenido de Humedad	4.95 %
Peso Inicial de la Muestra Seca	1500.00 g
Error	0.01 %

Fuente: Propia



Figura 60: Gráfica de la curva granulométrica de la arcilla de Piñipampa después del proceso de trituración.

Fuente: Propia del autor.

Tabla 152: Proceso de cálculo de la granulometría de la arcilla de Querarpata después del proceso de trituración.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE ARCILLA					
N° Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Peso Retenido (%)	Σ % Peso Retenido (%)	% que Pasa (%)
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	99.30	6.62	6.62	93.38
30	0.600	630.00	42.00	48.62	51.38
40	0.425	170.50	11.37	59.99	40.01
50	0.300	146.20	9.75	69.73	30.27
100	0.150	182.40	12.16	81.89	18.11
200	0.075	110.80	7.39	89.28	10.72
FONDO		160.30			
TOTAL		1499.50			

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA	
Peso de Recipiente de Humedad	36.30 g
Peso de Recipiente + Muestra Húmeda	145.30 g
Peso de Recipiente + Muestra Seca	139.70 g
Contenido de Humedad	5.42 %
Peso Inicial de la Muestra Seca	1500.00 g
Error	0.03 %

Fuente: Propia

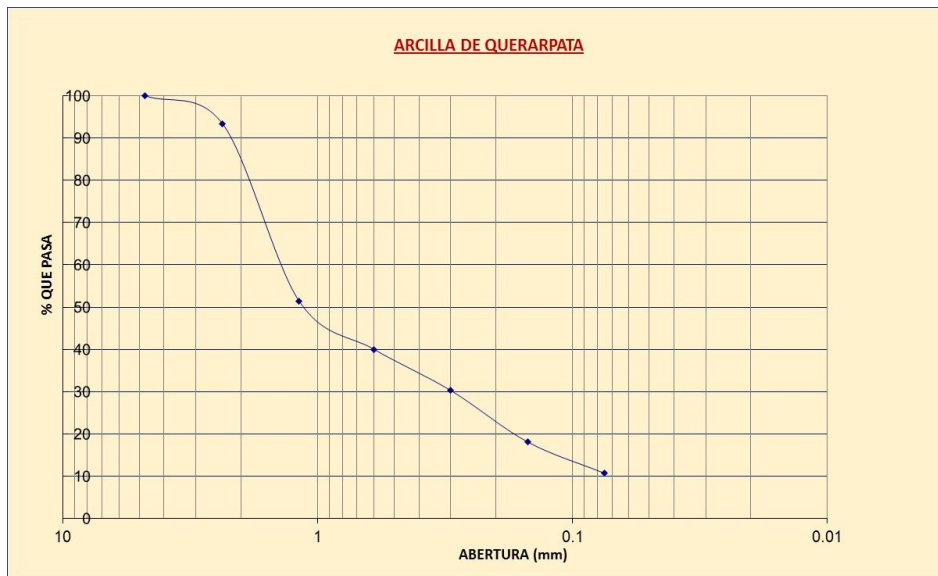


Figura 61: Gráfica de la curva granulométrica de la arcilla de Querarpata después del proceso de trituración.

Fuente: Propia del autor.

Tabla 153: Proceso de cálculo de la granulometría de la arcilla de San Jerónimo después del proceso de trituración.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE ARCILLA					
Nº Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Peso Retenido (%)	Σ % Peso Retenido (%)	% que Pasa (%)
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	86.90	5.79	5.79	94.21
30	0.600	505.30	33.69	39.48	60.52
40	0.425	124.10	8.27	47.75	52.25
50	0.300	97.10	6.47	54.23	45.77
100	0.150	133.20	8.88	63.11	36.89
200	0.075	250.00	16.67	79.77	20.23
FONDO		303.20			
TOTAL		1499.80			

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA	
Peso de Recipiente de Humedad	37.40 g
Peso de Recipiente + Muestra Húmeda	137.20 g
Peso de Recipiente + Muestra Seca	132.10 g
Contenido de Humedad	5.39 %
Peso Inicial de la Muestra Seca	1500.00 g
Error	0.01 %

Fuente: Propia

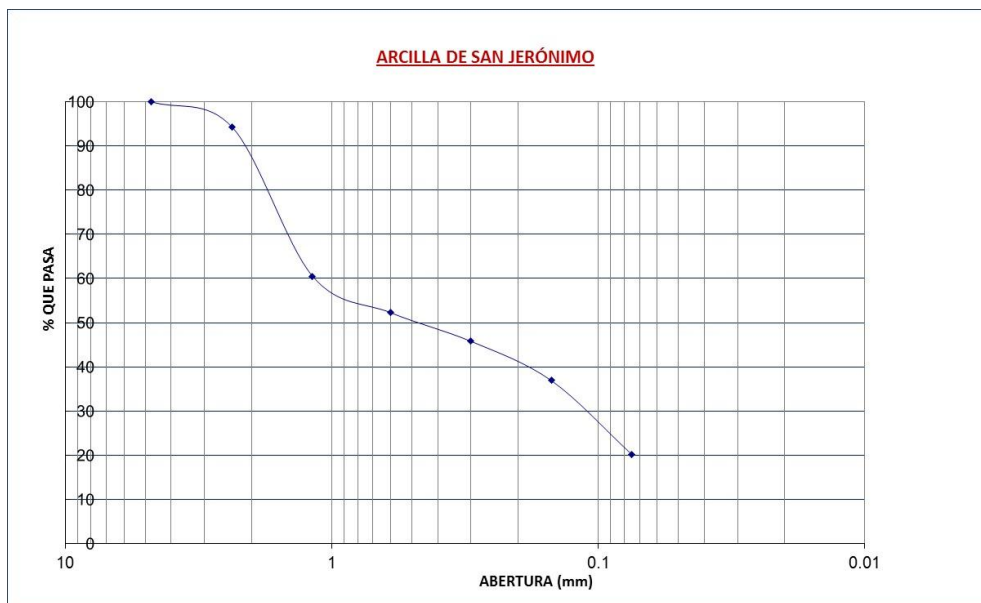


Figura 62: Gráfica de la curva granulométrica de la arcilla de San Jerónimo después del proceso de trituración.

Fuente: Propia del autor.

Tabla 154: Proceso de cálculo de la granulometría de la arena fina de Piñipampa después del proceso de trituración.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE ARENA FINA					
N° Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Peso Retenido (%)	Σ % Peso Retenido (%)	% que Pasa (%)
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	4.02	0.24	0.24	99.76
30	0.600	113.64	6.68	6.92	93.08
40	0.425	107.84	6.34	13.26	86.74
50	0.300	115.52	6.80	20.06	79.94
100	0.150	710.77	41.81	61.87	38.13
200	0.075	495.78	29.16	91.03	8.97
FONDO		152.36			
TOTAL		1699.93			

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA	
Peso de Recipiente de Humedad	37.72 g
Peso de Recipiente + Muestra Húmeda	130.28 g
Peso de Recipiente + Muestra Seca	129.13 g
Contenido de Humedad	1.26 %
Peso Inicial de la Muestra Seca	1700.00 g
Error	0.004 %

Fuente: Propia

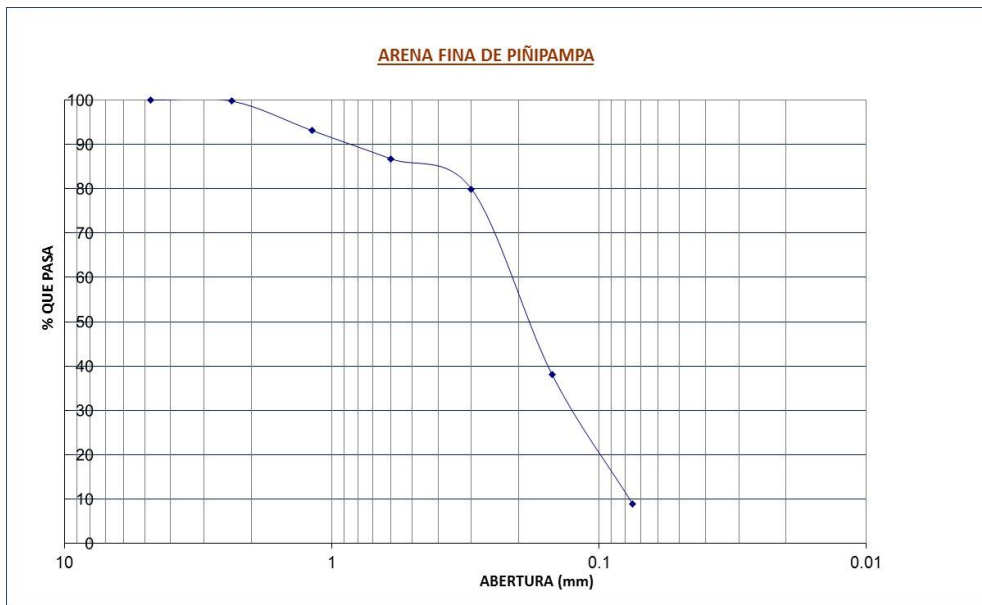


Figura 63: Gráfica de la curva granulométrica de la arena fina de Piñipampa después del proceso de trituración.

Fuente: Propia del autor.



c) Análisis de la prueba

Mediante el ensayo de análisis granulométrico de las muestras de arcilla y arena fina triturada en molinos de martillos se determina que existe partículas de arcilla y arena retenidas en la malla N° 10 (2 mm de abertura) en las siguientes proporciones:

- Arcilla de Piñipampa un 5.74%.
- Arcilla de Querarpata un 6.62%.
- Arcilla de San Jerónimo un 5.79%.
- Arena fina de Piñipampa un 0.24%.

3.6.4.4. *Ensayo de análisis de granulometría por tamizado de las arcillas para clasificación de suelos.*

a) **Procesamiento o cálculo de la prueba**

Se calcula el porcentaje retenido en cada tamiz dividiendo el peso retenido en cada uno de ellos con el peso de la muestra original. Asimismo el porcentaje que pasa por cada tamiz.

b) **Diagramas, tablas**

Tabla 155: Proceso de cálculo de la granulometría de la arcilla de Piñipampa para clasificación de suelos.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE ARCILLA					
N° Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Peso Retenido (%)	Σ % Peso Retenido (%)	% que Pasa (%)
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.36	0.27	0.05	0.05	99.95
16	1.18	1.36	0.27	0.33	99.67
30	0.60	1.34	0.27	0.59	99.41
50	0.30	3.08	0.62	1.21	98.79
100	0.15	8.45	1.69	2.90	97.10
200	0.075	21.91	4.38	7.28	92.72
FONDO		10.80			
TOTAL		47.21			

DATOS DE LA MUESTRA	
Peso Inicial de la Muestra Seca	500.00 g
Peso de la Muestra Después de Lavado	47.23 g
Perdida por Lavado en Tamiz N° 200	452.77 g
Error	0.04 %

Fuente: Propia

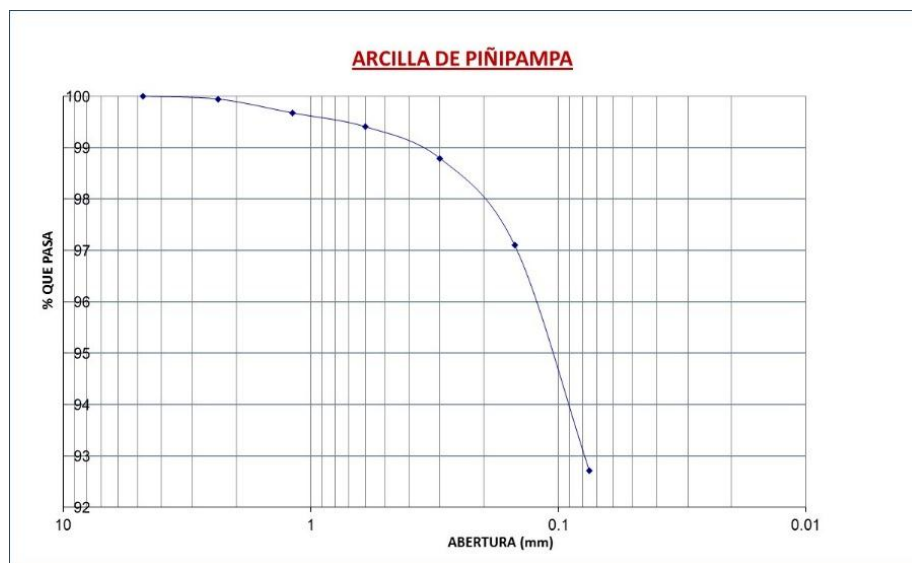


Figura 64: Gráfica de la curva granulométrica de la arcilla de Piñipampa.

Fuente: Propia del autor.

Tabla 156: Proceso de cálculo de la granulometría de la arcilla de Querarpatá para clasificación de suelos.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE ARCILLA					
N° Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Peso Retenido (%)	Σ % Peso Retenido (%)	% que Pasa (%)
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.36	0.08	0.02	0.02	99.98
16	1.18	0.13	0.03	0.04	99.96
30	0.60	0.26	0.05	0.09	99.91
50	0.30	0.92	0.18	0.28	99.72
100	0.15	4.52	0.90	1.18	98.82
200	0.075	15.69	3.14	4.32	95.68
FONDO		12.16			
TOTAL		33.76			

DATOS DE LA MUESTRA	
Peso Inicial de la Muestra Seca	500.00 g
Peso de la Muestra Después de Lavado	33.78 g
Perdida por Lavado en Tamiz N° 200	466.22 g
Error	0.06 %

Fuente: Propia

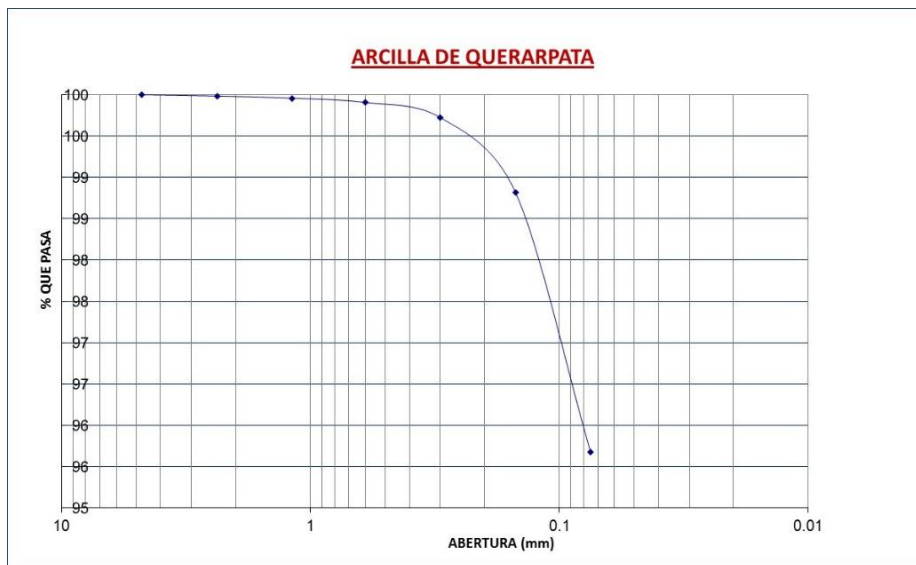


Figura 65: Gráfica de la curva granulométrica de la arcilla de Querarpatá.

Fuente: Propia del autor.

Tabla 157: Proceso de cálculo de la granulometría de la arcilla de San Jerónimo para clasificación de suelos.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE ARCILLA					
N° Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Peso Retenido (%)	Σ % Peso Retenido (%)	% que Pasa (%)
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.36	0.23	0.05	0.05	99.95
16	1.18	1.01	0.20	0.25	99.75
30	0.60	1.50	0.30	0.55	99.45
50	0.30	3.05	0.61	1.16	98.84
100	0.15	6.81	1.36	2.52	97.48
200	0.075	18.60	3.72	6.24	93.76
FONDO		7.72			
TOTAL		38.92			

DATOS DE LA MUESTRA	
Peso Inicial de la Muestra Seca	500.00 g
Peso de la Muestra Después de Lavado	38.95 g
Perdida por Lavado en Tamiz N° 200	461.05 g
Error	0.08 %

Fuente: Propia



Figura 66: Gráfica de la curva granulométrica de la arcilla de Querarpata.

Fuente: Propia del autor

Clasificación de los suelos (arcillas) utilizados en la manufactura de tejas cerámicas según método AASHTO

Arcilla de la cantera de Piñipampa:

Tabla 158: Clasificación del suelo (arcilla) de Piñipampa según método AASHTO.

Datos de entrada	AASHTO
Porcentaje que pasa la malla N° 200 = 92.72%	92.72% > 35%
Límite Líquido = 45.64%	45.64% ≥ 41%
Índice Plástico = 24.07%	24.07 ≥ 11%

Fuente: Propia

Tabla 159: Procesamiento de datos para arcilla de Piñipampa según método AASHTO.

Clasificación General	Materiales Granulares (35% o menos del total pasa el tamiz N° 200)						Materiales limo – arcilloso (más del 35% del total pasa el tamiz N° 200)				
	A – 1		A – 3	A – 2				A – 4	A – 5	A – 6	A – 7
Clasificación de Grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
Porcentaje de material que pasa el tamiz N° 10 (2 mm) N° 40 (.425 mm) N° 200 (.075 mm)	50 máx 30 máx 15 máx	50 máx 25 máx	50 mín 10 mín	35 máx				36 mín			
Características de la fracción que pasa el tamiz N° 40 Límite Líquido Índice Plasticidad	6 máx		NP (1)	40 máx 10 máx	40 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín 11 mín	40 máx 10 máx	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	(2) 41 mín 11 mín
Constituyentes principales	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limosa o arcillosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Características como subgrado	Excelente a bueno						Pobre a malo				
(1)	No plástico										
(2)	El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor al LL menos 30 El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor al LL menos 30										

Fuente: (Braja, 2001)

Índice de Grupo (IG)

Se aplica la formula siguiente y se obtiene:

$$IG = (F-35) * [0.2 + 0.005 * (LL-40)] + 0.01 * (F-15) * (IP-10)$$

$$IG = (92.72-35) * [0.2 + 0.005 * (45.64-40)] + 0.01 * (92.72-15) * (24.07-10)$$

$$IG = 24$$

Subgrupo (A-7-6)

$$IP \geq LL - 30; 24.07 \geq 45.64 - 30; 24.07 \geq 15.64$$

Clasificación de la arcilla de Piñipampa según método AASHTO:

Suelo arcilloso; marrón oscuro, A-7-6 (24)

Arcilla de la cantera de Querarpata:

Tabla 160: Clasificación del suelo (arcilla) de Querarpata según método AASHTO.

Datos de entrada	AASHTO
Porcentaje que pasa la malla N° 200 = 95.68%	92.72% > 35%
Límite Líquido = 39.99%	39.99% ≤ 40%
Índice Plástico = 20.24%	24.07 ≥ 11%

Fuente: Propia

Tabla 161: Procesamiento de datos para arcilla de Querarpata según método AASHTO.

Clasificación General	Materiales Granulares (35% o menos del total pasa el tamiz N° 200)						Materiales limo – arcilloso (más del 35% del total pasa el tamiz N° 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Clasificación de Grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Porcentaje de material que pasa el tamiz N° 10 (2 mm) N° 40 (.425 mm) N° 200 (.075 mm)	50 máx 30 máx 15 máx	50 máx 25 máx	50 mín 10 máx	35 máx				36 mín			
Características de la fracción que pasa el tamiz N° 40 Límite Líquido Índice Plasticidad	6 máx		NP (1)	40 máx 10 máx	40 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín 11 mín	40 máx 10 máx	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	(2) 41 mín 11 mín
Constituyentes principales	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limosa o arcillosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Características como subgrado	Excelente a bueno						Pobre a malo				
(1)	No plástico										
(2)	El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor al LL menos 30 El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor al LL menos 30										

Fuente: (Braja, 2001)

Índice de Grupo (IG)

Se aplica la formula siguiente y se obtiene:

$$IG = (F-35) * [0.2 + 0.005 * (LL-40)] + 0.01 * (F-15) * (IP-10)$$

$$IG = (95.68-35) * [0.2 + 0.005 * (39.99-40)] + 0.01 * (95.68-15) * (20.24-10)$$

$$IG = 20$$

Clasificación de la arcilla de Querarpata según método AASHTO:

Suelo arcilloso; marrón claro, A-6 (20)

Arcilla de la cantera de San Jerónimo:

Tabla 162: Clasificación de suelo (arcilla) de San Jerónimo según método AASHTO.

Datos de entrada	AASHTO
Porcentaje que pasa la malla N° 200 = 93.76%	93.76% > 35%
Límite Líquido = 34.89%	34.89% ≤ 40%
Índice Plástico = 15.15%	15.15 ≥ 11%

Fuente: Propia

Tabla 163: Procesamiento de datos para arcilla de San Jerónimo según método AASHTO.

Clasificación General	Materiales Granulares (35% o menos del total pasa el tamiz N° 200)						Materiales limo – arcilloso (más del 35% del total pasa el tamiz N° 200)				
	A – 1		A – 3	A – 2				A – 4	A – 5	A – 6	A-7 A-7-5 A-7-6
Clasificación de Grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Porcentaje de material que pasa el tamiz N° 10 (2 mm) N° 40 (.425 mm) N° 200 (.075 mm)	50 máx 30 máx 15 máx	50 máx 25 máx	50 mín 10 máx	35 máx				36 mín			
Características de la fracción que pasa el tamiz N° 40 Límite Líquido Índice Plasticidad	6 máx		NP (1)	40 máx 10 máx	40 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín 11 mín	40 máx 10 máx	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	(2) 41 mín 11 mín
Constituyentes principales	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limosa o arcillosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Características como subgrado	Excelente a bueno						Pobre a malo				
(1)	No plástico										
(2)	El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor al LL menos 30 El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor al LL menos 30										

Fuente: (Bowles, 1981).

Índice de Grupo (IG)

Se aplica la formula siguiente y se obtiene:

$$IG = (F-35)*[0.2+0.005*(LL-40)]+0.01*(F-15)*(IP-10)$$

$$IG = (93.76-35)*[0.2+0.005*(34.89-40)]+0.01*(93.76-15)*(15.15-10)$$

$$IG = 14$$

Clasificación de la arcilla de San Jerónimo según método AASHTO:

Suelo arcilloso; marrón claro, A-6 (14)

Clasificación de suelos (arcillas) utilizados en la manufactura de tejas cerámicas según método SUCS

Arcilla de la cantera de Piñipampa

Tabla 164: Clasificación de suelo (arcilla) de Piñipampa según método SUCS.

DATOS DE ENTRADA	SUCS
Porcentaje que pasa la malla N° 200 = 92.72%	92.72% > 50%
Límite Líquido = 45.64%	45.64% < 50%
Índice Plástico = 24.07%	24.07%

Fuente: Propia

Tabla 165: Procesamiento de datos para arcilla de Piñipampa según método SUCS.

Suelos de grano fino (más del 50% del material pasa el tamiz No. 200)	Limos y arcillas (límite líquido $U_L < 50$)	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad.
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras.
		OL	Limos orgánicos, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad
	Limo y arcillas (límite líquido > 50)	MH	Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos micáceos o diatomáceos, <u>suelos elásticos</u>
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos

Fuente: (Bowles, 1981).

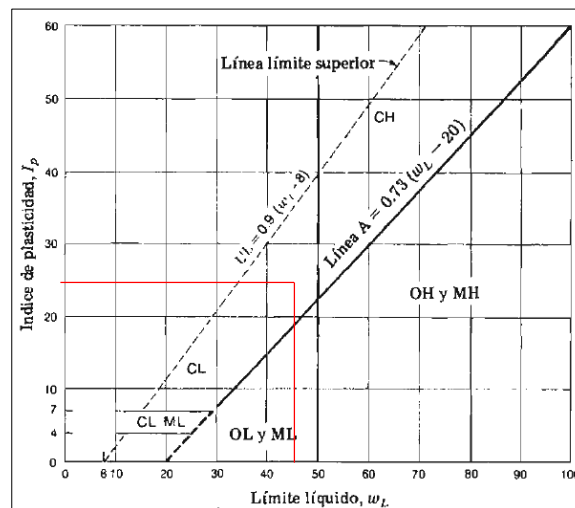


Figura 67: Procesamiento de datos para arcilla de Piñipampa método SUCS.

Fuente: (Bowles, 1981).

Clasificación de la arcilla de Piñipampa según método SUCS:

- Arcilla inorgánica; marrón oscuro; CL

Arcilla de la cantera de Querarpatata

Tabla 166: Clasificación de suelo (arcilla) de Querarpatata según método SUCS.

DATOS DE ENTRADA	SUCS
Porcentaje que pasa la malla N° 200 = 95.68%	95.68% > 50%
Límite Líquido = 39.99%	39.99% < 50%
Índice Plástico = 20.24%	20.24%

Fuente: Propia

Tabla 167: Procesamiento de datos para arcilla de Querarpatata según método SUCS.

Suelos de grano fino (más del 90% del material pasa el tamiz No. 200)	Limos y arcillas (límite líquido $w_L < 50$)	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad.
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras.
		OL	Limos orgánicos, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad
	Limo y arcillas (límite líquido > 50)	MH	Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos micáceos o diatomáceos, suelos elásticos
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos

Fuente: (Bowles, 1981).

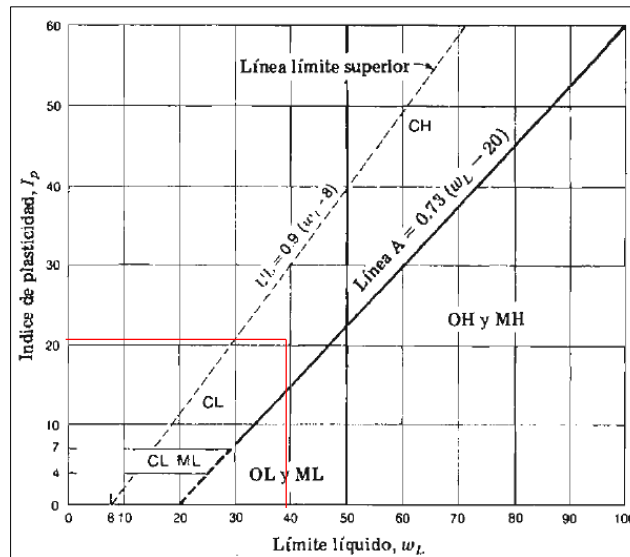


Figura 68: Procesamiento de datos para arcilla de Querarpatata método SUCS.

Fuente: (Bowles, 1981).

Clasificación de la arcilla de Querarpatata según método SUCS:

- Arcilla inorgánica; marrón claro; CL

Arcilla de la cantera de San Jerónimo

Tabla 168: Clasificación del suelo (arcilla) de San Jerónimo según método SUCS.

DATOS DE ENTRADA	SUCS
Porcentaje que pasa la malla N° 200 = 93.76%	93.76% > 50%
Límite Líquido = 34.89%	34.89% < 50%
Índice Plástico = 15.15%	15.15%

Fuente: Propia

Tabla 169: Procesamiento de datos para arcilla de San Jerónimo según método SUCS.

Suelos de grano fino (más del 90% del material pasa el tamiz No. 200)	Limos y arcillas (límite líquido $U_L < 50$)	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad.
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras.
		OL	Limos orgánicos, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad
	Limo y arcillas (límite líquido > 50)	MH	Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos micáceos o diatomáceos, suelos elásticos
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos

Fuente: (Bowles, 1981).

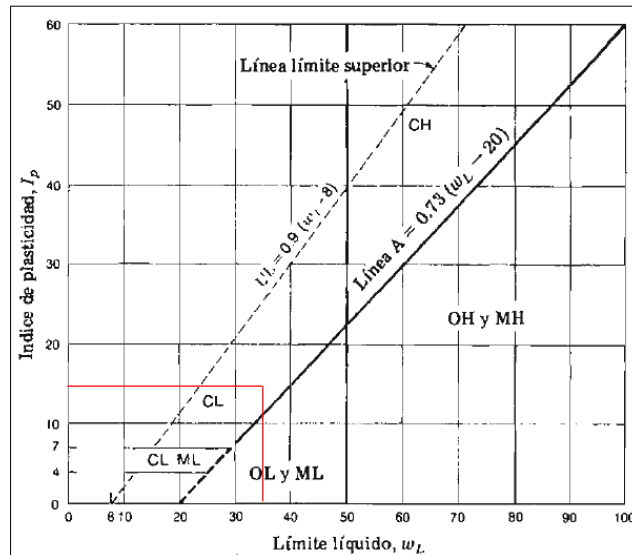


Figura 69: Procesamiento de datos para arcilla de San Jerónimo método SUCS.

Fuente: (Bowles, 1981).

Clasificación de la arcilla de San Jerónimo según método SUCS:

- Arcilla inorgánica; marrón claro; CL

**c) Análisis de la prueba**

Mediante el ensayo de análisis granulométrico de las muestras de arcilla para clasificación de suelos se aprecia que los tres suelos son arcillas de alta plasticidad según clasificación de suelos plásticos propuesto por Atterberg.

Tabla 170: Resumen de clasificación de los suelos utilizados en la manufactura de tejas cerámicas de Piñipampa.

Suelo o arcilla	Metodología SUCS		Metodología AASHTO	
	SUCS	Descripción	AASHTO	Descripción
Piñipampa	CL	Arcilla inorgánica; marrón oscuro	A-7-6 (24)	Suelo arcilloso; marrón oscuro
Querarpata	CL	Arcilla inorgánica; marrón claro	A-6 (20)	Suelo arcilloso; marrón claro
San Jerónimo	CL	Arcilla inorgánica; marrón claro	A-6 (14)	Suelo arcilloso; marrón claro

Fuente: Propia

Capítulo IV: Resultados

4.1. Resultados de encuesta respecto a la dosificación de materias primas

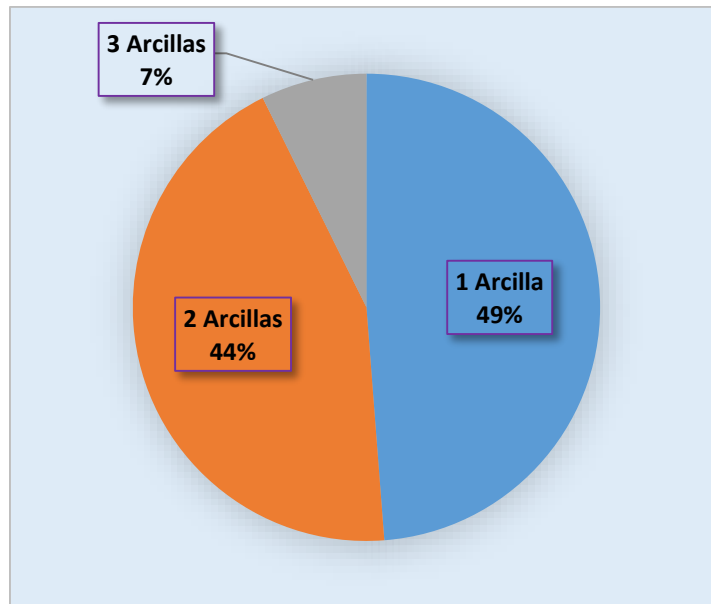


Figura 70: Número de arcillas utilizadas en la manufactura de tejas cerámicas de Piñipampa, noviembre 2018.

Fuente: Propia del autor.

4.1.1. Dosificación típica de materias primas en la manufactura de las tejas cerámicas artesanales.

Tabla 171: Dosificación típica con 1 arcilla.

Dosificación típica		
Arcilla 1	Arena fina	Agua
83.3% - 76.9%	23.1% - 16.7%	30%

Fuente: Propia

Tabla 172: Dosificación típica con 2 arcillas.

Dosificación típica			
Arcilla 1	Arcilla 2	Arena fina	Agua
63.2% - 21.4%	57.1% - 26.3%	23.1% - 9.1%	30%

Fuente: Propia

Tabla 173: Dosificación típica con 3 arcillas.

Dosificación típica				
Arcilla 1	Arcilla 2	Arcilla 3	Arena fina	Agua
13.6%	22.7%	45.5%	18.2%	30%

Fuente: Propia

4.1.2. Dosificación típica de materias primas en la manufactura de las tejas cerámicas mecanizadas.

Tabla 174: Dosificación típica con 1 arcilla.

Dosificación típica		
Arcilla 1	Arena fina	Agua
91.7% - 71.4%	28.6% - 8.3%	20% - 25%

Fuente: Propia

Tabla 175: Dosificación típica con 2 arcillas.

Dosificación típica			
Arcilla 1	Arcilla 2	Arena fina	Agua
60.0% - 17.2%	69.0% - 30.0%	33.3% - 9.1%	20% - 25%

Fuente: Propia

Tabla 176: Dosificación típica con 3 arcillas.

Dosificación típica				
Arcilla 1	Arcilla 2	Arcilla 3	Arena fina	Agua
50% - 40%	20.0% - 14.3%	21.4% 20.0%	20.0% - 14.3%	20% - 25%

Fuente: Propia

4.2. Resultados de ensayos de propiedades físicas

4.2.1. Resultados de ensayos de variabilidad dimensional.

4.2.1.1. Resultado de ensayos de variabilidad dimensional de teja cerámica artesanal.

Tabla 177: Variabilidad dimensional de la teja cerámica artesanal de Piñipampa y determinación de su magnitud.

Muestra	Longitud o largo		Ancho Mayor		Ancho Menor (cm)	Flecha Mayor		Flecha Menor (cm)	Espesor	
	(cm)	V(%)	(cm)	V(%)		(cm)	V(%)		(cm)	V(%)
A1	42.16	4.18	18.62	15.36	16.42	4.54	24.33	3.52	1.00	0.00
A2	42.70	2.95	18.86	14.27	15.60	4.20	30.00	3.63	1.00	0.00
A3	42.00	4.55	18.30	16.82	15.62	4.50	25.00	3.92	1.07	7.00
A4	42.50	3.41	18.60	15.45	16.66	4.50	25.00	3.72	1.13	13.00
A5	42.04	4.45	19.40	11.82	15.84	3.82	36.33	3.75	1.10	10.00
A6	41.70	5.23	18.62	15.36	16.08	4.54	24.33	4.12	1.06	6.00
A7	41.40	5.91	18.40	16.36	15.54	4.53	24.58	3.64	1.14	14.20
A8	42.00	4.55	17.72	19.45	15.30	4.50	25.00	3.75	1.14	13.80
A9	41.10	6.59	18.60	15.45	15.86	4.20	30.00	3.78	1.06	5.75
A10	41.73	5.17	18.38	16.45	15.78	4.28	28.67	3.42	1.05	4.80
A11	42.32	3.82	18.84	14.36	16.06	3.90	35.00	3.30	1.08	8.40
A12	41.50	5.68	18.74	14.82	15.86	4.24	29.33	3.58	1.07	7.00
A13	41.80	5.00	17.76	19.27	15.08	4.18	30.42	3.54	1.17	17.20
A14	42.24	4.00	17.94	18.45	15.22	4.06	32.33	3.58	1.13	13.40
A15	42.78	2.77	18.48	16.00	15.12	4.18	30.33	3.70	1.00	0.00
A16	42.60	3.18	18.96	13.82	15.64	3.68	38.67	3.56	1.00	0.00
A17	41.78	5.05	18.64	15.27	15.50	4.36	27.33	3.74	1.13	13.20
A18	41.66	5.32	17.92	18.55	15.24	4.36	27.33	3.80	1.14	13.60
A19	41.62	5.41	18.40	16.36	15.72	3.94	34.33	3.72	1.15	15.40
A20	41.84	4.91	18.86	14.27	15.40	3.90	35.00	3.28	1.09	8.60
Promedio	41.97	4.61	18.50	15.90	15.68	4.22	29.67	3.65	1.09	8.57

Fuente: Propia

4.2.1.2. Resultado de ensayos de variabilidad dimensional de teja cerámica mecanizada.

Tabla 178: Variabilidad dimensional de la teja cerámica mecanizada de Piñipampa y determinación de su magnitud.

Muestra	Longitud o largo		Ancho Mayor		Ancho Menor	Flecha Mayor		Flecha Menor	Espesor	
	(cm)	V(%)	(cm)	V(%)		(cm)	V(%)		(cm)	V(%)
M1	42.50	3.41	18.58	15.55	16.08	4.84	19.33	3.90	1.00	0.00
M2	42.42	3.59	18.44	16.18	16.22	4.30	28.33	3.56	1.00	0.00
M3	42.18	4.14	18.50	15.91	15.28	4.18	30.33	3.64	1.05	5.00
M4	42.22	4.05	18.44	16.18	15.52	4.64	22.67	3.58	1.02	2.00
M5	42.04	4.45	18.42	16.27	16.02	3.90	35.00	3.52	1.05	5.00
M6	42.12	4.27	18.56	15.64	15.58	3.62	39.67	3.26	1.05	5.00
M7	42.38	3.68	19.16	12.91	16.20	4.48	25.33	3.48	1.28	28.20
M8	42.58	3.24	18.30	16.82	15.18	4.23	29.58	3.33	1.23	23.20
M9	42.20	4.09	17.96	18.36	15.24	4.10	31.67	3.00	1.04	4.25
M10	41.84	4.91	18.44	16.18	15.70	4.26	29.00	3.62	1.01	1.20
M11	41.58	5.50	18.20	17.27	15.50	4.80	20.00	4.04	1.00	0.00
M12	43.28	1.64	18.18	17.36	15.54	4.42	26.33	3.24	1.04	4.00
M13	42.80	2.73	17.74	19.36	15.48	4.84	19.33	3.48	1.00	0.00
M14	41.64	5.36	18.56	15.64	16.02	4.14	31.00	3.36	1.04	3.60
M15	43.00	2.27	18.88	14.18	16.06	3.90	35.00	2.75	1.05	4.60
M16	42.26	3.95	18.42	16.27	15.32	4.06	32.33	2.76	0.96	3.80
M17	42.02	4.50	18.52	15.82	15.66	4.16	30.67	3.62	1.03	3.00
M18	42.80	2.73	19.00	13.64	16.14	4.12	31.33	3.30	1.14	14.00
M19	41.86	4.86	18.10	17.73	15.24	4.44	26.00	3.44	1.00	0.00
M20	42.08	4.36	18.46	16.09	15.60	4.16	30.67	3.36	1.10	10.00
M21	41.98	4.59	18.20	17.27	15.08	3.72	38.00	3.30	1.00	0.00
Promedio	42.28	3.92	18.43	16.22	15.65	4.25	29.12	3.41	1.05	5.56

Fuente: Propia

Tabla 179: Dimensiones de las tejas cerámicas manufacturadas en Piñipampa.

Dimensiones	Teja Cerámica	
	Artisanal	Mecanizada
Largo (cm)	41.97	42.28
Ancho Mayor (cm)	18.50	18.43
Ancho Menor (cm)	15.68	15.65
Flecha Mayor (cm)	4.22	4.25
Flecha Menor (cm)	3.65	3.41
Espesor (cm)	1.09	1.05

Fuente: Propia

Tabla 180: Cuadro comparativo de la magnitud de variabilidad dimensional de las tejas cerámicas manufacturadas en Piñipampa.

Teja Cerámica	1. Largo	2. Ancho	3. Flecha	4. Espesor
Artisanal	4.6%	15.9%	29.7%	8.6%
Mecanizada	3.9%	16.2%	29.1%	5.6%

Fuente: Propia

Tabla 181: Cuadro comparativo de cumplimiento de norma INEN referente a la variabilidad dimensional de las tejas cerámicas manufacturadas en Piñipampa.

Muestras	Cumplen INEN 986			
	Largo y Espesor de Tejas		Ancho y Flecha de Tejas	
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
Teja Artesanal	3	15.0%	0	0.0%
Teja Mecanizada	5	23.8%	0	0.0%

Fuente: Propia

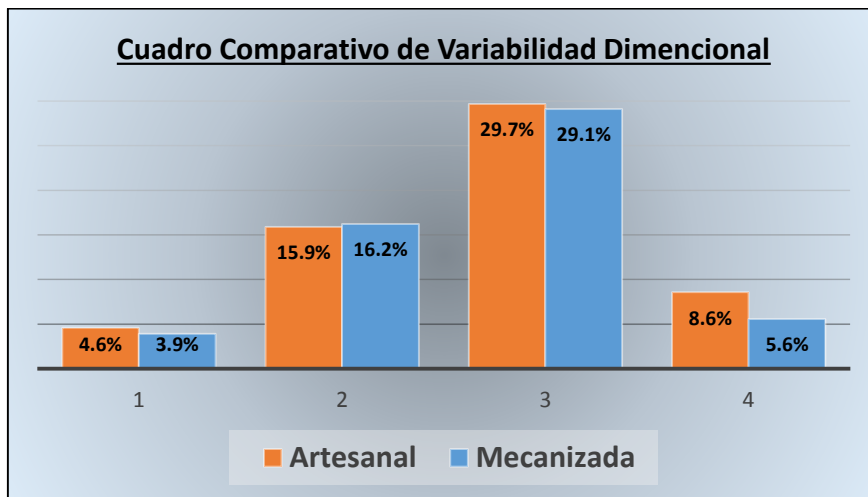


Figura 71: Cuadro comparativo de variabilidad dimensional de la teja cerámica manufacturada en Piñipampa.

Fuente: Propia del autor.

4.2.2. Resultados de ensayos de absorción de agua.

4.2.2.1. Resultado de ensayos de absorción de agua de las tejas cerámicas artesanales.

Tabla 182: Absorción de agua de las tejas cerámicas artesanales manufacturadas en Piñipampa.

Muestra	Media (%)	Desviación Estándar	Error Estándar de la Media	t	Intervalo de confianza (%)		Media Estadística
					Limite inferior	Limite superior	
A1	14.89	0.166096	0.074280	3.747	14.606922	15.163579	14.89
A2	16.23	0.239014	0.106890	3.747	15.828260	16.629294	16.23
A3	15.10	0.265314	0.118652	3.747	14.653871	15.543049	15.10
A4	14.69	0.208308	0.093158	3.747	14.337296	15.035422	14.69
A5	15.65	0.333456	0.149126	3.747	15.093427	16.210977	15.65
A6	15.95	2.522117	1.127925	3.747	11.721947	20.174618	15.95
A7	15.18	0.330165	0.147654	3.747	14.623743	15.730266	15.18
A8	13.20	0.131782	0.058935	3.747	12.983071	13.424729	13.20
A9	15.37	0.185113	0.082785	3.747	15.064793	15.685183	15.37
A10	16.26	0.628411	0.281034	3.747	15.202119	17.308189	16.26
A11	16.49	0.354989	0.158756	3.747	15.890462	17.080180	16.49
A12	14.88	0.303200	0.135595	3.747	14.374343	15.390492	14.88
A13	15.78	0.232129	0.103811	3.747	15.395784	16.173745	15.78
A14	16.10	0.468262	0.209413	3.747	15.310973	16.880314	16.10
A15	16.28	0.058669	0.026238	3.747	16.177445	16.374070	16.28
A16	15.76	0.414030	0.185160	3.747	15.069366	16.456954	15.76
A17	15.54	0.230318	0.103001	3.747	15.154984	15.926875	15.54
A18	16.73	0.513353	0.229579	3.747	15.866474	17.586935	16.51
A19	12.89	0.104597	0.046777	3.747	12.711613	13.062161	12.89
A20	15.55	0.579013	0.258943	3.747	14.581512	16.522028	15.55
Promedio							15.41

Fuente: Propia

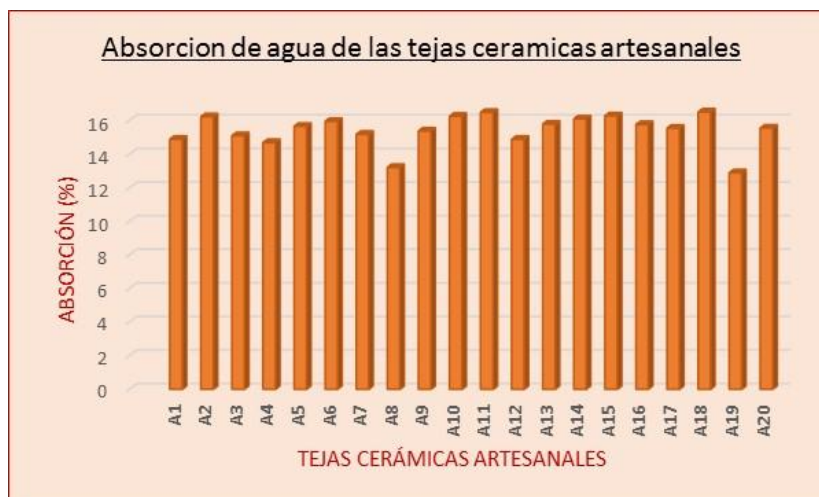


Figura 72: Absorción de agua de las tejas cerámicas artesanales manufacturadas en Piñipampa.

Fuente: Propia del autor.

4.2.2.2. Resultado de ensayos de absorción de agua de las tejas cerámicas mecanizadas.

Tabla 183: Absorción de agua de las tejas cerámicas mecanizadas manufacturadas en Piñipampa.

Muestra	Media (%)	Desviación Estándar	Error Estándar de la Media	t	Intervalo de confianza (%)		Media Estadística
					Limite inferior	Limite superior	
M1	14.85	0.249714	0.111676	3.747	14.434700	15.271597	14.85
M2	14.06	0.171544	0.076717	3.747	13.769738	14.344653	14.06
M3	11.79	0.124086	0.055493	3.747	11.578413	11.994277	11.79
M4	12.32	0.581298	0.259964	3.747	11.350101	13.298274	12.32
M5	14.13	0.290667	0.129990	3.747	13.642253	14.616400	14.25
M6	13.33	0.170181	0.076107	3.747	13.043745	13.614092	13.33
M7	13.89	0.450185	0.201329	3.747	13.133791	14.642548	13.89
M8	13.54	0.252900	0.113101	3.747	13.114450	13.962025	13.64
M9	12.77	0.481207	0.215202	3.747	11.967770	13.580496	12.77
M10	11.50	0.888939	0.397546	3.747	10.014249	12.993457	11.50
M11	14.05	0.330777	0.147928	3.747	13.500234	14.608807	14.05
M12	13.03	0.335404	0.149997	3.747	12.463611	13.587690	13.03
M13	11.82	0.737411	0.329780	3.747	10.585755	13.057129	11.82
M14	12.76	0.168845	0.075510	3.747	12.478647	13.044518	12.76
M15	12.63	0.270868	0.121136	3.747	12.173244	13.081035	12.63
M16	13.00	0.341888	0.152897	3.747	12.424342	13.570154	13.00
M17	12.33	0.275624	0.123263	3.747	11.872122	12.795851	12.33
M18	14.65	0.475899	0.212828	3.747	13.849371	15.444308	14.65
M19	11.77	0.258880	0.115775	3.747	11.331561	12.199178	11.77
M20	13.26	0.207765	0.092916	3.747	12.916700	13.613009	13.26
M21	13.68	1.407015	0.629236	3.747	11.320057	16.035552	13.68
Promedio							13.11

Fuente: Propia

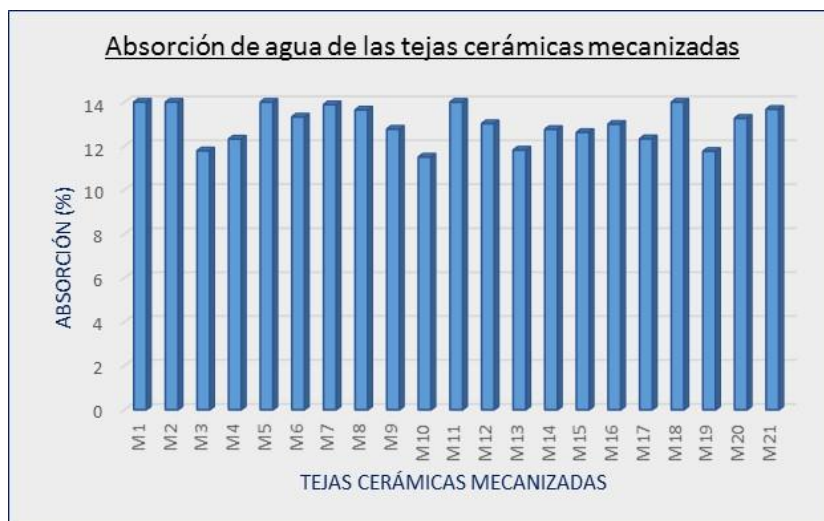


Figura 73: Absorción de agua de las tejas cerámicas mecanizadas manufacturadas en Piñipampa.

Fuente: Propia del autor.

Tabla 184: Cuadro comparativo de la magnitud de absorción de agua de las tejas cerámicas manufacturadas en Piñipampa.

Teja Cerámica	Absorción (%)	Norma INEN 990 (%)
Artesanal	15.4	18.0
Mecanizada	13.1	18.0

Fuente: Propia

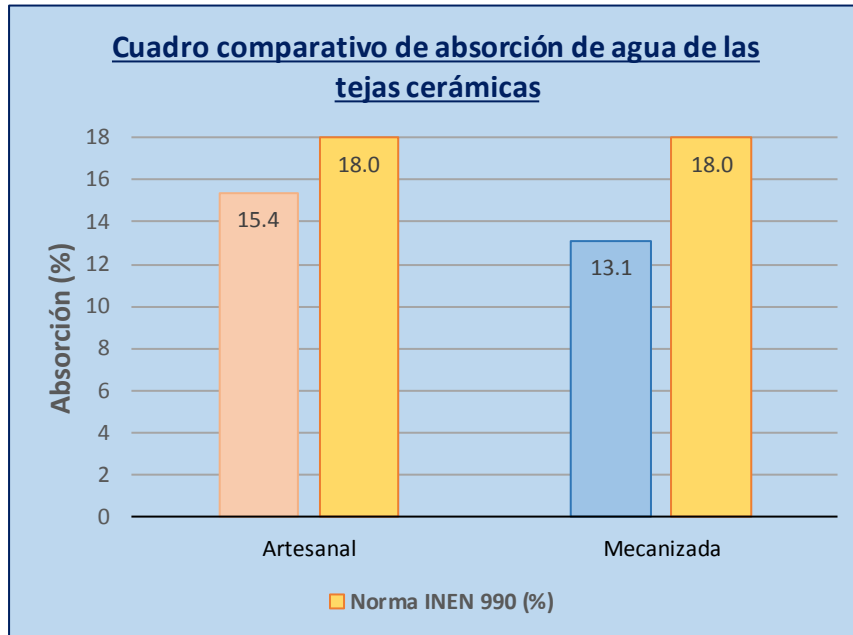


Figura 74: Cuadro comparativo de la absorción de agua de la teja cerámica manufacturada en Piñipampa.

Fuente: Propia del autor.

Tabla 185: Cuadro comparativo de cumplimiento de norma INEN referente a la absorción de agua de las tejas cerámicas manufacturadas en Piñipampa.

Muestras	Cumplen INEN 990		No cumplen INEN 990		Observación
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	
Teja Artesanal	20	100.0%	0	0.0%	Promedio de 5 tejas \geq 18%, 1 teja hasta 20%
Teja Mecanizada	21	100.0%	0	0.0%	Promedio de 5 tejas \geq 18%, 1 teja hasta 20%

Fuente: Propia

4.3. Resultado de ensayo de la propiedad mecánica

4.3.1. Resultado de ensayo de resistencia a la flexión de tejas cerámicas artesanales.

Tabla 186: Resistencia a la flexión de la teja cerámica artesanal y determinación de su magnitud.

Muestra	Media (Kgf)	Desviación Estándar	Error Estándar de la Media	t	Intervalo de confianza (Kgf)		Media Estadística
					Limite inferior	Limite superior	
A1	141.86	10.351129	4.629165	3.747	124.509767	159.200733	141.86
A2	97.37	22.640803	10.125275	3.747	59.430625	135.309436	97.37
A3	139.37	17.071660	7.634678	3.747	110.760852	167.975132	132.06
A4	121.69	16.729969	7.481869	3.747	93.657586	149.726716	121.69
A5	113.62	31.331731	14.011976	3.747	61.115882	166.121630	113.62
A6	112.40	33.621424	15.035958	3.747	56.055781	168.735249	112.40
A7	140.61	21.325705	9.537145	3.747	104.875938	176.347303	140.61
A8	173.15	42.722988	19.106301	3.747	101.558537	244.741158	173.15
A9	155.23	16.791346	7.509318	3.747	127.091943	183.366773	155.23
A10	145.24	19.971211	8.931397	3.747	111.773606	178.705497	153.95
A11	96.15	14.005723	6.263550	3.747	72.677268	119.616310	102.04
A12	98.84	25.250159	11.292214	3.747	56.525994	141.149847	98.84
A13	157.74	27.671720	12.375169	3.747	111.367243	204.106763	157.74
A14	124.18	36.707610	16.416142	3.747	62.668124	185.690693	124.18
A15	101.02	1.186590	0.530659	3.747	99.030988	103.007748	101.02
A16	112.23	20.622623	9.222717	3.747	77.674894	146.789938	103.11
A17	122.90	28.397733	12.699852	3.747	75.308658	170.481352	122.90
A18	118.92	28.164143	12.595388	3.747	71.724552	166.114388	118.92
A19	175.92	74.182029	33.175212	3.747	51.615009	300.230047	175.92
A20	178.57	48.734128	21.794564	3.747	96.908652	260.237118	178.57
Promedio							131.26

Fuente: Propia

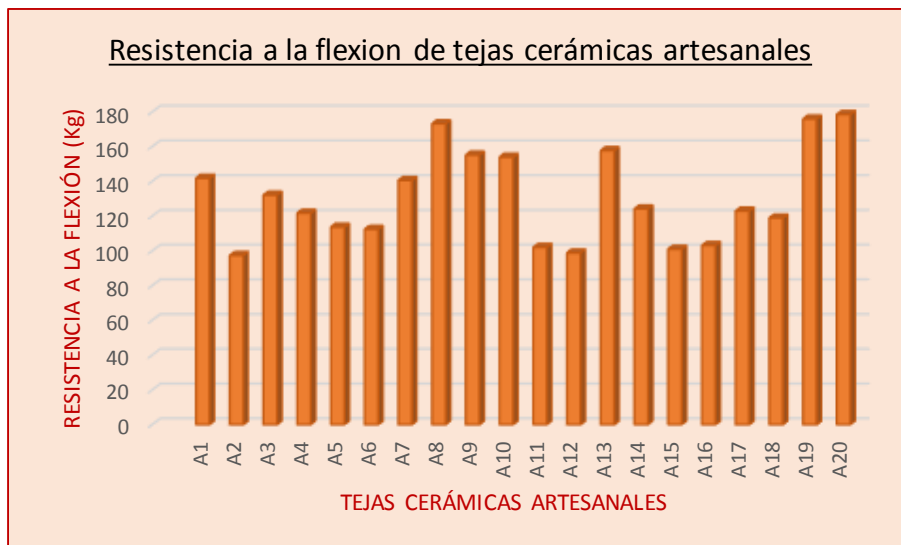


Figura 75: Resistencia a la flexión de las tejas cerámicas artesanales manufacturadas en Piñipampa.

Fuente: Propia del autor.

4.3.2. Resultado de ensayo de resistencia a la flexión de tejas cerámicas mecanizadas.

Tabla 187: Resistencia a la flexión de la teja cerámica mecanizada y determinación de su magnitud.

Muestra	Media (Kgf)	Desviación Estándar	Error Estándar de la Media	t	Intervalo de confianza (Kgf)		Media Estadística
					Limite inferior	Limite superior	
M1	151.56	17.542224	7.845121	3.747	122.163964	180.955302	144.14
M2	179.88	15.793560	7.063095	3.747	153.412260	206.343092	179.88
M3	132.15	2.906182	1.299684	3.747	127.280950	137.020783	132.15
M4	197.78	23.484588	10.502627	3.747	158.424434	237.131122	197.78
M5	112.97	21.311911	9.530976	3.747	77.253793	148.678929	112.97
M6	181.67	26.824141	11.996121	3.747	136.722299	226.621228	181.67
M7	181.49	42.448300	18.983457	3.747	110.357265	252.619289	181.49
M8	107.75	31.332842	14.012473	3.747	55.242461	160.251932	94.09
M9	106.12	28.301647	12.656881	3.747	58.690874	153.541542	106.12
M10	130.30	22.631737	10.121221	3.747	92.371403	168.219830	130.30
M11	198.51	41.696425	18.647208	3.747	128.640634	268.382812	198.51
M12	162.59	10.750346	4.807701	3.747	144.574740	180.603650	162.59
M13	188.66	77.508187	34.662715	3.747	58.783435	318.545821	188.66
M14	189.64	20.395844	9.121299	3.747	155.465714	223.820728	189.64
M15	164.65	12.804212	5.726217	3.747	143.192181	186.104455	164.65
M16	136.60	20.255948	9.058735	3.747	102.652230	170.538391	136.60
M17	188.05	50.447409	22.560767	3.747	103.517813	272.588201	188.05
M18	158.45	27.615712	12.350122	3.747	112.174654	204.726467	158.45
M19	156.76	11.441787	5.116923	3.747	137.585300	175.931519	156.76
M20	156.51	34.925264	15.619053	3.747	97.989170	215.038353	156.51
M21	122.75	20.067884	8.974631	3.747	89.124353	156.380235	122.75
Promedio							156.37

Fuente: Propia

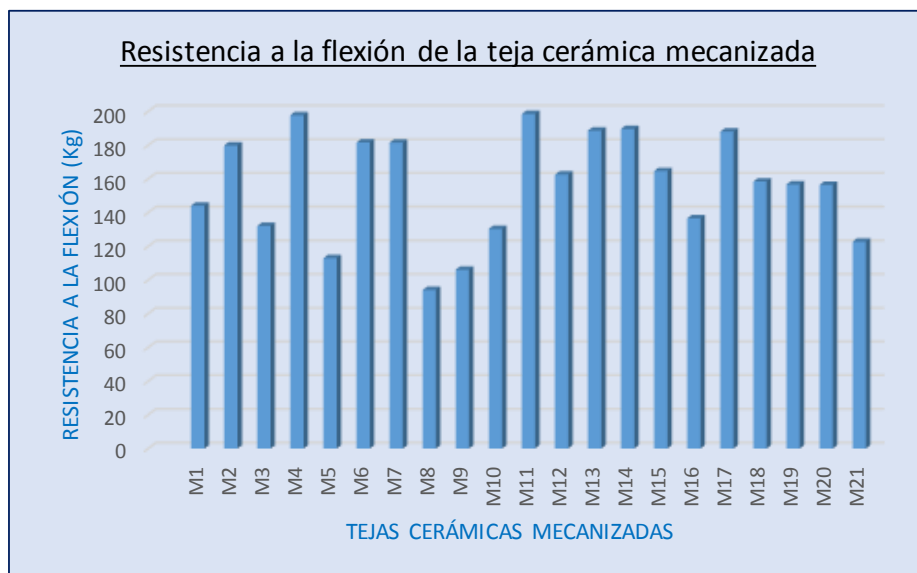


Figura 76: Resistencia a la flexión de las tejas cerámicas mecanizadas manufactureras en Piñipampa.

Fuente: Propia del autor.

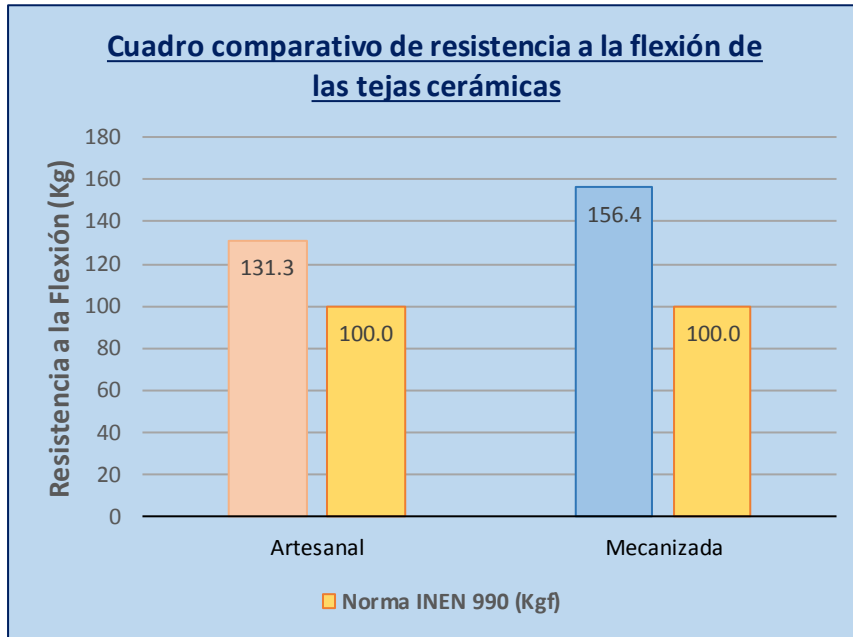


Figura 77: Cuadro comparativo de la resistencia a la flexión de la teja cerámica manufacturada en Piñipampa.

Fuente: Propia del autor.

Tabla 188: Cuadro comparativo de la magnitud de resistencia a la flexión de las tejas cerámicas manufacturadas en Piñipampa.

Teja Cerámica	Resistencia a la Flexión (Kgf)	Norma INEN 990 (Kgf)
Artesanal	131.3	100.0
Mecanizada	156.4	100.0

Fuente: Propia

Tabla 189: Cuadro comparativo de cumplimiento de norma INEN referente a la resistencia a la flexión de las tejas cerámicas manufacturadas en Piñipampa.

Muestras	Cumplen INEN 990		No Cumplen INEN 990		Observación
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	
Teja Artesanal	14	70.0%	6	30.0%	80Kgf < Más de 2 tejas < 100Kgf, 1 teja menor de 80Kgf
Teja Mecanizada	19	90.5%	2	9.5%	80Kgf < Más de 2 tejas < 100Kgf

Fuente: Propia

4.4. Resultados de ensayos de suelos utilizados en la manufactura de tejas cerámicas

4.4.1. Resultados de ensayos de análisis granulométrico por tamizado de arcillas y arena fina después del proceso de trituración.

Tabla 190: Análisis granulométrico de la arcilla de Piñipampa después del proceso de trituración utilizado en la dosificación para elaborar teja cerámica.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE ARCILLA					
Nº Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Peso Retenido (%)	Σ % Peso Retenido (%)	% que Pasa (%)
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	86.10	5.74	5.74	94.26
30	0.600	677.90	45.19	50.93	49.07
40	0.425	169.20	11.28	62.21	37.79
50	0.300	145.30	9.69	71.90	28.10
100	0.150	185.60	12.37	84.27	15.73
200	0.075	118.60	7.91	92.18	7.82

Fuente: Propia

Tabla 191: Análisis granulométrico de la arcilla de Querapata después del proceso de trituración utilizado en la dosificación para elaborar teja cerámica.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE ARCILLA					
Nº Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Peso Retenido (%)	Σ % Peso Retenido (%)	% que Pasa (%)
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	99.30	6.62	6.62	93.38
30	0.600	630.00	42.00	48.62	51.38
40	0.425	170.50	11.37	59.99	40.01
50	0.300	146.20	9.75	69.73	30.27
100	0.150	182.40	12.16	81.89	18.11
200	0.075	110.80	7.39	89.28	10.72

Fuente: Propia

Tabla 192: Análisis granulométrico de la arcilla de San Jerónimo después del proceso de trituración utilizado en la dosificación para elaborar teja cerámica.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE ARCILLA					
Nº Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Peso Retenido (%)	Σ % Peso Retenido (%)	% que Pasa (%)
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	86.90	5.79	5.79	94.21
30	0.600	505.30	33.69	39.48	60.52
40	0.425	124.10	8.27	47.75	52.25
50	0.300	97.10	6.47	54.23	45.77
100	0.150	133.20	8.88	63.11	36.89
200	0.075	250.00	16.67	79.77	20.23

Fuente: Propia



Tabla 193: Análisis granulométrico de la arena fina de Piñipampa después del proceso de trituración utilizado en la dosificación para elaborar teja cerámica.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE ARENA FINA					
N° Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Peso Retenido (%)	Σ % Peso Retenido (%)	% que Pasa (%)
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	4.02	0.24	0.24	99.76
30	0.600	113.64	6.68	6.92	93.08
40	0.425	107.84	6.34	13.26	86.74
50	0.300	115.52	6.80	20.06	79.94
100	0.150	710.77	41.81	61.87	38.13
200	0.075	495.78	29.16	91.03	8.97

Fuente: Propia

4.4.2. Resultados de ensayos de límite líquido y límite plástico de las arcillas y dosificaciones utilizadas en la manufactura de tejas cerámicas.

Tabla 194: Límite líquido y límite plástico de arcillas utilizadas en la manufactura de tejas cerámicas de Piñipampa.

Límite Líquido y Límite Plástico de Arcillas			
Arcilla	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plástico
Piñipampa	45.64%	21.57%	24.07%
Querarpata	33.99%	19.75%	20.24%
San Jerónimo	34.89%	19.74%	15.15%

Fuente: Propia

Tabla 195: Límite líquido y límite plástico de una dosificación de proporción 90% de cada una de las arcillas + 10% de arena fina.

Límite Líquido y Límite Plástico de dosificación			
Dosificación	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plástico
90% de arcilla de Piñipampa + 10% arena	38.13%	20.29%	17.84%
90% de arcilla de Querarpata + 10% arena	35.37%	16.76%	18.61%
90% de arcilla de San Jerónimo + 10% arena	30.94%	18.49%	12.45%

Fuente: Propia

Tabla 196: Límite líquido y límite plástico de una dosificación de proporción 70% de cada una de las arcillas + 30% de arena fina.

Límite Líquido y Límite Plástico de dosificación			
Dosificación	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plástico
70% de arcilla de Piñipampa + 30% arena	33.09%	17.60%	15.49%
70% de arcilla de Querarpata + 30% arena	30.04%	15.72%	14.32%
70% de arcilla de San Jerónimo + 30% arena	28.05%	16.98%	11.07%

Fuente: Propia

Tabla 197: Límite líquido y límite plástico de una dosificación de proporción 40% de cada una de las arcillas locales + 30% de arcilla de San Jerónimo + 30% arena fina.

Límite Líquido y Límite Plástico de dosificación			
Dosificación	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plástico
40% de arcilla de Piñipampa + 30% de arcilla San Jeronimo + 30% arena	29.79%	17.28%	12.51%
40% de arcilla de Querarpata + 30% de arcilla San Jeronimo + 30% arena	28.87%	16.73%	12.14%

Fuente: Propia

4.4.3. Resultados de la clasificación de suelos (arcillas) utilizados en la manufactura de tejas cerámicas en Piñipampa.

Tabla 198: Clasificación de suelos (arcillas) utilizadas en la manufactura de tejas cerámicas en Piñipampa.

Suelo o arcilla	Metodología SUCS		Metodología AASHTO	
	SUCS	Descripción	AASHTO	Descripción
Piñipampa	CL	Arcilla inorgánica; marrón oscuro	A-7-6 (24)	Suelo arcilloso; marrón oscuro
Querarpata	CL	Arcilla inorgánica; marrón claro	A-6 (20)	Suelo arcilloso; marrón claro
San Jerónimo	CL	Arcilla inorgánica; marrón claro	A-6 (14)	Suelo arcilloso; marrón claro

Fuente: Propia

4.4.4. Análisis granulométrico por tamizado de suelo (arcillas) utilizado en la manufactura de las tejas cerámicas en Piñipampa.

Tabla 199: Análisis granulométrico por tamizado de arcilla de Piñipampa.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE ARCILLA					
N° Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Peso Retenido (%)	Σ % Peso Retenido (%)	% que Pasa (%)
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.36	0.27	0.05	0.05	99.95
16	1.18	1.36	0.27	0.33	99.67
30	0.60	1.34	0.27	0.59	99.41
50	0.30	3.08	0.62	1.21	98.79
100	0.15	8.45	1.69	2.90	97.10
200	0.075	21.91	4.38	7.28	92.72

Fuente: Propia

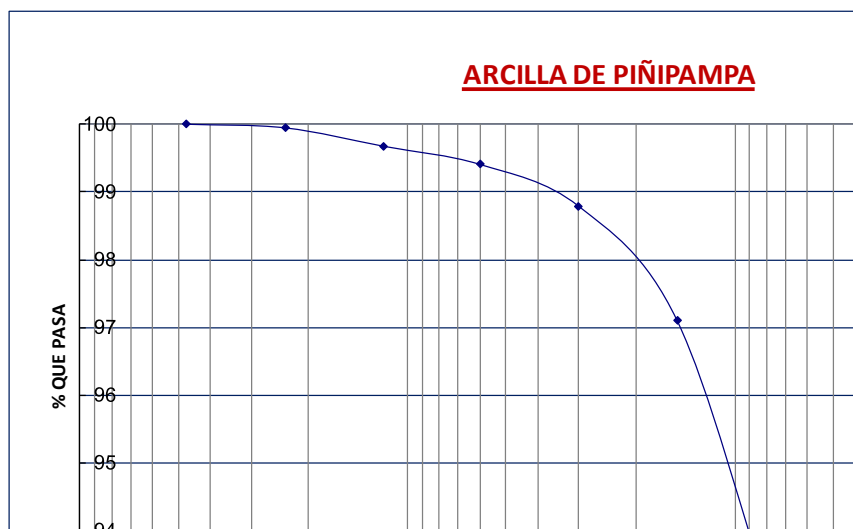


Figura 78: Curva granulométrica de la arcilla de Piñipampa.

Fuente: Propia del autor.

Tabla 200: Análisis granulométrico por tamizado de arcilla de Querarpatá.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE ARCILLA					
N° Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Peso Retenido (%)	Σ % Peso Retenido (%)	% que Pasa (%)
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.36	0.08	0.02	0.02	99.98
16	1.18	0.13	0.03	0.04	99.96
30	0.60	0.26	0.05	0.09	99.91
50	0.30	0.92	0.18	0.28	99.72
100	0.15	4.52	0.90	1.18	98.82
200	0.075	15.69	3.14	4.32	95.68

Fuente: Propia

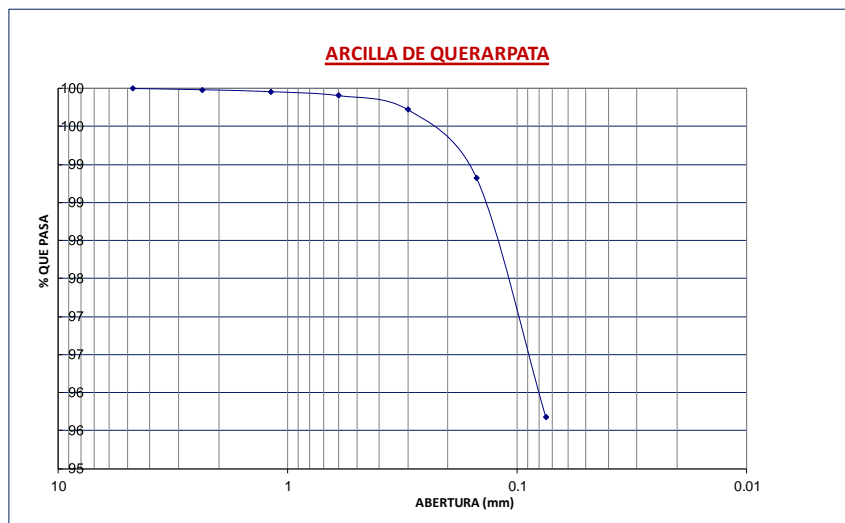


Figura 79: Curva granulométrica de la arcilla de Querarpatá.

Fuente: Propia del autor.

Tabla 201: Análisis granulométrico por tamizado de arcilla de San Jerónimo

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE ARCILLA					
N° Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Peso Retenido (%)	Σ % Peso Retenido (%)	% que Pasa (%)
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.36	0.23	0.05	0.05	99.95
16	1.18	1.01	0.20	0.25	99.75
30	0.60	1.50	0.30	0.55	99.45
50	0.30	3.05	0.61	1.16	98.84
100	0.15	6.81	1.36	2.52	97.48
200	0.075	18.60	3.72	6.24	93.76

Fuente: Propia

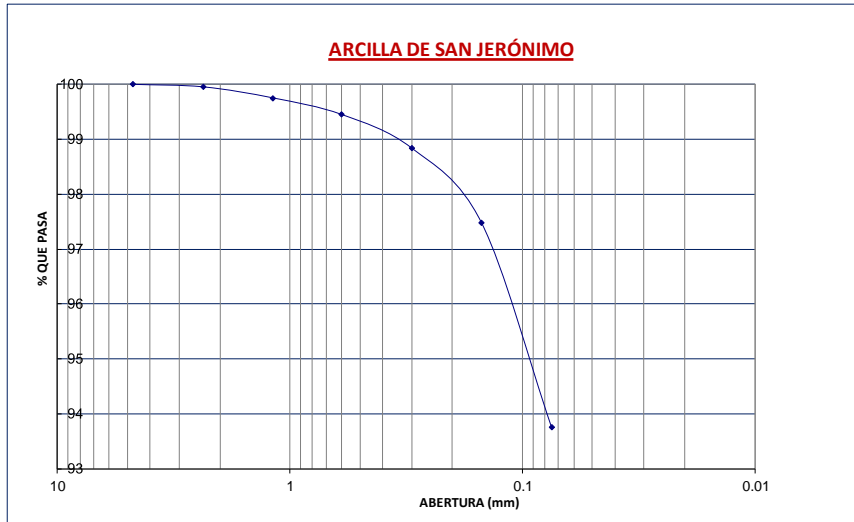


Figura 80: Curva granulométrica de la arcilla de San Jerónimo.
Fuente: Propia del autor.

Capítulo V: Discusión

a) Contraste de resultados con referentes del marco teórico

Discusión N° 1

¿Las Propiedades físicas de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas manufacturadas en Piñipampa – Cusco son similares a los resultados obtenidos en las investigaciones consignadas como antecedentes?

Variabilidad Dimensional

En las investigaciones consideradas como antecedentes se observa que las dimensiones de las tejas cerámicas son particulares para cada área donde se elaboran, así tenemos:

En la Tabla 2 las dimensiones promedio de las tejas coloniales fabricadas en San Jerónimo – Cusco, es como sigue:

Descripción	Dimensiones (cm)				
	Largo	Ancho Mayor	Ancho Menor	Flecha Mayor	Flecha Menor
Teja Colonial	42.00	18.00	15.00	4.00	3.00

En la Tabla 15 las dimensiones promedio de las tejas elaboradas en la Parroquia de San Sebastián de la ciudad de Cuenca – Ecuador, es como sigue:

Descripción	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Flecha de curvatura mayor (cm)	Espesor (cm)
Tejas artesanales	28.24	15.01	4.02	0.74
Tejas semimecanizadas	31.98	17.06	6.07	0.89

En la Tabla 16 la caracterización dimensional de las tejas nuevas y antiguas fabricadas en la Provincia de Segovia – España, es como sigue:

Tipo de Teja Cerámica	Longitud (cm)	Espesor (cm)
Teja cerámica mecanizada nueva	40.40 - 40.60	1.24 – 1.29
Teja cerámica artesanal antigua de 50 a 60 años	38.41 - 43.30	1.23 – 1.73
Teja cerámica artesanal antigua de 100 a 120 años	38.90 - 44.30	1.25 – 1.74

De las tablas anteriores se observa que las dimensiones de las tejas cerámicas de varían dependiendo del lugar de producción; por lo tanto la variabilidad dimensional evaluada con las dimensiones nominales de la norma INEN 986 depende de cuánto estas dimensiones se acercan o alejan a los valores nominales determinados de: largo o longitud de 44 cm, ancho mayor de 22 cm, flecha mayor de 6 cm y espesor de 1 cm, señalados en la norma anteriormente citada y la tolerancia de esta variabilidad, no debe ser mayor al 4%.

Las dimensiones de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas manufacturadas en Piñipampa – Cusco se determinan en la Tabla 179 como sigue:

Dimensiones	Teja cerámica	
	Artisanal	Mecanizada
Largo (cm)	41.97	42.28
Ancho Mayor (cm)	18.50	18.43
Ancho Menor (cm)	15.68	15.65
Flecha Mayor (cm)	4.22	4.25
Flecha Menor (cm)	3.65	3.41
Espesor (cm)	1.09	1.05

Donde se puede apreciar que las dimensiones del largo y espesor son los que se aproximan más a las medidas nominales de la norma INEN 986, en tanto que las dimensiones de las flechas de curvatura y anchos, los valores difieren por lo que la variabilidad en estas dimensiones excede los límites establecidos en la norma INEN 986.

Absorción de agua

En las investigaciones consideradas como antecedentes se observa que la absorción de agua de las tejas cerámicas se determina por 2 métodos: un primer método consiste en sumergir la teja cerámica en agua por 24 horas y el segundo método consiste en hervir la teja cerámica en agua de lluvia por el lapso de 1 hora, así tenemos:

Inmersión en agua por 24 horas

En la Tabla 4 se muestra la absorción de agua de briquetas cerámicas en diferentes mezclas de materias primas elaboradas en laboratorio, siguiendo procesos similares a las tejas elaboradas en Huayllarpampa, distrito de Lucre, provincia de Quispicanchi, región Cusco, como sigue:

N°	Mezcla	Tierra (%)	Arcilla (%)	Arena (%)	Absorción (%)
1	A	20	60	20	12.53
2	B	30	50	20	12.18
3	C	40	40	20	12.63
4	D	50	30	20	11.66
5	E	30	40	30	10.60
6	F	40	0	60	14.14
7	G	0	40	60	13.94
8	H	0	60	40	13.37
9	I	20	20	60	13.48
10	J	20	40	40	12.61
11	K	40	20	40	13.27
12	L	60	20	20	12.57
13	P1	0	50	50	12.02
14	P2	0	50	50	11.93
15	MP	0	50	50	11.34

Estos valores de absorción de agua de las probetas cerámicas se determinan utilizando procedimiento establecido en la normas ITINTEC 331.18 (1978).

En la Tabla 17 se muestra la absorción de agua promedio de las tejas nuevas y antiguas fabricadas en la Provincia de Segovia – España como sigue:

Tipo de teja cerámica	Absorción en 24 horas
Teja cerámica mecanizada nueva	9.12 %
Teja cerámica artesanal antigua de 50 a 60 años	3.11 % - 15.50 %
Teja cerámica artesanal antigua de 100 a 120 años	4.53 % - 15.79 %

Estos valores de absorción de agua de la teja cerámica se determinan utilizando procedimiento establecido en la norma UNE-EN 1304.

En la Tabla 19 se muestra la absorción de agua de la teja cerámica fabrica en la ladrillera Las Violetas ubicada en en el municipio de Ocaña – Colombia, como sigue:

Ladrillera	ID de muestra	Absorción (%)	Absorción Promedio (%)
Las Violetas	13	16.30	16.79
	15	16.99	
	18	16.43	
	19	17.04	
	20	17.19	

Estos valores de absorción de agua de la teja cerámica se determinan utilizando el procedimiento establecido en la norma técnica colombiana NTC 4017.

Ebullición de 1 hora

En la Tabla 7 se muestra la absorción de agua de las tejas cerámicas fabricadas en Canton Chambo – Ecuador como sigue:

N° de Probeta	Codificación de la muestra	Tipo	Absorción (%)	Promedio (%)
1	F1	A	17.73	17.99
2	F1	A	17.75	
3	F1	A	18.07	
4	F1	A	18.37	
5	F1	A	18.03	

Estos valores de absorción de agua de la teja cerámica se determinan utilizando el procedimiento establecido en la norma INEN 989.

En la Tabla 12 se muestra la absorción de agua de las tejas cerámicas fabricadas en la Parroquia de San Sebastián de la ciudad de Cuenca – Ecuador como sigue:

Descripción del tipo de teja	Absorción de agua (%)
Teja artesanal	14.27
Teja artesanal vidriada	17.64
Teja mecanizada	16.65
Teja mecanizada vidriada	15.54

En la Tabla 14 se muestra la absorción de agua de las tejas cerámicas mejoradas con fritas fabricadas en la Parroquia de San Sebastián de la ciudad de Cuenca – Ecuador como sigue:

Descripción del tipo de teja	Absorción de agua (%)
Tejas artesanales bizcochadas	18.07
Tejas artesanales vidriadas (EFA-80)	14.72
Tejas artesanales vidriadas (A5CT-8200)	15.23
Tejas semi-mecanizadas bizcochadas	16.08
Tejas semi-mecanizadas vidriadas (EFA-80)	14.35
Tejas semi-mecanizadas vidriadas (A5CT-8200)	15.14

Estos valores de las Tablas 12 y 14 de absorción de agua de la teja cerámica se determinan utilizando el procedimiento establecido en la norma INEN 989.

Los valores de absorción de agua de las tejas cerámicas manufacturadas en Piñipampa – Cusco se muestran en la Tabla 184 como sigue:

Teja Cerámica	Absorción (%)	Norma INEN 990 (%)
Artesanal	15.4	18.0
Mecanizada	13.1	18.0

Estos valores de la absorción de agua de la teja cerámica artesanal y mecanizada manufacturada en Piñipampa se determinan siguiendo el procedimiento de la norma INEN 989, que establece el método por ebullición por 1 hora.

Se observa que los valores de absorción de agua de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas manufacturadas en Piñipampa – Cusco, se encuentran dentro de los valores encontrados a través de las 2 metodologías, quiere decir inmersión por 24 horas y por ebullición de 1 hora.

Discusión N° 2

¿La Propiedad mecánica de resistencia a la flexión de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas manufacturadas en Piñipampa – Cusco son similares a los resultados obtenidos en las investigaciones consignadas como antecedentes?

En las investigaciones consideradas como antecedentes se observa que la resistencia a la flexión de las tejas cerámicas y la teja de microcemento (material sustituto de la teja cerámica) se determina según la especificación del procedimiento a seguir determinado por la norma aplicada, así tenemos:

La Tabla 8 que muestra los resultados de la resistencia a la flexión de tejas cerámicas artesanal fabricadas en Canton Chambo – Ecuador.

N° de Probeta	Codificación de la Muestra	Tipo	Carga de Rotura (Kg)	Promedio (Kg)
1	F1	A	88	88.6
2	F1	A	95	
3	F1	A	98	
4	F1	A	77	
5	F1	A	85	

Estos valores de la resistencia a la flexión de la teja cerámica se determinan utilizando la norma INEN 988, que establece la utilización de una carga a la velocidad de 40 a 50 Kg/min.

La Tabla 10 que muestra el resultado de la resistencia a la flexión de tejas cerámicas artesanal fabricadas en las Provincias de Imbabura, Cotopaxi y Pichincha – Ecuador.

Característica	Unidad	Valor
Resistencia a la flexión	Kgf	45.28

Este valor de la resistencia a la flexión de la teja cerámica se determina utilizando la norma INEN 988, que establece la utilización de una carga a la velocidad de 40 a 50 Kg/min.

La Tabla 11 que muestra los resultados de la resistencia a la flexión de tejas cerámicas fabricadas en la Parroquia de San Sebastián de la ciudad de Cuenca – Ecuador.

Descripción del tipo de teja	Carga de rotura (Kg)
Teja artesanal	30.25
Teja artesanal vidriada	22.60
Teja mecanizada	43.17
Teja mecanizada vidriada	42.32

La Tabla 13 que muestra los resultados de la resistencia a la flexión de tejas cerámicas mejoradas con fritas fabricadas en la Parroquia de San Sebastián de la ciudad de Cuenca – Ecuador.

Descripción del tipo de teja	Carga de rotura (Kg)
Tejas artesanales bizcochadas	31.00
Tejas artesanales vidriadas (EFA-80)	43.50
Tejas artesanales vidriadas (A5CT-8200)	30.60
Tejas semi-mecanizadas bizcochadas	58.33
Tejas semi-mecanizadas vidriadas (EFA-80)	88.75
Tejas semi-mecanizadas vidriadas (A5CT-8200)	97.20

Estos valores de la resistencia a la flexión de las tejas cerámicas en las Tablas 11 y 13 se determinan utilizando la norma INEN 988, que establece la utilización de una carga a la velocidad de 40 a 50 Kg/min.

La Tabla 18 que muestra los resultados promedios de la resistencia a la flexión de tejas cerámicas nuevas y antiguas fabricadas en la Provincia de Segovia – España.

Tipo de teja cerámica	Carga de rotura	
	(KN)	(Kg)
Teja cerámica mecanizada nueva	2.21	225.28
Teja cerámica artesanal antigua de 50 a 60 años	2.16	220.18
Teja cerámica artesanal antigua de 100 a 120 años	2.11	215.08

Estos valores de la resistencia a la flexión de las tejas cerámicas se determinan utilizando el procedimiento de la norma UNE-EN 538, que establece la utilización de una carga que se aplica progresivamente a una velocidad de 0.05 KN/s (305.81 Kg/min).

La Tabla 5 que muestra los resultados de la resistencia a la flexión a los 28 días de las tejas microcemento fabricada en laboratorio.

Espécimen	Modelo	Dimensiones (cm)			Carga máxima (Kg)		
		Largo	Ancho	Espesor	Rotura	Promedio	NORMA UNE
T1:1.5-1	ONDULADA	49.0	24.0	1.0	183	181	140
T1:1.5-2		49.0	24.0	1.0	178		
T1:1.5-3		49.0	24.0	1.0	183		

La Tabla 6 que muestra los resultados de la resistencia a la flexión a los 28 días de las tejas microcemento comerciales en Lima - Peru.

Espécimen	Modelo	Dimensiones (cm)			Carga máxima (Kg)		
		Largo	Ancho	Espesor	Rotura	Promedio	NORMA UNE
TC-1	ONDULADA	50.0	25.0	1.0	153	156	140
TC-2		50.0	25.0	1.0	163		
TC-3		50.0	25.0	1.0	153		



Estos valores de la resistencia a la flexión de las tejas de microcemento (material sustituto de tejas cerámicas) se determinan utilizando el procedimiento de la norma UNE EN 491, que establece la utilización de una carga que se aplica progresivamente a una velocidad entre 1500 N/min y 6500 N/min (152.9 Kg/min y 662.59 Kg/min).

Los valores de la resistencia a la flexión de las tejas cerámicas manufacturadas en Piñipampa – Cusco se muestran en la Tabla 188 como sigue:

Teja Cerámica	Resistencia a la flexión (Kg)	Norma INEN 990 (Kg)
Artisanal	131.3	100.0
Mecanizada	156.4	100.0

Estos valores de la resistencia a la flexión de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas manufacturadas en Piñipampa, se determina siguiendo el procedimiento establecido en la norma INEN 988, utilizando la prensa de carga motorizada de la maquina CBR marca Controls de 50 KN, que aplica una carga en el pistón de la prensa para un avance constante de 1.27 mm/min, en los ensayos realizados se observa que la rotura ocurre en promedio de 1.113 minutos y alcanza un promedio de 143.85 Kg entonces de ello se deduce una velocidad de aplicación de carga de 129.26 Kg/min aproximadamente.

Se observa que los valores de la resistencia a la flexión de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas manufacturadas en Piñipampa – Cusco, se encuentran dentro de los valores encontrados en otras investigaciones realizadas en Ecuador y España, incluso de la teja de microcemento fabricado en la ciudad de Lima.

b) Interpretación de los Resultados Encontrados en la Investigación

Discusión N° 3

¿Por qué las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas manufacturadas en Piñipampa en la mayoría de sus dimensiones tienen una variabilidad dimensional mayor del 4% y exceden la tolerancia establecida por la norma INEN 986?

El factor que tiene mayor incidencia en que la variabilidad dimensional de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas para que exceda el 4% establecido en la norma INEN es lo siguiente:

- La norma INEN 986 (1984) es una norma extranjera que fue concebido en el contexto de la realidad ecuatoriana recogiendo información de la producción de tejas cerámicas producidas en su país; donde establece valores nominales de las dimensiones de la tejas

cerámicas con un largo de 44 cm, ancho mayor de 22 cm, flecha mayor de 6 cm, y espesor de 1 cm.

Las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas manufacturadas en Piñipampa tienen dimensiones propias determinadas en esta investigación en Tabla 179 como sigue:

Dimensiones	Teja cerámica	
	Artisanal	Mecanizada
Largo (cm)	41.97	42.28
Ancho Mayor (cm)	18.50	18.43
Ancho Menor (cm)	15.68	15.65
Flecha Mayor (cm)	4.22	4.25
Flecha Menor (cm)	3.65	3.41
Espesor (cm)	1.09	1.05

Estas dimensiones difieren de los valores nominales establecidos en la norma INEN 986 (1984), es más los valores nominales establecidos por la norma INEN no contempla para las dimensiones del ancho menor y flecha menor.

Por lo visto la norma INEN 986 necesita una actualización. Para el caso de las tejas cerámicas producidas en el territorio peruano se necesita una norma técnica acorde a las características de las tejas cerámicas producidas en Perú.

c) Comentario de la demostración de la hipótesis

Discusión N° 4

¿Por qué las tejas cerámicas mecanizadas tienen magnitudes de variabilidad dimensional menores que las tejas cerámicas artesanales?

Las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas manufacturadas en Piñipampa son evaluadas según norma INEN 986, y se presenta estas magnitudes determinadas en la investigación para la variabilidad dimensional en la Tabla 180 como sigue:

Teja Cerámica	1. Largo	2. Ancho mayor	3. Flecha mayor	4. Espesor
Artisanal	4.6 %	15.9 %	29.7 %	8.6 %
Mecanizada	3.9 %	16.2 %	29.1 %	5.6 %

La variabilidad dimensional menor encontrada en la teja cerámica mecanizada en comparación a la teja cerámica artesanal se debe a la cantidad de agua que se utiliza en la manufactura de las tejas cerámicas, puesto que el agua utilizada para su moldeo, durante el proceso de secado y cocción se evapora consiguientemente el cuerpo cerámico se contrae por la pérdida de agua, que antes del secado y cocción forma parte de la teja cerámica, por consiguiente cuanto más agua se utiliza en la manufactura cuanto más se contrae y por ende presenta mayor variabilidad



dimensional. De los resultados de la dosificación de materias primas en la manufactura de tejas cerámicas artesanales estas requieren hasta un 30% de agua del volumen de arcilla y arena, en tanto que la teja cerámica mecanizada solo requiere entre 20% a 25% de agua del volumen de arcilla y arena fina.

Discusión N° 5

¿Por qué las tejas cerámicas mecanizadas tienen magnitudes de absorción de agua menores que las tejas cerámicas artesanales?

Las tejas cerámicas artesanales y las tejas cerámicas mecanizadas manufacturadas en Piñipampa cumplen satisfactoriamente la exigencia establecida en la norma INEN 990 (1984) que define esta magnitud igual a 18% para un promedio de 5 tejas cerámicas y para una teja cualquiera hasta 20%, los valores encontrados en esta investigación se muestra en la Tabla 184 como sigue:

Teja Cerámica	Absorción (%)	Norma INEN 990 (%)
Artesanal	15.4	18.0
Mecanizada	13.1	18.0

De la tabla se tiene que la teja cerámica mecanizada presenta mejores propiedades de absorción de agua que la teja cerámica artesanal y esto se debe principalmente a los factores siguientes:

- La absorción de agua de la teja cerámica está relacionada a la porosidad del material cerámico.
- La porosidad se incrementa cuanto mayor agua se utiliza en la manufactura de la teja cerámica y visto los resultados de la dosificación practicada en manufactura de tejas cerámicas en Piñipampa se tiene que la teja cerámica artesanal en su dosificación requiere un 30% del volumen de la materia prima compuesta por arcillas y arena fina, en tanto que la teja cerámica mecanizada necesita entre 20% a 25% del volumen compuesto por las arcillas y arena fina.
- Otro factor es la compactación aplicada a las tejas cerámicas manufacturadas en Piñipampa, por un lado para la teja cerámica artesanal el proceso se realiza de forma manual en un molde compactado por la energía de las manos del artesano, en tanto que la teja cerámica es compactado mecánicamente en el proceso de extrusión accionado por un motor eléctrico trifásico.

Discusión N° 6

¿Por qué las tejas cerámicas mecanizadas tienen magnitudes de resistencia a la flexión mayores que las tejas cerámicas artesanales?

Las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas manufacturadas en Piñipampa cumplen parcialmente la exigencia establecida en la norma INEN 990 (1984) que define esta magnitud igual a 100 Kg para un promedio de 5 tejas cerámicas y para una teja cualquiera hasta 80 Kg, los valores determinados en la investigación se muestra en la Tabla 188 como sigue:

Teja Cerámica	Resistencia a la flexión (Kg)	Norma INEN 990 (Kg)
Artesanal	131.3	100.0
Mecanizada	156.4	100.0

De la tabla se aprecia que la teja cerámica mecanizada presenta mejores propiedades de resistencia a la flexión que la teja cerámica artesanal y esto se debe principalmente a los factores siguientes:

- La resistencia a la flexión de la teja cerámica está relacionada a la porosidad del material cerámico.
- La porosidad se incrementa cuanto mayor agua se utiliza en la manufactura de la teja cerámica y visto en los resultados de la dosificación practicada en manufactura de tejas cerámicas en Piñipampa se tiene que la teja cerámica artesanal en su dosificación requiere hasta un 30% de agua en volumen de la materia prima compuesta por arcillas y arena fina, en tanto que la teja cerámica mecanizada solo necesita entre 20% a 25% de agua del volumen de arcillas y arena fina.
- La energía de compactación aplicada a las tejas cerámicas manufacturadas en Piñipampa es otro factor que determina la presencia de poros en el cuerpo cerámico, cuanto mayor energía de compactación menor presencia de poros, en la manufactura de tejas cerámicas de Piñipampa, la compactación de la teja cerámica artesanal se realiza de forma manual en un molde compactado con la energía de las manos del artesano, en tanto que la teja cerámica es compactado mecánicamente por la maquina extrusora que es accionado por un motor eléctrico trifásico.



d) Aporte de la investigación

Discusión N° 7

¿La investigación contribuye con la sociedad?

- La presente investigación pretende dar a conocer a la población en general y, principalmente a los productores de tejas cerámicas de Piñipampa para que puedan especificar las características técnicas de la teja cerámica que producen. También pretende dar a conocer las especificaciones técnicas de las tejas cerámicas manufacturadas en Piñipampa al usuario (sector de la industria de la construcción) que necesita de estas especificaciones técnicas para la aceptación de estos materiales de construcción en obra; así el control de calidad de este material de construcción de acabados de cubiertas se realiza de forma objetiva.
- Otro aporte, pretende ser una sugerencia de referencia para una futura formulación de una norma técnica para las tejas cerámicas manufacturadas en Perú.



Conclusiones

Conclusión número 1

Se logró demostrar parcialmente la hipótesis que indica **“Las magnitudes de las propiedades físicas – mecánicas de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas con su dosificación actual de materias primas que se manufacturan en Piñipampa – Cusco, cumplen con las exigencias de las normas ecuatorianas de requisitos de tejas cerámicas para cobertura de techos, NTE INEN”**

La magnitud de la propiedad física de absorción de agua de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas manufacturadas en Piñipampa, cumplen con los requerimientos de la norma NTE INEN 990, sustentado según los resultados de los ensayos de absorción de agua practicados a la tejas cerámicas de Piñipampa mostrado en las Tablas 182, 183 y 184, y no así en la magnitud de la propiedad física de variabilidad dimensional de las tejas cerámicas debido a que la norma NTE INEN es una norma extranjera que en su formulación considera las dimensiones de tejas ecuatorianas, que son diferentes a las dimensiones de las tejas cerámicas de Piñipampa; sin embargo las dimensiones de largo y espesor que más se acercan a las dimensiones nominales de la norma INEN cumplen parcialmente, como se puede apreciar este resultado mostrado en la Tabla 181.

En cuanto a la magnitud de la propiedad mecánica de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas manufacturadas en Piñipampa, cumplen parcialmente con los requerimientos exigidos en la norma NTE INEN 990; esto se sustenta en los resultados encontrados de los ensayos de resistencia a la flexión, que se presenta en las Tablas 186, 187, 188 y 189.

Conclusión número 2

No se logró demostrar la sub hipótesis 1 que indica **“La dosificación típica de las materias primas para la manufactura de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas en Piñipampa – Cusco, tiene la proporción de: 65%-40%: 30%-40%: 15%-25% (arcilla A: arcilla B: arena fina) de materias primas”**.

No se logró demostrar debido a que los productores de tejas cerámicas de Piñipampa utilizan dosificaciones muy variadas, prácticamente cada tejería tiene su propia dosificación. Para este proceso utilizan hasta 3 tipos de arcillas y arena fina de Piñipampa, dependiendo de la experiencia y de la disponibilidad de las arcillas. Entonces la dosificación típica encontrada de los resultados de la encuesta aplicada se muestra en las Tablas 171, 172, 173, 174, 175 y 176.



Conclusión número 3

Se logró demostrar la sub hipótesis 2 que indica **“La magnitud de absorción de agua de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas manufacturadas en Piñipampa – Cusco, son menores del 18%, y cumplen con la exigencia de la norma NTE INEN 990”**

Los resultados de los ensayos de absorción de agua aplicados a las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas manufacturados en Piñipampa, cumplen con los requisitos exigidos por la norma NTE INEN 990, esta afirmación se sustenta en los resultados mostrados en las Tablas 182, 183, 184 y 185.

Conclusión número 4

Se logró demostrar parcialmente la sub hipótesis 3 que indica **“La magnitud de variabilidad dimensional de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas manufacturadas en Piñipampa – Cusco, son menores del 4% y cumplen con la exigencia de la norma NTE INEN 986”**

La magnitud de la variabilidad dimensional de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas manufacturadas en Piñipampa, cumplen parcialmente con las condiciones exigidas en la norma NTE INEN 986, esta afirmación se sustenta en los resultados de los ensayos de variabilidad dimensional aplicado a tejas cerámicas de Piñipampa que se muestra en las Tablas 177, 178, 180 y 181.

La demostración parcial se debe principalmente a que la norma NTE INEN 986 establece dimensiones nominales de la teja cerámica acorde a las dimensiones de tejas cerámicas ecuatorianas, que difiere de las dimensiones de las tejas cerámicas de Piñipampa.

Conclusión número 5

Se logró demostrar parcialmente la sub hipótesis 4 que indica **“La magnitud de la resistencia a la flexión de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas manufacturadas en Piñipampa – Cusco, son mayores de 100 Kgf, y cumplen con la exigencia de las normas NTE INEN 990”**

La magnitud de la resistencia a la flexión de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas manufacturadas en Piñipampa, cumplen parcialmente con los requisitos exigidos en la norma NTE INEN 990, esta afirmación se sustenta en los resultados de los ensayos de resistencia a la flexión aplicados a las tejas cerámicas en esta investigación que se muestran en las Tablas 186, 187, 188 y 189.



La demostración parcial de la hipótesis se debe a la inadecuada forma de selección de las tejas cerámicas durante el movimiento de descarga del horno para su puesta en venta; el método de selección de tejas cerámicas es netamente visual para la selección las tejas cerámicas consideradas como deficientes, según resultados de la encuesta aplicada. Asimismo a deficiencias en el proceso de trituración existiendo partículas de rocas mayores de 2 o 3 mm, estas rocas tienen puntos de fusión mayores que los minerales de arcilla a sevección que se sustenta en las Tablas 190, 191, 192 y 193.

Conclusión número 6

Se logró demostrar la sub hipótesis 5 que indica **“La teja cerámica mecanizada manufacturada en Piñipampa – Cusco, es la que posee mejor calidad verificada según parámetros de las normas NTE INEN”**

Los resultados de los ensayos de variabilidad dimensional, absorción de agua y resistencia a la flexión, aplicados a las tejas cerámicas artesanales y tejas cerámicas mecanizadas manufacturadas en Piñipampa demuestran que la teja cerámica mecanizada posee mejor calidad comparada a la teja cerámica artesanal, esta afirmación se sustenta en los resultados de esta investigación mostrados en las Tablas 180, 184 y 188.



Recomendaciones

1. Se recomienda a los productores de tejas cerámicas artesanales y tejas cerámicas mecanizadas de Piñipampa a recibir orientación técnica, para determinar y utilizar dosificaciones adecuadas de mezclas de arcillas, arena fina y agua con el objetivo de controlar la plasticidad de la mezcla y con ello la contracción de la tejas cerámicas durante su secado y cocción; de no controlarse se generan grietas o rajaduras. Esto puede ser determinado de forma objetiva a través del índice de plasticidad de la dosificación. Por otra parte la dosificación de arcillas determina el color de cocción de la teja cerámica y los colores preferidos por los usuarios es el color característico de la teja cerámica que es el color rojizo o anaranjado.
2. Se recomienda a los productores de tejas cerámicas artesanales y tejas cerámicas mecanizadas de Piñipampa, a recibir una asistencia técnica para determinar las acciones de control de cada uno de los procesos básicos de la manufactura de las tejas cerámicas, para garantizar un producto cerámico de calidad.
3. Se recomienda a los productores de tejas cerámicas artesanales y tejas cerámicas mecanizadas de Piñipampa, complementar los criterios de selección de tejas cerámicas para la puesta en venta, con ensayos de control de calidad a las tejas cerámicas realizado por un personal técnico, puesto que el actual método de selección es netamente visual, que no es suficiente para determinar la calidad de la teja cerámica.
4. Se recomienda hacer estudios de investigación que aporten a la formulación de una futura norma técnica nacional que contemple la normalización de todos los procesos de producción de las tejas cerámicas.
5. Se recomienda hacer estudios de investigación que relacione la magnitud de la absorción de las tejas cerámicas con su magnitud de la resistencia a la flexión.
6. Se recomienda hacer estudios de investigación de la permeabilidad que tienen las tejas cerámicas, debido a que otras normas internacionales exigen la realización de este ensayo para magnitudes de absorción mayores de 10% en tejas cerámicas.



7. Se recomienda hacer estudios de investigación de la durabilidad de las tejas cerámicas, en comparación con otros materiales de acabados de cubiertas de edificaciones.
8. Se recomienda al sector de la industria de la construcción de viviendas y edificaciones hacer uso de la teja cerámica mecanizada manufacturada en Piñipampa en los acabados de cubiertas de sus obras, porque tienen mejor calidad que las tejas cerámicas artesanales. Asimismo hacer conocer a los usuarios que los acabados de las cubiertas de viviendas y edificaciones requieren de un mantenimiento periódico.
9. Se recomienda al Ministerio de Producción y organismos adscritos para que se elabore una Norma Técnica Peruana para el control de calidad de las tejas cerámicas.
10. Se recomienda al Ministerio de Producción y organismos adscritos que consideren como uno de los requisitos de las tejas cerámicas artesanales que estas sean complementadas en su manufactura con un proceso de vidriado o glaseado; puesto que las tejas elaboradas por moldeo manual tienen todas sus superficies rugosas y principalmente la parte cóncava producto de su moldeo arenado, esto favorece al desarrollo y crecimiento de musgos que afectan la estanqueidad y apariencia de la teja cerámica durante su uso en los acabados de las cubiertas de viviendas y edificaciones.



Referencias Bibliográficas

- Askeland, D., Fulay, P., y Wright, W. (2011). *Ciencia e ingeniería de materiales*. México D.F.: Edamsa Impresiones S.A.
- Aucacahuaqui, Y., & Quispe, M. (2017). *Formulación de mezclas para la producción de tejas con adición de un componente limoso arcilloso* (tesis de pregrado). Universidad de San Antonio Abad del Cusco, Peru.
- Bernal, C. A. (2006). *Metodología de la investigación*. México D.F.: Pearson Educación.
- Bowles, J. (1981). *Manuel de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil*. México D.F.: McGraw-Hill.
- Braja, D. (2001). *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. México D.F.: Thomson learning.
- Casado Piñeiro, M. (2005). *Procesos de producción más limpia en ladrilleras de Arequipa y Cusco*. Lima: Cosude.
- Ccori, D. (2014). *Propuesta de techo mejorado contra filtraciones pluviométricas para cubiertas con tejas tipo colonial en el Cusco como zona altoandina* (tesis de pregrado). Universidad Andina del Cusco, Peru.
- Facincani, E. (1993). *Tecnología cerámica "Los ladrillos"*. Madrid: Faenza.
- Galán, E., y Aparicio, P. (1998). *Materias primas para la industria cerámica*. Sevilla.
- Gallegos, H., y Casabonne, C. (2005). *Albañilería Estructural*. Lima: Fondo editorial PUCP.
- Gil, S. (1978). *Metodología de la Investigación Científica*. Madrid.
- Groover, M. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna*. México D.F.: McGraw-Hill.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGraw-Hill.
- Miranda, L. F., y Medina, E. (1998). *Investigando en ingeniería*. Arequipa: Editorial UNSA.
- Pérez, V. (2000). *Materiales y procedimientos de construcción*. México D.F.: Trillas.
- Schey, J. (2002). *Procesos de manufactura*. México D.F.: McGraw-Hill.
- Smith, W., y Hashemi, J. (2006). *Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales*. México D.F.: McGraw-Hill.
- Tafur, R. (1995). *La Tesis Universitaria*. Lima: Mantaro.
- Valdez de la Torre, B. (1994). *Cerámica y Refractarios*. Lima: A&B S.A.

**Referencias de Internet**

- Álvarez, A., & Chacho, G. (2015). *Sustitución de vidrio crudo a base oxido de plomo por uno fritado en la elaboración de tejas en el sector San José de Balzay y Racar* (tesis pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.
Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23242>
- Broto, C. (2005). *Enciclopedia Broto de patologías de la construcción*. Recuperado de https://higieneyseguridadlaboralcvb.files.wordpress.com/2012/07/enciclopedia_broto_de_patologias_de_la_construccion.pdf
- Chávez, D. (2014). *Estudio de tejas de microcemento e implementación de un taller de producción* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Peru.
Recuperado de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/3278/1/chavez_rd.pdf
- Figueredo, L. (2008). *Diagnosis y tratamientos de las patologías inherentes a los materiales cerámicos en la construcción de edificaciones* (tesis de pregrado). Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, Cuba.
Recuperado de <http://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/4299>
- García, A. (2011). *Análisis de las características físicas y del comportamiento mecánico de las tejas cerámicas curvas antiguas y su evolución en el tiempo* (tesis de postgrado). Universidad Politécnica de Madrid, España.
Recuperado de <http://oa.upm.es/10343/>
- Gavilanes, C., & Santellán, G. (2016). *Normalización y estandarización de la fabricación de ladrillos y tejas del Cantón Chambo* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo Riobamba, Ecuador.
Recuperado de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/1378>
- Guerra, X., & Jaramillo, A. (2015). *Caracterización física, mecánica y térmica de materiales vernáculos de la región sierra del Ecuador* (tesis pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.
Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/12566>



- Guerrero, Acevedo y Escobar (2018). *¿Cómo influyen las malas prácticas en la calidad de productos cerámicos?* Recuperado de <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/3965>
- Güemes y Martín (2012). *Ciencia de materiales para ingenieros*. Recuperado de https://drive.google.com/file/d/1Re4o2vUAAzLN4SyHFIHskJbSD2o91cj-/view?fbclid=IwAR06c5fZpQrHqAfpvHd_6W6jZFICGoy5Ctp44RMENjREjBWZEpRoCEw0X3w
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Resultados definitivos de los censos nacionales 2017 – Cusco* (tomo I y XII). Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1559/
- Instituto Nacional de Educación Tecnológica - INET. (2011). *Materiales y materias Primas* (6). Recuperado de <http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/ceramicos.pdf>
- NTE INEN 986. (1984). *Tejas cerámicas. Definiciones. Clasificación y condiciones Generales*. Recuperado de https://181.112.149.204/buzón/normas/nte_inen_986.pdf
- NTE INEN 988. (1984). *Tejas cerámicas. Determinación de la resistencia a la flexión*. Recuperado de http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_988.pdf
- NTE INEN 989. (1984). *Tejas cerámicas. Determinación de la absorción de agua*. Recuperado de http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_989.pdf
- NTE INEN 990. (1984). *Tejas cerámicas. Requisitos*. Recuperado de http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_990.pdf
- Puy, A. (2005). *Influencia de la temperatura en el límite líquido para suelos con diferentes índices de plasticidad* (tesis de pregrado). Universidad Politécnica de Catalunya, España. Recuperado de <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/3282>



Anexos

Anexo 1: Matriz de Consistencia

Anexo 2: Tabla de distribución t-student de 2 colas (regiones de rechazo)

Anexo 3: Evaluación del peso de las tejas cerámicas de Piñipampa.

Anexo 4: Evaluación de los tipos de rotura de las tejas cerámicas de Piñipampa.

Anexo 5: Normas Técnicas Ecuatorianas INEN:

- NTE INEN 986 (1984)
- NTE INEN 988 (1984)
- NTE INEN 989 (1984)
- NTE INEN 990 (1984)



Anexo 1: Matriz de Consistencia

“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DE LAS TEJAS CERÁMICAS ARTESANALES Y MECANIZADAS MANUFACTURADAS EN PIÑIPAMPA – CUSCO 2018, SEGÚN PARÁMETROS DE LAS NORMAS NTE INEN”					
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES DEPENDIENTES	INDICADORES – VARIABLES DEPENDIENTES	INSTRUMENTOS
¿Cuál es la evaluación de las propiedades físicas – mecánicas de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas con su dosificación actual de materias primas que se manufacturan en Piñipampa – Cusco, y estas cumplen con los parámetros prescritos por las Normas Técnicas Ecuatorianas de requisitos de tejas cerámicas para cobertura de techo; NTE INEN?	Evaluar las propiedades físicas - mecánicas de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas con su dosificación actual de materias primas que se manufacturan en Piñipampa – Cusco, según las exigencias de las normas ecuatorianas de requisitos de tejas para cobertura de techos; NTE INEN.	Las magnitudes de las propiedades físicas – mecánicas de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas con su dosificación actual de materias primas que se manufacturan en Piñipampa – Cusco, cumplen con las exigencias de las normas ecuatorianas de requisitos de tejas cerámicas para cobertura de techos, NTE INEN.	Propiedades físicas de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas.	<ul style="list-style-type: none"> Absorción de agua (%) Variabilidad dimensional (%) 	Fichas de laboratorio y campo.
			Propiedad mecánica de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas.	<ul style="list-style-type: none"> Resistencia a la flexión (Kgf) 	METODOLOGÍA
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	VARIABLES INDEPENDIENTES	INDICADORES – VARIABLES INDEPENDIENTES	MÉTODO: Hipotético - Deductivo
1. ¿Cuál es la dosificación típica de materias primas utilizada en la manufactura de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas en Piñipampa – Cusco?	1. Determinar la dosificación típica de materias primas utilizada en la manufacturación de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas en Piñipampa – Cusco.	1. La dosificación típica de las materias primas para la manufactura de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas en Piñipampa – Cusco, tiene la proporción de: 65%-40%: 30%-40%: 15%-25% (arcilla A: arcilla B: arena fina) de materias primas.	Teja Cerámica	Tipo de teja cerámica (artesanal, mecanizada)	TIPO de Investigación: Cuantitativo ALCANCE: Descriptiva con connotación correlacional DISEÑO: Experimental
2. ¿Cuál es la magnitud de la absorción de agua de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas manufacturadas en Piñipampa – Cusco, y estas cumplen con la exigencia de la norma NTE INEN 990?	2. Determinar la magnitud de la absorción de agua de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas manufacturadas en Piñipampa – Cusco, según la norma NTE INEN 989, y verificar cumplimiento de acuerdo a la norma NTE INEN 990.	2. La magnitud de absorción de agua de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas manufacturadas en Piñipampa – Cusco, son menores del 18%, y cumplen con la exigencia de la norma NTE INEN 990.			
3. ¿Cuál es la magnitud de variabilidad dimensional de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas manufacturadas en Piñipampa – Cusco, y estas cumplen con la exigencia de la norma NTE INEN 986?	3. Determinar la magnitud de la variabilidad dimensional de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas manufacturadas en Piñipampa – Cusco y verificar su cumplimiento conforme a la norma NTE INEN 986.	3. La magnitud de variabilidad dimensional de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas manufacturadas en Piñipampa – Cusco, son menores del 4% y cumplen con la exigencia de la norma NTE INEN 986.	Dosificación	<ul style="list-style-type: none"> Análisis granulométrico Límites de Atterberg 	TIPO de Diseño: Cuasi Experimental
4. ¿Cuál es la magnitud de la resistencia a la flexión de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas manufacturadas en Piñipampa – Cusco, y estas cumplen con la exigencia de la norma NTE INEN 990?	4. Determinar la magnitud de la resistencia a la flexión de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas manufacturadas en Piñipampa – Cusco, según norma NTE INEN 988, y verificar su cumplimiento conforme a la norma NTE INEN 990.	4. La magnitud de la resistencia a la flexión de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas manufacturadas en Piñipampa – Cusco, son mayores de 100 Kg, y cumplen con la exigencia de la norma NTE INEN 990.			
5. ¿Qué tipo de teja cerámica manufacturada en Piñipampa – Cusco, es clasificada como de mejor calidad verificada según parámetros de las normas NTE INEN?	5. Determinar el tipo de teja cerámica de mejor calidad manufacturada en Piñipampa – Cusco, verificada según parámetros de las normas NTE INEN.	5. La teja cerámica mecanizada manufacturada en Piñipampa – Cusco, es la que posee mejor calidad verificada según parámetros de las normas NTE INEN.			

Anexo 2: Tabla de distribución t – Student.

En esta tabla con el nivel de confianza y los grados de libertad se puede determinar el valor de t utilizado para definir el intervalo de confianza: $t = 3.747$

gl	ÁREA DE DOS COLAS						
	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001	0,0001
1	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	636,619	6366,198
2	1,886	2,920	4,303	6,695	9,925	31,598	99,992
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924	28,000
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610	15,544
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869	11,178
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959	9,082
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408	7,885
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041	7,120
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781	6,594
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587	6,211
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437	5,921
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318	5,694
13	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221	5,513
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140	5,363
15	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073	5,239
16	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015	5,134
17	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965	5,044
18	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922	4,966
19	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883	4,897
20	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850	4,837
21	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819	4,784
22	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792	4,736
23	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,767	4,693
24	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745	4,654
25	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725	4,619
26	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707	4,587
27	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,690	4,558
28	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674	4,530
29	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,659	4,506
30	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646	4,482
40	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551	4,321
60	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460	4,169
100	1,290	1,660	1,984	2,364	2,626	3,390	4,053
140	1,288	1,656	1,977	2,353	2,611	3,361	4,006
∞	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291	3,891

Fuente: Dpt. Estadística e Inv. Operativa Universidad de Valencia.
(<https://www.uv.es/ceaces/scripts/tablas/tastud.htm>)

Anexo 3: Evaluación del peso de las tejas cerámicas manufacturadas en Piñipampa – Cusco, noviembre 2018.

Tabla 202: Determinación del peso de las tejas cerámicas artesanales.

Muestra	Media (g)	Desviación Estándar	Error Estándar de la Media	t	Intervalo de Confianza (g)		Media Estadística
					Límite Inferior	Límite Superior	
A1	1616.44	26.635934	11.91195198	3.747	1571.805916	1661.074084	1616.44
A2	1534.88	28.968379	12.95505307	3.747	1486.337416	1583.422584	1534.88
A3	1433.00	30.162891	13.48925498	3.747	1382.455762	1483.544238	1433.00
A4	1723.92	41.59185	18.60044085	3.747	1654.224148	1793.615852	1723.92
A5	1565.86	36.251593	16.21220528	3.747	1505.112867	1626.607133	1565.86
A6	1582.52	33.473527	14.9698163	3.747	1526.428098	1638.611902	1582.52
A7	1553.70	46.68308	20.87730826	3.747	1475.472726	1631.927274	1553.70
A8	1694.74	41.142654	18.39955434	3.747	1625.79687	1763.68313	1694.74
A9	1629.62	27.849991	12.45489462	3.747	1582.95151	1676.28849	1629.62
A10	1501.64	42.437637	18.97868805	3.747	1430.526856	1572.753144	1501.64
A11	1594.60	19.113215	8.547689746	3.747	1562.571807	1626.628193	1594.60
A12	1619.06	52.553382	23.50258709	3.747	1530.995806	1707.124194	1619.06
A13	1612.64	22.137705	9.900282824	3.747	1575.54364	1649.73636	1612.64
A14	1567.06	56.167054	25.11867035	3.747	1472.940342	1661.179658	1567.06
A15	1631.24	16.882624	7.550139072	3.747	1602.949629	1659.530371	1631.24
A16	1587.90	19.742847	8.829269505	3.747	1554.816727	1620.983273	1579.38
A17	1508.20	29.743571	13.30172921	3.747	1458.358421	1558.041579	1508.20
A18	1415.72	29.699949	13.2822212	3.747	1365.951517	1465.488483	1415.72
A19	1598.74	69.161499	30.92996282	3.747	1482.845429	1714.634571	1598.74
A20	1545.76	28.393538	12.69797622	3.747	1498.180683	1593.339317	1545.76
Media (g)							1575.44
Máximo (g)							1723.92
Mínimo (g)							1415.72

Fuente: Propia

Tabla 203: Determinación del peso de las tejas cerámicas mecanizadas.

Muestra	Media (g)	Desviación Estándar	Error Estándar de la Media	t	Intervalo de Confianza (g)		Media Estadística
					Límite Inferior	Límite Superior	
M1	1574.88	4.2973247	1.921822052	3.747	1567.6789	1582.08107	1574.88
M2	1426.82	10.872534	4.862345113	3.747	1408.6008	1445.03921	1426.82
M3	1520.54	13.606726	6.085112982	3.747	1497.7391	1543.34092	1520.54
M4	1544.44	53.284266	23.82944817	3.747	1455.1511	1633.72894	1567.73
M5	1490.16	9.7040198	4.339769579	3.747	1473.8989	1506.42112	1490.16
M6	1517.44	7.8430224	3.507506237	3.747	1504.2974	1530.58263	1517.44
M7	1814.50	31.111332	13.9134108	3.747	1762.3664	1866.63355	1814.50
M8	1617.58	12.386162	5.539259878	3.747	1596.8244	1638.33561	1617.58
M9	1424.22	15.519246	6.940417855	3.747	1398.2143	1450.22575	1424.22
M10	1402.82	113.94546	50.95795718	3.747	1211.8805	1593.75947	1402.82
M11	1443.76	12.568134	5.620640533	3.747	1422.6995	1464.82054	1443.76
M12	1527.82	12.581415	5.626579778	3.747	1506.7372	1548.90279	1527.82
M13	1512.52	15.160706	6.780073746	3.747	1487.1151	1537.92494	1512.52
M14	1494.64	6.7729609	3.028960218	3.747	1483.2905	1505.98951	1494.64
M15	1513.72	15.60391	6.978280591	3.747	1487.5724	1539.86762	1513.72
M16	1328.44	6.1157992	2.735068555	3.747	1318.1917	1338.6883	1331.05
M17	1516.68	4.8669292	2.176556914	3.747	1508.5244	1524.83556	1516.68
M18	1641.22	13.312663	5.953603951	3.747	1618.9118	1663.52815	1641.22
M19	1319.60	4.1785165	1.86868938	3.747	1312.598	1326.60198	1319.60
M20	1569.20	9.5989583	4.292784644	3.747	1553.1149	1585.28506	1565.13
M21	1366.10	18.285787	8.177652475	3.747	1335.4583	1396.74166	1374.00
Media (g)							1504.61
Máximo (g)							1814.50
Mínimo (g)							1319.60

Fuente: Propia

Anexo 4: Evaluación de los tipos de rotura de las tejas cerámicas manufacturadas en Piñipampa – Cusco, noviembre 2018.

Tabla 204: Determinación del tipo de rotura de las tejas cerámicas artesanales.

Tipo de Rotura	Cantidad
Tipo 1 (Longitudinal)	3
Tipo 2 (Diagonal)	62
Tipo 3 (Transversal)	34
Tipo 4 (Mixto)	1
Total	100

Fuente: Propia

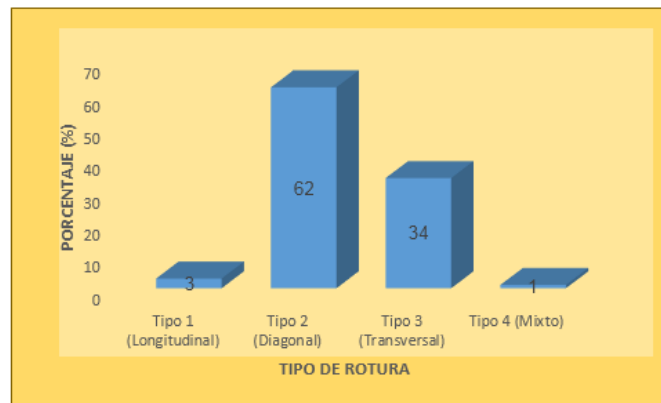


Figura 81: Diagrama del tipo de rotura de las tejas cerámicas artesanales.

Fuente: Propia del autor.

Tabla 205: Determinación del tipo de rotura de las tejas cerámicas mecanizadas.

Tipo de Rotura	Cantidad
Tipo 1 (Longitudinal)	1
Tipo 2 (Diagonal)	80
Tipo 3 (Transversal)	23
Tipo 4 (Mixto)	1
Total	105

Fuente: Propia

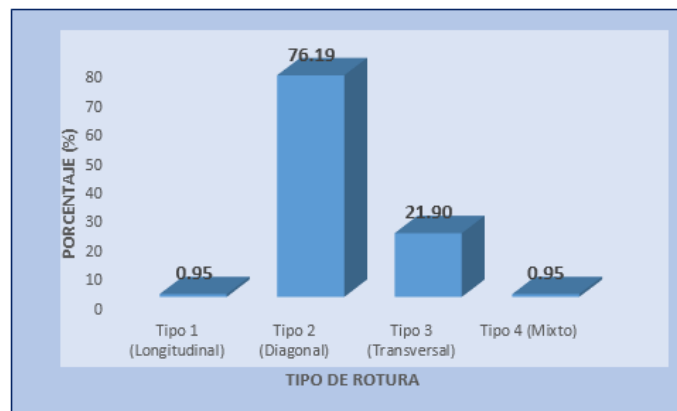


Figura 82: Diagrama del tipo de rotura de las tejas cerámicas mecanizadas.

Fuente: Propia del autor.



Anexo 5: Normas Técnicas Ecuatorianas INEN

Norma Técnica Ecuatoriana INEN 986

Norma Técnica Ecuatoriana	TEJAS CERAMICAS. DEFINICIONES. CLASIFICACIÓN Y CONDICIONES GENERALES	INEN 986 1982-12
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece las definiciones, la clasificación y las condiciones generales de uso de las tejas cerámicas empleadas en el recubrimiento de techos.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma comprende las tejas cerámicas fabricadas de arcilla moldeada y cocida. No comprende las tejas fabricadas con materiales silicocalcáreos.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Teja. Es una pieza acanalada o plana, de poco espesor, hecha de arcilla o tierra arcillosa, adecuadamente quemada.</p> <p style="text-align: center;">4. CLASIFICACION</p> <p>4.1 Las tejas de arcilla se clasifican en dos grupos principales: las tejas curvadas y las tejas planas.</p> <p>4.1.1 La teja curvada es la que tiene forma acanalada en el sentido longitudinal, con una ligera reducción de su ancho hacia un extremo.</p> <p>4.1.2 La teja plana tiene la forma de un paralelepípedo regular de espesor muy reducido en relación a sus demás dimensiones.</p> <p style="text-align: center;">5. CONDICIONES GENERALES</p> <p>5.1 Las tejas deben fabricarse de arcilla o tierra arcillosa, de suficiente plasticidad y consistencia para que puedan tomar forma permanente y secarse sin presentar grietas, nódulos o deformaciones.</p> <p>5.2 Las tejas se fabrican por el procedimiento de cocción al rojo, a una temperatura mínima de 800 °C. Una vez cocidas deben tener una masa homogénea de resistencia uniforme. Deben tener un color rojizo y, cuando se golpean con un material duro, deben emitir un sonido metálico.</p> <p>5.3 Dimensiones y tolerancias</p> <p>5.3.1 Las medidas nominales de las tejas en centímetros serán las siguientes:</p> <p>a) para la teja curvada:</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		



largo: 44 cm
ancho: 22 cm
espesor: 1 cm
flecha de la curvatura: 6 cm.

b) Para la teja plana:

largo: 44 cm
ancho: 30 cm
espesor: 1 cm.

5.3.2 Las dimensiones de las tejas deben ser uniformes. No se permite en ellas una variación mayor del 4%.

5.3.3 Por convenio entre el fabricante y el comprador podrán fabricarse tejas hasta de 60 cm de largo, variando en proporción las otras dimensiones.

5.4 Tejas vidriadas

5.4.1 Las tejas cerámicas pueden llevar en su cara exterior o interior una capa de material impermeable que reduce notablemente la absorción de humedad. En este caso se conoce como tejas vidriadas.

(Continua)



APENDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

Esta norma no requiere de otras para su aplicación.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Venezolana NORVEN 76 - 5 - 60. *Tejas de arcilla* Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, 1960.

Félix Orús Asso. *Materiales de construcción*. Editorial Dossat. Madrid, 1973.



Norma Técnica Ecuatoriana INEN 988

Norma Técnica Ecuatoriana	TEJAS CERAMICAS. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION	INEN 988 1982-12
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método de ensayo de las tejas cerámicas para comprobar su resistencia a la flexión.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma comprende las tejas cerámicas fabricadas de arcilla moldeada y cocida. No comprende las tejas fabricadas con materiales silicocalcáreos.</p> <p style="text-align: center;">3. RESUMEN</p> <p>3.1 El procedimiento descrito en esta norma se basa en la aplicación de una carga vertical progresiva sobre una teja colocada horizontalmente sobre soportes separados hasta llegar a la rotura de la teja.</p> <p style="text-align: center;">4. METODO</p> <p>4.1 Aparato</p> <p>4.1.1 Se utilizará una máquina apropiada para los ensayos de flexión. Las piezas de carga y apoyo serán de acero. Las partes en contacto con la muestra serán cilíndricas y las líneas de contacto deberán mantenerse perfectamente paralelas.</p> <p>4.2 Preparación de la muestra</p> <p>4.2.1 Se someterán al ensayo por lo menos cinco tejas enteras, desecadas en una estufa entre 110° y 115°C hasta obtener masa constante.</p> <p>4.2.2 Sobre el lomo o en la parte central de la muestra se preparará una superficie de 6 x 6 cm, con una capa plana de mortero de yeso calcinado para la aplicación de la carga.</p> <p>4.3 Procedimiento</p> <p>4.3.1 Colocar la muestra de ensayo, con el lomo hacia arriba, centrada sobre cuatro puntos de apoyo, dos en cada extremo o boca.</p> <p>4.3.2 Colocar los dos soportes de cada extremo exactamente a 15 cm de la línea transversal del centro de la teja, dejando, por lo tanto, un espacio libre de 30 cm entre los apoyos.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		



4.3.3 Aplicarla carga sobre la superficie preparada ala velocidad de 40 a 50 kg/min.

4.4 Cálculo e informe de resultados

4.4.1 La resistencia a la flexión de cada muestra está dada por la carga de rotura que indique la máquina.

4.4.2 Se tomará como resultado la media aritmética de los valores obtenidos en las cinco muestras ensayadas, consignándose también los dos valores extremos.

(Continua)



APENDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

Esta norma no requiere de otras para su aplicación.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Venezolana NORVEN 76 - 8 - 60. *Método de ensayo de las tejas de arcilla*. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, 1960.



Norma Técnica Ecuatoriana INEN 989

Norma Técnica Ecuatoriana	TEJAS CERAMICAS. DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN DE AGUA	INEN 989 1982-12
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método de ensayo de las tejas cerámicas para determinar la absorción de agua.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma comprende las tejas cerámicas fabricadas de arcilla moldeada y cocida. No comprende las tejas fabricadas con materiales silicocalcáreos.</p> <p style="text-align: center;">3. RESUMEN</p> <p>3.1 El procedimiento descrito en esta norma se basa en la determinación de las masas de una muestra de tejas artes y después de sumergirse en agua, estableciéndose la diferencia entre las dos masas como base para conocer el valor de la absorción de agua.</p> <p style="text-align: center;">4. METODO</p> <p>4.1 Instrumental</p> <p>4.1.1 Balanza con capacidad mínima de 2 kg y con escala que permita lecturas hasta de 0,2 g.</p> <p>4.1.2 Estufa de desecación regulada a la temperatura de 110°C.</p> <p>4.2 Preparación de las muestras</p> <p>4.2.1 La muestra para el ensayo de absorción constará, al menos de cinco tejas enteras, o tres fragmentos representativos de cada una de las cinco. La masa de cada pieza no debe ser menor de 250 g.</p> <p>4.2.2 Las tejas enteras o las piezas representativas se desecarán en estufa a 110°C hasta obtener masa constante. Luego se enfriarán a la temperatura ambiente y se volverán a pesar. Si se observa un aumento de masa mayor del 1%, se repetirá la operación.</p> <p>4.3 Procedimiento</p> <p>4.3.1 Una vez preparadas las muestras y anotada su masa constante, sumergirlas en agua destilada o de lluvia, cuya temperatura se llevará hasta la ebullición, la cual se mantendrá durante una hora. Dejar enfriar el agua a la temperatura ambiental.</p> <p>4.3.2 Sacar las muestras del agua y dejar escurrir ésta durante un tiempo no mayor a un minuto.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		



4.3.3 Volver a pesar las muestras húmedas anotando el valor de su masa.

4.4 Cálculo

4.4.1 La absorción de cada muestra, expresada en porcentaje, se calcula por la ecuación siguiente:

$$\text{absorción \%} = \frac{M_2 - M_1}{M_1} \times 100$$

4.5.1 El promedio de los valores de absorción obtenido en las cinco tejas o en sus fragmentos representativos, indica el porcentaje de absorción de agua del lote de tejas inspeccionado.

(Continua)



APENDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

Esta norma no requiere de otras para su aplicación.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Venezolana NORVEN 76 - 8 - 60. *Método de ensayo de las tejas de arcilla*. Comisión Venezolana de Normas Técnicas. Caracas, 1960.



Norma Técnica Ecuatoriana INEN 990

Norma Técnica Ecuatoriana	TEJAS CERAMICAS. REQUISITOS	INEN 990 1982-12																	
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las tejas cerámicas empleadas en el recubrimiento de techos.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma comprende las tejas cerámicas fabricadas de arcilla moldeada o cocida. No comprende las tejas fabricadas con materiales sílico - calcáreos.</p> <p style="text-align: center;">3. CLASIFICACION</p> <p>3.1 Para efectos de esta norma, las tejas se clasifican de acuerdo a su forma y acabado, en los siguientes tipos:</p> <p>Tipo A. La teja común curva. Tipo B. La teja común plana Tipo C. La teja vidriada curva Tipo D. La teja vidriada plana</p> <p style="text-align: center;">4. REQUISITOS</p> <p>4.1 Resistencia a la flexión</p> <p>4.1.1 La resistencia a la flexión será determinada por la Norma INEN 988 y no debe ser menor de los valores indicados en la Tabla 1.</p> <p style="text-align: center;">TABLA 1. Resistencia a la flexión de las tejas</p> <table border="1" data-bbox="448 1554 1166 1733"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tipo de teja</th> <th colspan="2">Resistencia a la flexión, en kg/cm²</th> </tr> <tr> <th>Promedio de cinco tejas</th> <th>Minimo para una teja cualquiera</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>100</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>70</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>100</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>70</td> <td>55</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>			Tipo de teja	Resistencia a la flexión, en kg/cm ²		Promedio de cinco tejas	Minimo para una teja cualquiera	A	100	80	B	70	55	C	100	80	D	70	55
Tipo de teja	Resistencia a la flexión, en kg/cm ²																		
	Promedio de cinco tejas	Minimo para una teja cualquiera																	
A	100	80																	
B	70	55																	
C	100	80																	
D	70	55																	



4.2 Absorción de agua

4.2.1 La absorción de agua será determinada por la Norma INEN 989 y no podrá exceder los valores indicados en la Tabla 2.

TABLA 2. Absorción de agua de las tejas

Tipo de teja	Absorción de agua el porcentaje	
	Promedio de cinco tejas	Una teja cualquiera como máximo
A	18%	20%
B	20%	22%
C	12%	14%
D	14%	16%

(Continua)



APENDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

INEN 988. *Tejas cerámicas. Determinación de la resistencia a la flexión.*

INEN 989. *Tejas cerámicas. Determinación de la absorción de agua.*

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Venezolana NORVEN 76 - 5 - 60. *Tejas de arcilla.* Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, 1960.

Félix Orús Asso. *Materiales de Construcción.* Editorial Dossat. Madrid, 1973.