

APENDICE 2

CALCULO DE LA TENACIDAD OMEGA EN MATERIAS PRIMAS LITICAS

- A2.1 METODOLOGÍA
 - A2.1.1 Características de la muestra ensayada
 - A2.1.1.1 Procesamiento de la muestra
 - A2.1.1.2 Características del ensayo
- A2.2 RESULTADOS OBTENIDOS
- A2.3 DISCUSIÓN
- A2.4 IMPLICANCIAS ARQUEOLÓGICAS

A2.1 - METODOLOGIA

A2.1.1. Características de la muestra ensayada

Las rocas ensayadas (N=44) representan un tercio de la litoteca de Ratto, conformada por materias primas líticas procedentes de distintos sitios arqueológicos del país. Estos quedan expresados en la Tabla A2.1, como así también, su sigla identificatoria, ubicación geográfica, y arqueólogo/s responsable/s de los trabajos sistemáticos en los mismos. Cada materia prima lítica está representada por una muestra de mano y su respectivo corte delgado para análisis microscópico. Tan sólo pudieron ser ensayadas aquellas rocas que tenían el tamaño apropiado para obtener muestras normalizadas a espesores prefijados, también llamadas probetas -ver más adelante. La muestra está compuesta por diferentes tipos de rocas: volcánicas -básicas y ácidas-, piroclásticas, metamórficas y sedimentarias. Muchas rocas presentan procesos de diagénesis y/o hidrotermales, que provocaron su silicificación.

Sitio Arqueológico	Ubicación	Responsable
Punta María (PM)	Costa atlántica, Isla Grande de Tierra del Fuego.	Borrero (1985)
Rancho Donata (RD)	Península Mitre, Isla Grande de Tierra del Fuego.	Lanata (1993)
Juni Aike (JA) y Potrok Aike (PA)	Sur de Santa Cruz, límite con Chile.	Gomez Otero (1987, 1989)
Piedra Parada (PP), Campo Cerda (CCe) y Angostura Blanca (AB)	Curso medio del río Chubut. (Chubut)	Perez de Micou <i>et al.</i> (1992); Bellelli (1994)
Cerro Castillo (CC)	Límite Río Negro y Chubut (Gastre)	Belardi (Ratto y Belardi 1993)
Quebrada Seca (QS)	Antofagasta de la Sierra (Catamarca)	Aschero (Aschero <i>et al.</i> 1991)
Potrero Chaquiago (LS)	Andalgalá (Catamarca)	Williams (1991)

Tabla A2.1 - Sitios arqueológicos de procedencia de las muestras ensayadas.

A2.1.1.1. Procesamiento de la muestra

La mayoría de los cortes delgados de las muestras ensayadas, fueron analizados por los geólogos Dres. Mario Teruggi (UNLP) y Stella Poma de Page (UBA) en distintas oportunidades. Para el cálculo cuantitativo de la tenacidad de las rocas se necesitaba contar con datos cuantitativos -porcentaje de minerales en la composición, porcentaje de alteración, etc.- que, en la mayoría de los casos, no habían sido registrados en su oportunidad. Por

lo tanto, Ratto y Nestiero (1994) procedieron a revisar nuevamente los cortes delgados de las muestras ensayadas para obtener la información faltante y necesaria para el análisis propuesto. Sin embargo, se mantuvo la nominación de cada roca asignada originalmente por los geólogos petrógrafos mencionados, dado que se considera que lo importante no es el nombre dado a las rocas sino sus propiedades estructurales.

Se considera que la tenacidad depende del tipo, tamaño, forma, ligazón y disposición de los minerales, y de los planos de debilidad de la roca. En la revisión de los cortes delgados fueron registradas las variables: (a) composición mineral expresada en porcentaje; (b) tamaño de grano de cada uno de los minerales; (c) tipo de textura; (d) presencia y/o ausencia de vidrio, y (e) presencia y/o ausencia de alteración de los minerales. A partir de la información de base relevada se calculó el tamaño de grano ponderado y la dureza teórica de cada roca ensayada.

Por otro lado, cada muestra de mano fue cortada generando dos rangos de espesores promedios -2 y 4 mm-. Para ello, se utilizó la cortadora de filo de diamante instalada en el Departamento de Geología (FCEyN-UBA). Las muestras normalizadas obtenidas –probetas- fueron ensayadas en la máquina de medición de tenacidad, diseñada y construida por Nestiero. Esta presenta un diseño similar a la máquina Page que fuera utilizada por Kittl cuando realizó sus ensayos mecánicos en los laboratorios de Vialidad Nacional (Kittl 1942).

A2.1.1.2. Características del ensayo

El ensayo consiste en dejar caer una herramienta de masa fija sobre cada una de las probetas a partir de 1 cm. de altura, incrementándose sucesivamente, luego de cada impacto, en 1 cm., hasta alcanzar la altura en la que se logra romper la probeta. El valor de esa altura es tomado como el valor de tenacidad para esa probeta. La herramienta de masa fija consiste en una planchuela de acero de 500 grs. de masa, que corre libremente entre dos guías paralelas verticales; colocándole a una de éstas una escala métrica -0-100 cm-. Los valores obtenidos se vuelcan en un gráfico, donde la ordenada y la abscisa corresponden a los valores de las alturas de caída de la herramienta y al espesor de la probeta ensayada, respectivamente. De esta manera, quedan graficados dos puntos que unidos conforman una recta de pendiente determinada, denominada *línea de rotura* (Nestiero 1993, 1994). Esta indica, de manera aproximada, la evolución de la tenacidad de una roca en función del espesor de la probeta. Mediante un simple cálculo matemático se obtiene la tenacidad, a la que llamamos TENACIDAD OMEGA, para cada una de las muestras analizadas a un espesor de 3 mm. Las tenacidades se calibran a ese

espesor, a los efectos de facilitar la comparación de la misma variable entre distintas muestras. Este paso puede realizarse por *interpolación* en la curva de ruptura y mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$T_{3\text{mm}} = \frac{T_2 - T_1}{E_2 - E_1} \times (3\text{mm} - E_1) + T_1$$

Donde:

$T_{3\text{mm}}$ = Tenacidad Omega –calculada a 3 mm de espesor-

T_1 = Tenacidad de la probeta 1

T_2 = Tenacidad de la probeta 2

E_1 = Espesor de la probeta 1 -valores variables entre 1 y 2 mm-

E_2 = Espesor de la probeta 2 -valores variables entre 4 y 6 mm-

A2.2 - RESULTADOS OBTENIDOS

Para facilitar la lectura de los datos, se presenta la información de base en forma de tablas y/o gráficos. En la Tabla A2.2 se presenta los resultados del análisis de los cortes delgados petrográficos de las rocas ensayadas, haciendo constar las siguientes variables relevadas:

- a) Sigla de la roca ensayada.
- b) Familia de roca
- c) Denominación petrográfica de la roca -nivel microscópico.
- d) Composición mineral y porcentual de la roca.
- e) Tamaño de grano de los minerales –registro en micrones (μ).
- f) Presencia–ausencia de vidrio en la pasta -registro de porcentaje.
- g) Tipo de textura.
- h) Presencia–ausencia de alteración mineral -registro en porcentaje.
- i) Cálculo de dureza teórica de la roca.
- j) *Tenacidad Salinas* -expresada cualitativamente (*sensu* Salinas 1982).
- k) Cálculo de la Tenacidad Omega -expresada cuantitativamente como resultado de los ensayos mecánicos realizados.

Muestra	Clase de roca	Clasificación petrográfica	Composición minerales principales	Tamaño de grano mineral (mm)	Tamaño grano roca (μ)	% Vidrio	Textura	Alteración	Dureza teórica	Tenacidad SALINAS	Tenacidad OMEGA
LS01b	Metamórfica	Esquisto	Q(45%);BT(15%);MUS(25%),AG(15%)	Q(0.15-0.75),BT(1.80-0.21),MUS(0.03),AG(3)	1400	0	Pseudo poikiloblástica	NO	5,00	C	16,20
JA05	Silicificada	Fangolita silicificada	Q(80%); FK(15%); CALCI(5 %)	Q-FEL:0.03-0.06; CALCITA: 2	157	0	Microgranosa	NO	5,00	C	11,90
PA08	Metamórfica	Cataclasita	Q(60%); FK(40%)	Q-FK(0.1-2)	1050	0	Cataclástica	SI (20%)	6,30	B	11,90
LS01a	Metamórfica	Esquisto	Q(75%); BIOT(15%); PLG(10%)	Q(0.06-0.60), BIOT(0.06-0.9)	347	0	Grano lepidoblástica	SI (20%)	5,00	C	11,10
LS13	Metamórfica	Hornfeld	Q(70%), BIOT(30%)	Q(0.03-0.21), BIOT(0.09-0.18)	246	0	Grano lepidoblástica	NO	5,65	C	11,10
RD08	Silicificada	Dacita silicificada	F:(50%)FK-Q; P:(50%)Q	F:0.1-0.4 P:0.1	175	0	Porfírica microgranosa	NO	7,00	C	10,50
PA01	Acida	Riolita	Q-FK	Q-FK(0.015)	15	0	Africa felsítica	NO	6,00	C	10,30
PM14	Acida	Vidrio desvitrificado	DESV(40%),AMORFO(58%),CAL(2%)	DESV(0.05), CALCITA(0.03), AMORFO	10	58	Indeterminada	NO	6,00	B	10,00
PM24	Acida	Riolita-traquita	F:(5%)Q-PLG-FK; P:(95%)Q-FK-CL	Feno(0.2) P(0.06)	67	0	Porfírica felsítica	NO	6,00	C	10,00
LS06	Metamórfica	Filita	Q - MUSCO	Q(0.01-0.06), MUSCO(0.03-0.09)	48	0	Indeterminada	NO	4,75	C	9,80
RD12	Silicificada	Riolita silicificada	F:(15%)FK-Q; P:(85%)FK-Q	F: 0.5 P: 0.01	83	0	Porfírica felsítica	NO	6,50	B	9,00
PA03	Acida	Riolita	Q-FK(100%)	Q-FK(0.02-0.4)	210	0	Africa esferulítica	NO	6,50	B	8,70
PA10	Acida	Riolita	F:(10%)Q-FK; P:(90%)Q-FK	Feno(0.2-1), P(0.1)	150	0	Porfírica felsítica	SI (5%)	6,00	C	8,70
PM27	Silicificada	Ftanita silicificada	Q(100%)	Q(0.2-0.05-0.001)	83	0	Indeterminada	NO	7,00	C	8,70
PM15	Silicificada	Andesita silicificada	F:PLG(25%); P:Q(75%)	FENO: 0.5 PASTA: 0.02	140	0	Indeterminada	NO	7,00	C	8,60
PM06	Metamórfica	Toba andesítica recristalizada	Q-PLG(%)	0.1	100	0	Microgranosa	SI (20%)	6,00	C	8,40

Continúa

Viene de página anterior

Muestra	Clase de roca	Clasificación petrográfica	Composición minerales principales	Tamaño de grano mineral (mm)	Tamaño grano roca (μ)	% Vidrio	Textura	Alteración	Dureza teórica	Tenacidad SALINAS	Tenacidad OMEGA
PM07	Metamórfica	Grauvaca esquistosa	Q(70%); MUS(25%); CL(5 %)	Q(0.2-0.3), MUSC(), CL()	175	0	Grano lepidoblástica	NO	5.50	B	8,20
PM17	Metamórfica	Metacuarcita milonitizada	Q(100%)	0.3	300	0	Granoblástica	NO	7,00	B	8,20
PA09	Acida	Riolita alterada	Q(50%); FK(100%)	Q-FK(0.1)	100	0	Afírica felsítica	SI (50%)	5,00	B	8,10
CCe3.2	Silicificada	Toba silicificada	Q (90%)	0.001	1	0	Indeterminada	NO	7,00	C	7,10
PA05	Silicificada	Toba riolítica silicificada	Q-FK(50%); DESVITRIF(50%)	Q-FK(0.01)	10	0	Esferulítica	SI (5%)	6,00	C	7,00
PM04	Silicificada	Dacita silicificada	F:Q-FEL(50%); P:Q(50%)	FENO: 0.1-0.4 PASTA: 0.1	175	0	Microgranosa	NO	7,00	C	7,00
CCe1.1	Básica	Basalto	F(20%) OLIV-PX - P(80%)PLG	F:0.5 P:0.4	420	10	Porfírica intersertal	SI (10%)	6,00	C	6,90
PM12.1	Silicificada	Brecha ígnea silicificada	LITOCLASTO(10%); Q (90%)	FENO: 0.06 PASTA:0.01	15	0	Obliterada	NO	7,00	B	6,60
AB2.1	Silicificada	Toba silicificada	Q (90%)	0.01	10	0	Obliterada	NO	7,00	C	6,14
PM26	Acida	Riolita-traquita	F:(10%)Q-FK; P:(90%)Q-FK-VR-BT	Feno(0.1) P(0.06) y AMORFO)	142	20	Porfírica felsítica	SI (10%)	5,60	C	6,00
PM20	Acida	Riolita alterada	F:(10%)Q-FK; P:(90%)Q-FK	Feno:Q-FK(1), P:Q-FK(0.001)	100	0	Porfírica esferulítica	SI (30%)	5,50	B	5,90
RD09	Acida	Riodacita	F:(50%)FK-Q; P:50 %)FK-Q	F: 0.2 P:0.03	115	0	Felsítica	NO	6,00	C	5,90
PP09	Amorfa	Opalo	SiO ₂ + 2-13% H ₂ O	AMORFO	0	0	Obliterada	NO	6,00	B	5,40
PA04	Acida	Riolita alterada	P:Q(60%)-FK(40%)	Q-FK(0.01)	10	0	Afírica felsítica	SI (40%)	5,80	A	5,40
PM28	Acida	Toba vítrea desvitrificada	FK(50%); Q(50%)	0.01-0.2	105	0	Felsítica	SI (20%)	5,50	C	5,40
PP11	Silicificada	Toba sold.fl.silic.	Q (90%)	0.02	20	0	Eustacítica	NO	7,00	A	5,30
PP04	Amorfa	Opalo	SI	AMORFO	0	0	Obliterada	NO	7,00	B	4,90

Continúa

Viene de la página anterior

Muestra	Clase de roca	Clasificación petrográfica	Composición minerales principales	Tamaño de grano mineral (mm)	Tamaño grano roca (μ)	% Vidrio	Textura	Alteración	Dureza teórica	Tenacidad SALINAS	Tenacidad OMEGA
CCe3.1	Silicificada	Toba silicificada	Q (90%)	0.001	1	0	Indeterminada	NO	7,00	C	4,62
PM12.2	Silicificada	Toba silicificada	Q(100%)	Q (0.001)	1	0	Indeterminada	NO	7,00	C	4,20
PA07	Básica	Andesita básica	F:(5%)PLG,PX; P:(95%)PLG,PX	Feno(0.4) P(0.02)	39	0	Microporfírica	NO	5,70	B	4,10
QS03	Básica	Basalto	F:(20%)ANF,PG,PX; P(80%)VR,PG	F:(0.1-1); P:AMORFO,MICRO(0.01)	116	20	Porfírica hialopilitica	NO	6,00	C	4,00
CCe1.2	Amorfa	Toba opalizada	Q (90%)	AMORFO	0	0	Obliterada	NO	7,00	B	3,83
RD10	Amorfa	Vidrio volcánico	SI(98%); CALCITA(2%)	AMORFO	0	100	Indeterminada	NO	6,00	B	3,70
CC07	Silicificada	Traquita silicificada	Q(30%), FK-PLG-BIOT(70%)	0.001	1	0	Africa	SI (30%)	6,00	B	3,40
LS11b	Básica	Basalto alterado	Feno:PLG(25%), Pasta:Plg(75%)	F:PG(0.45-1.65), P:PLG(0.01)	270	0	Porfírica intersertal	SI (75%)	5,00	C	3,10
CP2.1	Amorfa	Toba opalizada	Q(100%)	AMORFO	0	0	Obliterada	NO	7,00	B	2,83
QS01	Amorfa	Vidrio volcánico	F:(1%)PLG; P:(99%)VDR	Feno(0.1-0.2) P(amorfa)	0	95	Eustacítica	NO	6,00	B	2,63
QS02	Básica	Basalto andesítico	F:(10%)PLG,PX P:(90%)VDRI	Feno(0.1-0.2) P(amorfa)	15	90	Porfírica pilotáxica	NO	6,00	B	2,27

Tabla A2.2 – Base de datos con información petrográfica para el cálculo de la Tenacidad Omega por medio de ensayos mecánicos

Referencias:

P=pasta; F ó Feno=fenocristales; PLG ó PG=plagioclasa; PX=piroxeno; VDR=vidrio; Q=cuarzo; FK=feldespató potásico; MUSCO ó MUS=muscovita; CALCÍ ó CAL=alcita; CL=clorita; SI= sílice; ANF=Anfibol; DESVITRIF=desvitrificado; BIOT Ó BT=biotita

En la Figura A2.1 se presenta el rango de variación de la Tenacidad Omega dentro de las muestras ensayadas. El valor mínimo -2,27- y máximo -16,20- corresponden a una roca volcánica básica y metamórfica, respectivamente.

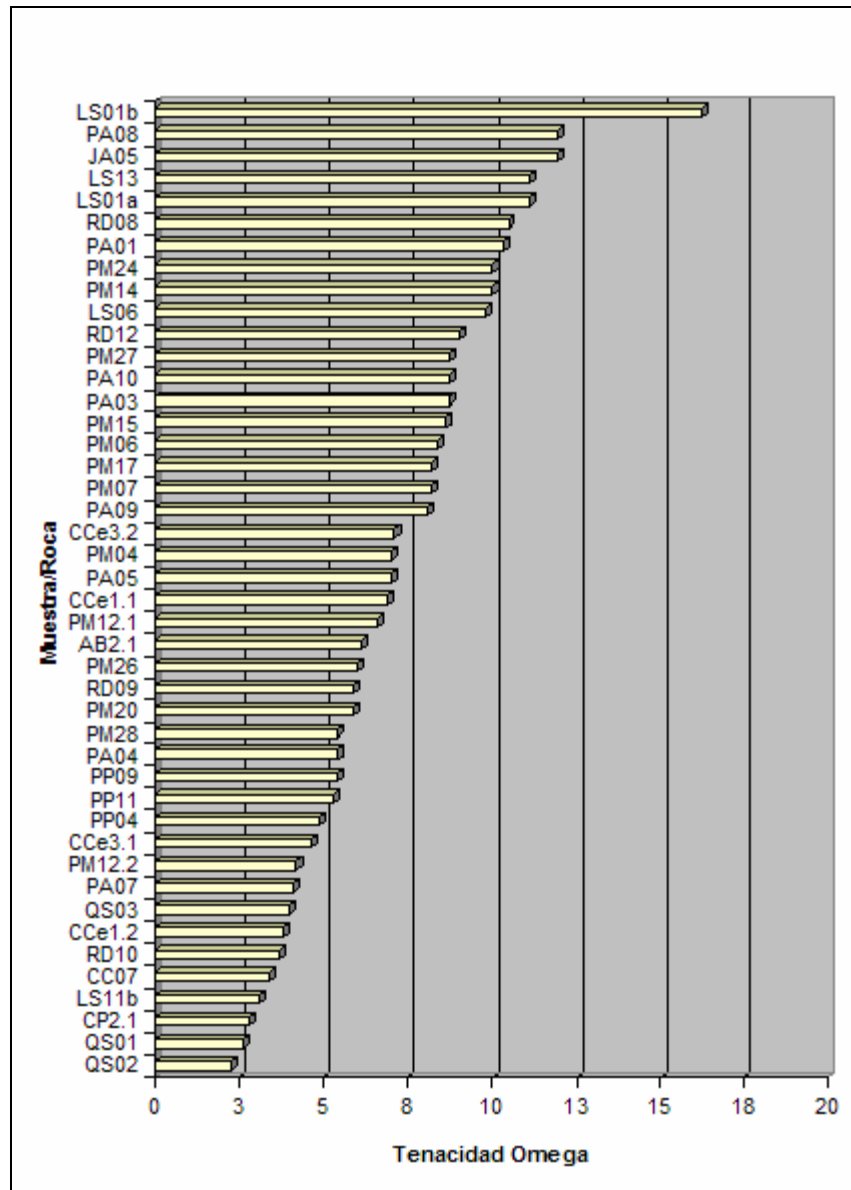


Figura A2.1 - Valores de Tenacidad Omega de las rocas con ensayos mecánicos

En la Tabla A2.3 se presenta la estadística descriptiva de las muestras ensayadas, representada a través de las variables: (a) Tenacidad Omega; (b) tamaño de grano de la roca, y (c) dureza teórica. En la Tabla A2.4 se presenta la comparación entre la Tenacidad Salinas y la Tenacidad Omega, ésta última representada a través de una escala ordinal elaborada en función de los resultados cuantitativos obtenidos. Esta comparación es

válida y de utilidad para integrar la nueva información con la generada anteriormente y publicada en trabajos previos (Ratto 1991 a y b, Ratto y Kligmann 1992, entre otros).

Estadística descriptiva	Tenacidad Omega	Tamaño de grano (μ)	Dureza teórica
Promedio (X)	7.114	145.636	6.177
Desviación standard (s)	3.027	262.520	0.710
Coefficiente de variación (C.V.)	42.558	180.257	11.495
Nº de casos (N)	44	44	44
Valor mínimo	2.27	0	4.75
Valor máximo	16.20	1400	7.00

Tabla A2.3 - Estadística descriptiva de la muestra total ensayada

Rango de Tenacidad	Escala Ordinal	
	Tenacidad Omega	Tenacidad Salinas
menor a 3	muy débil	baja
entre 3 y 6	débil	baja
entre 6 y 9	intermedia	media
entre 9 y 12	fuerte	alta
mayor a 12	muy fuerte	alta

Tabla A2.4 - Relación entre *Tenacidad Omega* y *Tenacidad Salinas*

En la Figura A2.2 se expresa la Tenacidad Omega de las rocas ensayadas dividida por grupos o familias de rocas –Tabla A2.2. Obsérvese que puede establecerse un "ranking" de tenacidades -de menor a mayor-: amorfas, básicas, ácidas, silicificadas y metamórficas. El grupo de las rocas silicificadas está formado por cualquier tipo de roca que sufriera procesos diagenéticos y/o hidrotermales, alterando como consecuencia su estructura original. Este es el grupo que presenta mayor variabilidad interna.

Para conocer si la división expresada en la Figura A2.2 tiene representatividad estadística, y dado que, la Tenacidad Omega se presenta como una población normal, se calculó el test paramétrico ANOVA -análisis de varianzas-, eligiendo un nivel de significación de 0.05. La hipótesis nula del test establece que las medias de las poblaciones son iguales, habiéndose obtenido un resultado que la rechaza al nivel de significación seleccionado - $F_{(4,39)} = 11.147$, $p = 3.989E-06$. Por lo tanto, si las diferencias entre las medias de los grupos de rocas es significativa, se interpreta que **las rocas amorfas, básicas, ácidas, silicificadas y metamórficas se comportan**

mecánicamente en forma diferente. Cabe aclarar que las variables tamaño de grano y dureza teórica no constituyen poblaciones normales, hecho que inhabilita la aplicación del test estadístico ANOVA.

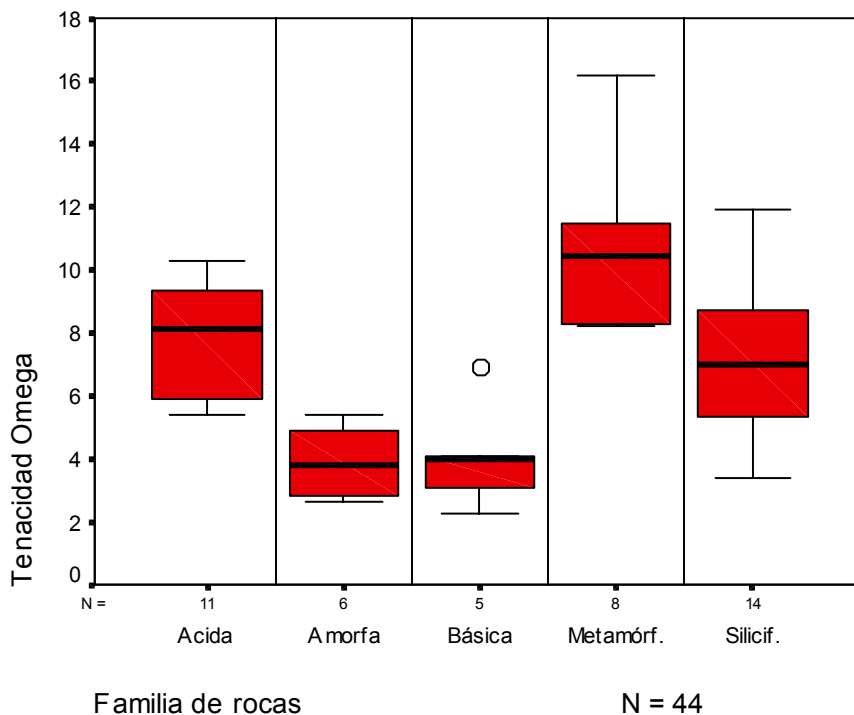


Figura A2.2.- Variabilidad de la Tenacidad Omega por familia de rocas

En la Tabla A2.5 se informa acerca de la estadística descriptiva de los grupos de rocas definidas, eligiéndose las mismas variables que al considerar la estadística descriptiva de total de la muestra ensayada – ver Tabla A2.3.

Familia de roca	Tenacidad Omega	Tamaño de grano (μ)	Dureza teórica
AMORFA n = 6	X = 3.88 s = 1.10 C.V.= 28.33	X = 0 s = 0 C.V.= 0	X = 6.50 s = 0.54 C.V.= 8.42
BASICA n = 5	X = 4.07 s = 1.74 C.V.= 42.85	X = 172.00 s = 170.72 C.V.= 99.25	X = 5.74 s = 0.43 C.V.= 7.55
SILICIFICADA n = 14	X = 7.14 s = 2.41 C.V.= 33.75	X = 62.28 s = 71.14 C.V.= 114.21	X = 6.67 s = 0.60 C.V.= 9.10
ACIDA n = 11	X = 7.67 s = 1.98 C.V.= 25.88	X = 91.81 s = 65.54 C.V.= 71.39	X = 5.80 s = 0.39 C.V.= 6.77
METAMORFICA n = 8	X = 10.61 s = 2.68 C.V.= 25.32	X = 458.25 s = 492.28 C.V.= 107.42	X = 5.83 s = 0.89 C.V.= 15.27

Tabla 5 - Estadística descriptiva de los grupos de rocas ensayadas

A2.3 - DISCUSION

Con base en la información presentada se realizan algunas observaciones. A saber:

- a) En la Tabla A2.2 puede observarse que el promedio del tamaño de grano de las rocas ensayadas es de 145.636 (μ) que equivalen a 0.145 mm. A pesar que la desviación standard indica que no es una población de distribución normal, de todas formas, el 95% de la muestra presenta un tamaño de grano menor al milímetro. Esto significa que, desde una perspectiva geológica, son todas rocas de grano fino. Lo llamativo es la gran variabilidad de respuesta mecánica de las rocas dentro de ese rango, en función de los valores de Tenacidad Omega obtenidos.
- b) En la Figura A2.3 se presenta la relación entre Tenacidad Omega y tamaño de grano, previa transformación de las variables a base logarítmica. A fin de estimar si existe relación entre las variables, su dirección y el grado de su asociación, se calculó el r de Pearson. El valor obtenido --N=44- es de $r= 0.6.20$, siendo $r^2= 0.384$. Mediante este último valor, se obtiene el coeficiente de determinación, que al multiplicarlo por 100, se obtiene el porcentaje -38.4%- de la variancia de una variable que está asociada y/o determinada por la variancia de la otra. Sin embargo, los grupos de rocas que *rigen* la correlación son las metamórficas, silicificadas y básicas. El cálculo del r de Pearson^{vii} para los grupos mencionados arroja los siguientes valores:
 - Grupo de rocas metamórficas: $r= 0.870$ y $r^2= 0.757$,
 - Grupo de rocas silicificadas: $r= 0.774$ y $r^2= 0.60$ y
 - Grupo de rocas básicas: $r= 0.749$ y $r^2= 0.560$
- c) No se obtienen valores significativos al realizar la correlación entre las otras variables posibles -Tenacidad Omega *versus* Dureza teórica y Tamaño de grano *versus* Dureza teórica. Este hecho corrobora que la determinación de la tenacidad de una roca no es sólo producto del tamaño de grano y/o su dureza, sino que a éstos factores se los debe relacionar con la distribución y ordenamiento espacial de los cristales, es decir, su textura y con el estado de conservación de los mismos. Al respecto, en la Tabla A2.2 se observa que las texturas del tipo: (i) pilotácicas y eustacíticas; (ii) intersertales, y (iii) hialopílticas, se asocian con tenacidades débiles. Las primeras expresan un ordenamiento paralelo de los minerales. El segundo grupo

^{vii} La misma operación para el grupo de rocas amorfas y ácidas arroja valores no significativos.

establece la existencia de minerales alterados en zonas intersticiales. Por último, el tercer grupo expresa la presencia de pasta vítrea (Williams *et al.* 1968, Barker 1983). En cambio, las texturas granosas y blásticas se relacionan con tenacidades fuertes y muy fuertes.

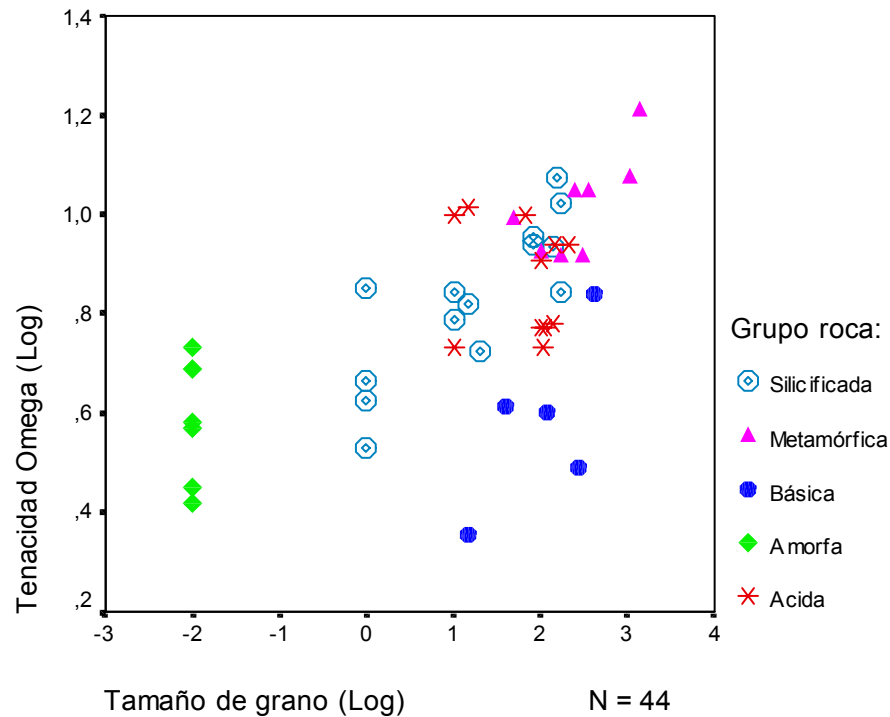


Figura A2.3 – Correlación entre Tenacidad Omega y Tamaño de grano por familia de rocas

- d) Más ruido aporta la alteración de los minerales, especialmente feldespáticos, que son los que se alteran preferentemente a materiales arcillosos. Al respecto, las texturas en 'teoría' resistentes, como por ejemplo la felsítica, disminuye su tenacidad si los minerales presentan algún grado de alteración. Lo expresado refuerza la afirmación que el grado de resolución macroscópico para determinar el comportamiento mecánico de una roca presenta muchas limitaciones, requiriéndose del análisis de variables diagnósticas a través del estudio de los cortes delgados petrográficos. Sin embargo, mediante los ensayos mecánicos realizados pudieron establecerse tendencias estadísticas que le otorgan un perfil a cada una de las familias de rocas definidas. Por supuesto, los resultados podrán calibrarse con mayor exactitud con el aumento de la muestra ensayada.

A2.4 - IMPLICANCIAS ARQUEOLOGICAS

El panorama planteado permite realizar una serie de observaciones generales del comportamiento mecánico de las rocas sobre la base de los ensayos mecánicos y análisis petrográficos realizados. Las tendencias observadas actúan como expectativas, especialmente en una primera fase del análisis funcional de conjuntos artefactuales líticos y/o de las materias primas empleadas en sus manufacturas y/o cuando no se cuenta con cortes petrográficos del material a estudiarse. Es importante aclarar que las expectativas marcan una tendencia del comportamiento mecánico de las rocas que de ninguna manera pueden tomarse como valores absolutos. A saber:

1. Las rocas con sílice en estado cristalino -ácidas y silicificadas- tienden a un comportamiento mecánico más tenaz que cuando se presenta en estado amorfo.
2. La tenacidad de las rocas volcánicas aumenta a medida que contienen mayor proporción de cristales con relación al vidrio.
3. El proceso de desvitrificación aumenta la resistencia de la roca.
4. La alteración exógena de los minerales ocasiona una disminución de la tenacidad de la roca.
5. Las rocas de composición feldespática son las más propensas a sufrir alteración; en cambio las silíceas son las menos, debido a que el cuarzo es el único mineral no alterable. Por lo tanto, las rocas ácidas tenderán a ser más resistentes que las básicas.
6. Aunque ópalos y vidrios presentan un comportamiento mecánico débil, los primeros son más resistentes debido a la presencia como 'fantasma' de la textura previa de la roca antes del proceso de alteración hidrotermal.
7. Las rocas con fractura concoide son indicadoras de comportamiento mecánico débil, debido a su composición vítrea -amorfa- y/o de tamaño de grano microcristalino -cuasi-amorfas.
8. Las texturas granosas son indicadoras de un comportamiento mecánico fuerte debido al entramado y/o ligazón entre los cristales.
9. Las tenacidades medias de los grupos de rocas indican que las rocas amorfas y básicas se comportan mecánicamente en forma similar, tendiendo a ser débiles. Con las rocas ácidas y silicificadas sucede algo similar pero su tendencia apunta a un comportamiento mecánico intermedio. En cambio, las metamórficas tienden a ser las más resistentes. Este último hecho, ya era expresado por Kittl (1945) cuando manifestaba que el metamorfismo aumenta la tenacidad de las rocas.

En resumen, en la Tabla A2.6 se expresan las expectativas de la tendencia de comportamiento mecánico de las diferentes familias de rocas.

Tipo De Roca	Comportamiento Mecánico	Observaciones
Amorfa de tipo vítrea	muy débil	Sin textura.
Amorfa de tipo opalítica	débil	Reforzada por textura <i>fantasma</i>
Volcánica básicas con pasta vítrea –detectada por fractura concoide	muy débil a débil	Disminuye con el menor tamaño de cristales
Volcánicas básica meso y holocristalina	débil a intermedia.	Disminuye con alteración de minerales y aumenta con el tamaño de los cristales
Volcánicas ácidas	intermedias	Disminuye con alteración mineral.
Silicificadas de cualquier grupo	intermedias	Disminuye y/o aumenta con el tamaño de los cristales
Metamórficas	fuerte a muy fuerte	Favorecida por el fuerte entramado de cristales.

Tabla A2.6 – Tendencia del comportamiento mecánico de las rocas con base en los ensayos mecánicos

Se espera que el comportamiento mecánico diferencial de las rocas se refleje en el diseño de los artefactos líticos, especialmente aquellos sometidos a fuerzas de choque y/o impacto que forman parte de sistemas técnicos con trayectorias de vuelo inestables, como son las lanzas. Además, también se constituye en una vía de análisis independiente para la interpretación de procesos posdeposicionales –pisoteo- y tecnológicos -índice de fractura- de materiales arqueológicos.