

El estudio de los artefactos formatizados fracturados.

Contribución a la comprensión
del registro arqueológico y las
actividades humanas. Vol 1.

Autor:

Weitzel, María Celeste

Tutor:

González, María Isabel

2010

Tesis presentada con el fin de cumplimentar con los requisitos finales para la obtención del título Doctor de la Universidad de Buenos Aires en Antropología.

Posgrado

Tesis

14-5-13-V-1

TESIS DOCTORAL

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
Dirección de Bibliotecas



EL ESTUDIO DE LOS ARTEFACTOS FORMATIZADOS FRACTURADOS

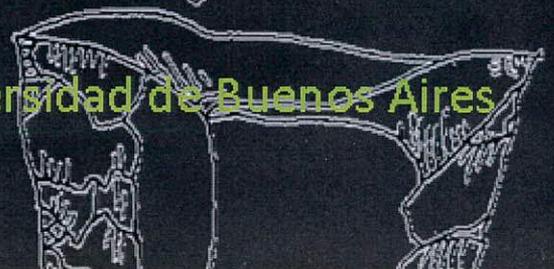
Contribución a la comprensión del registro arqueológico
y las actividades humanas

Lic. Ma. Celeste Weitzel



Directora:
Dra. Ma. Isabel González

TOMO I



Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires
2010

Tener en cuenta que esta Tesis se entrega con 1 CD.

A mis abuelos

AGRADECIMIENTOS

Sin duda, la realización de esta tesis no hubiera sido posible sin la ayuda, la compañía y el apoyo de muchas personas a las que les estoy infinita y eternamente agradecida. Muchos me acompañan desde el comienzo de mi carrera y otros llegaron más tarde. Algunos se repiten a lo largo de estas páginas, porque compartimos muchas cosas a lo largo del camino.

Mis papás Lilián y Guillermo, mis hermanos Jimena y Pablo, mis abuelos Beba, Tata y Abu, fueron y son el sostén fundamental desde el principio. Les agradezco por su inmenso amor. Mi cuñado Nicolás, llegó después. Todos ellos me ayudaron y me sostuvieron incondicional e incansablemente. Definitivamente, en ellos descansa una parte muy importante de mis logros.

Natalia Mazzia y Cristina Bayón fueron las primeras en abrirme las puertas a esta profesión. Mis directoras, Nora Flegenheimer y Ma. Isabel González me recibieron y desde ese momento me impulsaron siempre a crecer. Les agradezco por las charlas, las discusiones y las incansables lecturas y correcciones que encaminaron mi formación y mejoraron cada capítulo. Agradezco también el afecto con el que me acompañan.

A mis amigas y compañeras en este camino, Natalia Mazzia y Clara Scabuzzo. Compartimos momentos trascendentales en lo personal y en lo profesional. Les agradezco sus oídos pacientes y su amistad, los libros, fotocopias, escaneos, consejos, discusiones y trabajos compartidos que hacen más placentero el transitar.

A mis compañeros de trabajo y amigos del IDA por su ayuda permanente a cada paso y especialmente en el último tiempo. Les agradezco a Mariana Vigna, Paula Escosteguy, Virginia Salerno, Magdalena Frère y Pablo Bianchi su preocupación, sus aportes con bibliografía y búsquedas de materiales y por sus afectuosas palabras. A mis amigos Rodrigo Vecchi y Romina Frontini, del grupo de Bahía Blanca, por estar siempre atentos y dispuestos a cada pedido de bibliografía e información.

A Antonio Ceraso por su ayuda incesante con los test estadísticos y la compaginación de la tesis.

A Karen Borrazzo por sus palabras siempre alentadoras e inspiradoras y por su contagiosa alegría. A Damián Bozzuto y Natalia Mazzia por estar del otro lado a cada paso de este proceso, por su inestimable compañía y sus comentarios enriquecedores para los capítulos de este trabajo.

Al grupo de Arqueología en las Pampas que me permiten compartir un espacio de producción y difusión con un grupo de investigadores a los que admiro.

Especialmente agradezco la compañía y el apoyo de nuestro grupo de trabajo del Área de Arqueología y Antropología de Necochea: Nora Flegenheimer, Natalia Mazzia y Mariano Colombo.

Al grupo del DIPA y del INAPL, que pacientemente me abrieron la puerta del laboratorio para usar el microscopio o compartieron generosamente sus equipos: Nora Franco, Marcelo Cardillo, Marilina Martucci, Teresa Civalero, Ana Forlano y Vanina Dolce.

Quiero agradecer a muchas personas que de diferentes maneras, a veces sin saberlo, con un comentario al pasar, una crítica, un aporte bibliográfico, la dedicación al enseñar un curso o abriendo las puertas de su casa, me impulsaron a seguir en el camino, a crecer y a mejorar este trabajo: Vanesa Parmigiani, Hernán De Angelis, Salomón Hocsman, Patricia Escola, Marcela Leipus, Roxana Cattáneo, Alejandra Pupio, Mariana Carballido Calatayud, Gabriela Armentano, Estela Mansur, Myrian Álvarez, Horacio de Rosa, Gabriela Guráieb, Ana María Aguerre, Norma Ratto, Catriel León, Lucía Magnin, Paula Gardinetti y Mariel Cremonesi. A Rene y Julieta por recibirme en su casa con los brazos abiertos siempre.

A Antonio Ceraso, por su apoyo incondicional, por su paciencia para acompañarme en esta tarea y por compartir conmigo cada día.

INDICE GENERAL

PARTE I

CAPITULO 1

Introducción	2
1.1. Objetivos, hipótesis y tema de investigación	3
1.2. Organización de la tesis	7

CAPITULO 2

Aspectos conceptuales y metodológicos	9
2.1. Aspectos conceptuales	10
2.1.1. Sobre organización de la tecnología, movilidad y estrategias de aprovisionamiento	11
2.1.2. Instrumentos fracturados	17
2.1.3. Mecánica de fractura	23
2.2. Aspectos metodológicos	30
2.2.1. Experimentación	30
2.2.2. Observación y registro de las fracturas	32
2.2.3. Análisis funcional y microscópico de las fracturas	34

PARTE II

CAPITULO 3

Antecedentes en el estudio de las fracturas en artefactos líticos formatizados	41
3.1. Los inicios	43
3.2. La talla experimental y la fractura de artefactos formatizados	45
3.3. La incorporación de la mecánica de fracturas a la arqueología	48
3.4. Los artefactos formatizados fracturados	51
3.5. Una síntesis de los tipos de fracturas definidas por distintos investigadores	56

CAPITULO 4

Experimentos en fractura de artefactos líticos formatizados	64
4.1. Introducción	64
4.2. Fractura intencional	66
4.2.1. Materiales y procedimiento	67
4.2.2. Resultados	70
4.2.2.1. Tipos de fracturas	70
4.2.2.2. Los fragmentos y las superficies de fractura	89
4.2.2.2.1. Posición de la fractura	89
4.2.2.2.2. Sección de la fractura	90
4.2.2.2.3. Forma geométrica de la fractura	92
4.2.2.2.4. Punto de origen de la fractura	93
4.2.2.2.5. Morfología de los fragmentos	94
4.2.3. Síntesis de resultados	95
4.3. Fracturas por pisoteo	97
4.3.1. Materiales y procedimiento	98
4.3.2. Resultados	102
4.3.2.1. Tipos de fracturas	109
4.3.2.2. Posición de la fractura	110
4.3.2.3. Sección de la fractura	111
4.3.2.4. Forma geométrica de la fractura	113
4.3.2.5. Punto de origen de la fractura	114

4.3.2.6. Morfología de los fragmentos	115
4.3.3. Síntesis de resultados	116
4.4. Fracturas por errores de talla	118
4.4.1. Materiales y procedimiento	118
4.4.2. Resultados	119
4.4.2.1. Tipos de fracturas	119
4.4.2.2. Posición de la fractura	126
4.4.2.3. Sección de la fractura	127
4.4.2.4. Forma geométrica de la fractura	128
4.4.2.5. Punto de origen de la fractura	129
4.4.3. Síntesis de resultados	130
4.5. Fracturas de uso	131
4.5.1. Tipos de fracturas	135
4.5.2. Síntesis de resultados	142
4.6. Resultados experimentales	143
4.7. Comentarios finales	156
APÉNDICE	159

CAPÍTULO 5

Propuesta para ordenar una clasificación de fracturas	163
5.1. Introducción	163
FRACTURA PERVERSA	164
FRACTURA LATERAL	170
FRACTURA RECTA O <i>SNAP</i>	172
FRACTURA RADIAL	175
FRACTURA DE CONO COMPLETO	179
FRACTURA CURVADA	183
FRACTURA CURVADA CON TERMINACIÓN QUEBRADA	190
FRACTURA DERIVADA	191
ACANALADURA DE IMPACTO	193
BURINACIÓN DE IMPACTO	195
Cuadro de síntesis	197

PARTE III

CAPÍTULO 6

Antecedentes de las investigaciones arqueológicas: los estudios líticos en la Región Pampeana y en las áreas de estudio	200
6.1. Marco espacial	200
6.2. Antecedentes de las investigaciones en la Región Pampeana	202
6.2.1. El estudio de las materias primas líticas en la Región Pampeana	206
6.3. Modelos arqueológicos vigentes y planes sociales para el manejo de las rocas	211
6.3.1. Pleistoceno final-Holoceno Temprano (12.000-6.500 A.P.)	211
6.3.2. Holoceno Medio (6.500-3.000 A.P.)	216
6.3.3. Holoceno Tardío (3.000-500 A.P.)	219
6.4. Expectativas respecto a los artefactos formatizados fracturados en los casos de estudio	225

CAPÍTULO 7

Casos de estudio: Cerro El Sombrero Cima	228
7.1. Antecedentes	229
7.1.1. Ubicación y características	229
7.1.2. Estratigrafía	231

7.1.3. Procesos de formación de sitio	232
7.1.4. Cronología	234
7.1.5. Síntesis de los hallazgos de Cerro El Sombrero Cima	235
7.2. Artefactos formatizados: análisis de fracturas	238
7.2.1. Presentación de los materiales	238
7.2.2. Análisis de los atributos de las fracturas	242
7.2.3. Tipos de fractura	245
7.2.3.1. Fracturas curvadas	248
7.2.3.2. Fractura perversa	249
7.2.3.3. Fracturas laterales	250
7.2.3.4. Fracturas radiales	251
7.2.3.5. Fracturas rectas o <i>snap</i>	251
7.2.3.6. Fracturas intencionales indeterminadas	253
7.2.3.7. Otras fracturas	254
7.2.4. Causas de las fracturas	255
7.2.5. Fracturas y tamaños	262
7.2.6. Fracturas e inversión de trabajo	265
7.2.6.1. Fracturas y clases técnicas	266
7.2.7. Fracturas y grupos tipológicos	269
7.2.8. Análisis funcional de las fracturas	274
7.2.9. El grupo de las puntas de proyectil	276
7.2.9.1. Análisis de los atributos de las fracturas	279
7.2.9.2. Tipos de fractura	281
7.2.9.2.1. Fracturas curvadas	282
7.2.9.2.2. Fracturas perversas	282
7.2.9.2.3. Fractura lateral	282
7.2.9.2.4. Fracturas curvadas con terminación quebrada	284
7.2.9.2.5. Acanaladura de impacto	284
7.2.9.2.6. Fractura derivada	284
7.2.9.3. Causas de fractura	286
7.3. Fragmentación del total de los artefactos analizados	289
7.4. Síntesis	290

CAPÍTULO 8

Casos de estudio: La Guillerma 5	296
8.1. Antecedentes	296
8.1.1. Ubicación y características	297
8.1.2. Estratigrafía	300
8.1.3. Procesos de formación de sitio	300
8.1.4. Cronología	302
8.1.5. Síntesis de los hallazgos en La Guillerma 5	302
8.2. Artefactos formatizados: análisis de fracturas	307
8.2.1. Presentación de los materiales	307
8.2.2. Análisis de los atributos de las fracturas	310
8.2.3. Tipos de fractura	312
8.2.3.1. Fracturas curvadas	314
8.2.3.2. Fracturas radiales	315
8.2.3.3. Fracturas de cono completo	318
8.2.3.4. Fracturas rectas o <i>snap</i>	319
8.2.3.5. Fracturas intencionales indeterminadas	320
8.2.3.6. Fracturas perversas	322
8.2.4. Causas de las fracturas	323

8.2.5. Fracturas y materias primas	328
8.2.6. Fracturas y tamaños	332
8.2.7. Fracturas y grupos tipológicos	336
8.2.8. Análisis funcional de las fracturas	338
8.3. Síntesis	340
CAPÍTULO 9	
Discusión general	344
9.1. Consideraciones para el análisis de las fracturas	344
9.2. Modelos - Decisiones sociales	347
9.3. ¿Por qué? Qué nos cuentan las fracturas	358
9.4. Las fracturas en los casos de estudio	361
9.5. Aportes del estudio de las fracturas	373
CAPÍTULO 10	
Consideraciones finales	377
Agenda futura	379
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	380

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

2.1. Esquemas de las fuerzas de tensión y compresión	26
2.2. Propagación de una grieta perpendicularmente a la dirección de las fuerzas de tensión	27
2.3. Esquema de la evolución de una fractura cónica o hertziana	28
2.4. Fractura de un artefacto por compresión	29
2.5. Fractura de un artefacto por flexión o doblado	30
2.6. Alteraciones postdepositacionales en piezas arqueológicas	37
2.7. Estigmas en forma de cometa. Superficie de fractura en pieza experimental de ortocuarcita GSB	38
2.8. Ejemplos de rastros de uso sobre artefactos formatizados experimentales de ortocuarcita GSB	39

CAPÍTULO 4

4.1. Colección experimental para fractura intencional	68
4.2. Artefacto experimental golpeado con percutor de piedra sobre sustrato blando	70
4.3. Porcentajes de los tipos de fractura intencional experimentales	71
4.4. Fracturas snap en artefactos delgados	72
4.5. Fracturas snap en artefactos gruesos.	73
4.6. Punto de inicio en fractura snap en el lugar del golpe y grieta en el contragolpe	73
4.7. Fracturas de cono completo en artefactos delgados y gruesos	75
4.8. Detalle de los fragmentos de conos hertzianos	75
4.9. Fracturas radiales en artefactos delgados	77
4.10. Fracturas radiales en artefactos gruesos	78
4.11. Punto de inicio de la fractura en fracturas intencionales.	78
4.12. Grieta de patrón radial en artefacto experimental	79
4.13. Distribución relativa del tipo de fractura según la dureza del sedimento	81
4.14. Distribución relativa del tipo de fractura según la dureza del percutor	82
4.15. Distribución relativa del tipo de fractura según el espesor relativo de las piezas	83
4.16. Distribución relativa del tipo de fractura según la sección transversal de la pieza	84
4.17. Tipo de fractura según la situación de los lascados sobre la cara de la pieza y la sección transversal	86
4.18. Distribución porcentual de los tipos de fracturas de acuerdo con la sección transversal de la pieza y la dureza del sustrato de apoyo	88
4.19. Distribución porcentual de la sección de fractura según el tipo de fractura	91
4.20. Colección experimental confeccionada para pisoteo	99
4.21. Distribución del espesor máximo de las piezas pisoteadas	99
4.22. Cuadrículas experimentales antes del pisoteo y durante el pisoteo	101
4.23. Frecuencias relativas de piezas fracturadas y enteras en los sitios con suelo limo-arenoso	103
4.24. Porcentajes de piezas enteras y fracturadas en los dos sitios con piso de ladrillo	105
4.25. Distribución relativa del espesor de las piezas enteras y las piezas fracturadas	106
4.26. Distribución del espesor de la fractura según el espesor máximo de la pieza	107
4.27. Distribución relativa del espesor de la fractura según la dureza del sustrato de pisoteo	107
4.28. Distribución del largo de piezas enteras y piezas fracturadas por pisoteo	109
4.29. Distribución de los módulos de longitud en piezas enteras y piezas fracturadas por pisoteo	109

4.30. Distribución relativa de la posición de la fractura según el espesor de la fractura	111
4.31. Distribución relativa de la sección de la fractura según la dureza del sustrato	112
4.32. Distribución de la sección de la fractura según la dureza del sustrato	113
4.33. Distribución relativa de la sección de la fractura según el espesor de la fractura	113
4.34. Distribución relativa de la forma geométrica de la fractura según la dureza del sustrato	114
4.35. Punto de origen de la fractura según la dureza del sustrato	115
4.36. Porcentaje de tipos de fractura por errores de talla	120
4.37. Fractura curvada en artefacto experimental de vidrio	121
4.38. Fractura curvada en bifaz experimental de vidrio	122
4.39. Fracturas curvadas en artefactos experimentales de ortocuarcita GSB	122
4.40. Fractura perversa en instrumentos con reducción unifacial	124
4.41. Fractura perversa durante la formatización inicial	124
4.42. Fractura perversa luego de una extracción lateral	125
4.43. Fractura lateral	126
4.44. Posición de la fractura en fracturas por errores de talla	127
4.45. Distribución relativa de las secciones de fractura según los tipos de fractura de manufactura.	128
4.46. Distribución relativa de las formas geométricas de las fracturas según el tipo de fractura por error de talla	129
4.47. Colección experimental de artefactos formatizados de OGSB, luego de su uso	133
4.48. Lanzamiento experimental de puntas cola de pescado	134
4.49. Fracturas curvadas en puntas de proyectil cola de pescado experimentales	136
4.50. Fractura curvada con terminación quebrada en puntas de proyectil cola de pescado experimentales	138
4.51. Esquema de fractura derivada	138
4.52. Fracturas derivadas en puntas de proyectil cola de pescado experimentales	139
4.53. Acanaladura de impacto y "crushing" en punta de proyectil cola de pescado experimental	140
4.54. Fracturas de iniciación cónica en puntas de proyectil cola de pescado experimentales	141
4.55. Fracturas de la aleta en puntas de proyectil cola de pescado experimentales	142
4.56. Tipos de fracturas producto de la totalidad de los experimentos	144
4.57. Distribución relativa de la posición de la fractura según el tipo de fractura	146
4.58. Relación entre causa de origen y posición de la fractura	147
4.59. Distribución relativa de las posiciones de fractura según la causa de origen	147
4.60. Distribución relativa de la sección transversal de la fractura según el tipo de fractura	149
4.61. Distribución relativa de la forma geométrica de la fractura en los distintos tipos de fractura	150
4.62. Distribuciones de la posición de la fractura en fracturas curvadas según las causas de origen	152
4.63. Distribuciones de la forma geométrica en fracturas curvadas según la causa de origen	153
4.64. Distribuciones de la sección transversal en fracturas curvadas según la causa de origen	155

CAPÍTULO 5

5.1. Posición de la plataforma en relación al plano central de la pieza	164
5.2. Fractura perversa bifurcada en pieza bifacial experimental de vidrio	165
5.3. Fractura perversa periférica en bifaz experimental de basalto	166
5.4. Fractura perversa radial	167
5.5. Sección transversal de una fractura perversa	168

5.6. Forma geométrica de la fractura perversa	169
5.7. Fractura lateral	171
5.8. Fractura <i>snap</i>	174
5.9. Fractura radial en artefactos experimentales	176
5.10. Fragmentos producto de fractura radial	177
5.11. Punto de inicio y estrías divergentes sobre la superficie de fractura en fragmentos producidos por fractura radial	179
5.12. Fractura de cono completo	180
5.13. Artefacto experimental con el negativo del cono hertziano y detalle de un fragmento del cono extraído	180
5.14. Ejemplos de fragmentos de cono hertziano	181
5.15. Fragmentos con negativo de cono hertziano	182
5.16. Fracturas curvadas	184
5.17. Superficie de fractura en una fractura curvada	186
5.18. Terminaciones de fracturas curvadas según Fischer <i>et al.</i> (1984)	187
5.19. Sección transversal en fracturas curvadas	189
5.20. Fractura curvada con terminación quebrada	190
5.21. Fractura derivada	192
5.22. Esquema de una punta sometida a fuerzas de doblado por presión paralela a las caras de la pieza	193
5.23. Acanaladura de impacto	194
5.24. Fractura de iniciación cónica en puntas de proyectil	195
5.25. Burinación de impacto	196

CAPÍTULO 6

6.1. Límites de la Región Pampeana, áreas de la región y microregiones de estudio	201
6.2. Áreas de abastecimiento principales de la subregión Pampa Húmeda	210

CAPÍTULO 7

7.1. Ubicación de Cerro El Sombrero Cima y fuentes potenciales de las rocas identificadas en el sitio	230
7.2. Vista del cerro El Sombrero	231
7.3. Planta del sitio CoSC	231
7.4. Perfiles estratigráficos de CoSC	232
7.5. Vista de un sector de excavación de CoSC	234
7.6. Materias primas. Artefactos formatizados por talla. CoSC	240
7.7. Clases técnicas en artefactos formatizados por talla. CoSC	241
7.8. Porcentaje de fracturas en CoSC	241
7.9. Fracturas curvadas de posición transversal y oblicua. CoSC	249
7.10. Ejemplos de fracturas perversas. CoSC	250
7.11. Fracturas laterales. CoSC	251
7.12. Fracturas radiales. CoSC	252
7.13. Fracturas rectas o <i>snap</i> . CoSC	253
7.14. Fracturas intencionales indeterminadas. CoSC	254
7.15. Fractura sobrepasada	255
7.16. Fracturas por alteración térmica	255
7.17. Porcentajes de las distintas causas de fractura. CoSC	256
7.18. Raclettes con fracturas accidentales. CoSC	257
7.19. Tipos de fractura según la causa de origen en CoSC	258
7.20. Porcentaje de causas de fractura. CoSC	259
7.21. Porcentaje estimado de fracturas post-descarte. CoSC	261
7.22. Porcentajes estimados de causas de fractura al momento del descarte. CoSC	262

7.23. Tamaños artefactos enteros. CoSC	263
7.24. Tamaño de artefactos fracturados y fragmentos. CoSC	263
7.25. Tamaño de los artefactos formatizados según el estado. CoSC	264
7.26. Proporción de fracturas entre artefactos bifaciales y unifaciales	266
7.27. Raedera con fractura intencional. CoSC	274
7.28. Raedera. Micropulido indiferenciado	275
7.29. Raclette. Micropulido indiferenciado	276
7.30. Artefacto de formatización sumaria. Micropulido indiferenciado	276
7.31. Puntas de proyectil “cola de pescado” de CoSC	277
7.32. Porcentajes de materias primas en PCP. CoSC	278
7.33. Porcentaje de fracturas en PCP. CoSC	278
7.34. Fracturas perversas en PCP. CoSC	283
7.35. Fractura lateral en PCP. CoSC.	283
7.36. Fracturas curvadas con terminación quebrada en PCP. CoSC.	285
7.37. Acanaladura de impacto en PCP. CoSC.	285
7.38. Fractura derivada en PCP. CoSC.	286
7.39. Porcentajes de causa de fractura en PCP. CoSC.	286
7.40. Distribución de tamaños de PCP enteras y del ancho mínimo del pedúnculo.	288
7.41. Extremos del rango de tamaños de PCP. CoSC.	289
7.42. Porcentaje de causas del total de las fracturas en CoSC, S12	290

CAPÍTULO 8

8.1. Ubicación de La Guillerma 5 y fuentes de abastecimiento de rocas identificadas en el sitio	298
8.2. Vista de la lomada donde se emplaza La Guillerma 5	299
8.3. Mapa topográfico con la ubicación de los sitios de la localidad arqueológica La Guillerma	299
8.4. Vista de excavación del sitio LG5	301
8.5. Ejemplo de los artefactos formatizados por talla enteros de LG5	307
8.6. Materias primas. Artefactos formatizados por talla. LG5	309
8.7. Porcentaje de fractura del sitio LG5	309
8.8. Distribución de los tipos de fractura representados en LG5	313
8.9. Fracturas curvadas de posición múltiple	315
8.10. Fractura radial. Fragmento de artefacto formatizado de morfología triangular. LG5	316
8.11. Fractura radial. Iniciación en ambas caras. LG5	316
8.12. Artefactos de metacuarcita de Ventania. LG5	317
8.13. Fractura radial. Grieta con patrón radial incompleta. LG5	317
8.14. Fractura de cono completo. LG5	318
8.15. Fractura recta o <i>snap</i> . LG5	319
8.16. Fractura intencional sobre núcleo de OGSB. LG5	320
8.17. Fractura intencional indeterminada. LG5	321
8.18. Fractura intencional indeterminada. LG5	321
8.19. Artefacto formatizado con fractura perversa y fractura curvada. LG5	322
8.20. Artefacto formatizado con fractura perversa y fractura indeterminada. LG5	323
8.21. Porcentaje de causas de fractura en LG5	324
8.22. Tipos de fractura según las causas de origen en LG5	325
8.23. Porcentajes de causas de fractura. LG5	326
8.24. Porcentaje estimado de fracturas post-descarte. LG5	327
8.25. Porcentaje de las causas de fractura al momento de descarte. LG5	328
8.26. Estado de los instrumentos por materia prima. LG5	329
8.27. Porcentaje de fracturas por materia prima. LG5	330
8.28. Tipo de fractura por materia prima. LG5	331

8.29. Causas de fractura por materia prima. LG5	332
8.30. Porcentaje de tamaños de instrumentos enteros. LG5	333
8.31. Tamaño de instrumentos enteros por materia prima. LG5	333
8.32. Porcentaje de tamaños de artefactos formatizados fracturados	334
8.33. Tamaños de los fragmentos por materia prima	334
8.34. Tamaño de los artefactos formatizados según el estado. LG5	335
8.35. Alteraciones postdepositacionales. LG5	339

CAPÍTULO 9

9.1. Sitios considerados para evaluar el índice de fragmentación	354
9.2. Porcentajes de causas de fractura determinadas en CoSC	362
9.3. Porcentajes de causas de fractura determinadas en LG5	369
9.4. Diferencias en las causas de fractura en CoSC y LG5	374
9.5. Diferencias de tamaño en los instrumentos enteros de CoSC y LG5	375
9.6. Diferencias de tamaños en el total de instrumentos de CoSC y LG5	375

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 4

4.1. Grupos experimentales de artefactos formatizados fracturados intencionalmente	69
4.2. Cantidad de fracturas intencionales de cada tipo producidas experimentalmente	71
4.3. Cantidad de tipos de fracturas según la dureza del percutor, el espesor relativo de la pieza y la dureza del sustrato.	80
4.4. Tipos de fractura según la dureza del sustrato de apoyo	80
4.5. Tipos de fractura según la dureza del percutor	82
4.6. Tipo de fractura según el espesor relativo de la pieza	83
4.7. Tipos de fractura según la sección transversal de la pieza	84
4.8. Sección de las piezas en relación a la situación de los lascados sobre las caras de la pieza	85
4.9. Tipos de fractura según la sección transversal de la pieza, el espesor relativo y la situación de los lascados sobre la cara de la pieza	85
4.10. Tipo de fractura según la dureza del sustrato de apoyo y la sección transversal de la pieza	87
4.11. Posición de la fractura en relación al eje de orientación de la pieza según el tipo de fractura intencional	90
4.12. Distintas secciones de fractura observadas en los fragmentos experimentales por fractura intencional	90
4.13. Sección de la fractura según el tipo de fractura intencional	91
4.14. Forma geométrica de la fractura en los fragmentos experimentales de fractura intencional	92
4.15. Forma geométrica de la fractura según el tipo de fractura intencional	92
4.16. Cantidad de piezas pisoteadas en cada experiencia	100
4.17. Porcentajes de fractura por pisoteo en sedimentos de dureza diferente	103
4.18. Porcentaje de fracturas por pisoteo en sustrato de diferente dureza	105
4.19. Espesor de la fractura por pisoteo en artefactos experimentales en cada experiencia	107
4.20. Longitud de piezas enteras y piezas fracturadas por pisoteo	108
4.21. Posición de la fractura en fragmentos que conservan el eje de orientación	110
4.22. Posición de la fractura en la totalidad de los fragmentos recuperados en la experiencia de pisoteo	111
4.23. Sección de la fractura en fragmentos por pisoteo	112
4.24. Forma geométrica de la fractura según la dureza del sustrato	114
4.25. Posición de la fractura en fracturas por errores de talla	126
4.26. Sección de la fractura en fracturas por errores de talla	128
4.27. Forma geométrica de la fractura según el tipo de fractura de manufactura	129
4.28. Localización de las fracturas en puntas de proyectil <i>cola de pescado</i> experimentales	135
4.29. Posición de la fractura en puntas <i>cola de pescado</i> experimentales	136
4.30. Sección transversal de la fractura en puntas <i>cola de pescado</i> experimentales	136
4.31. Fracturas accidentales	145
4.32. Posición de la fractura según el tipo de fractura	146
4.33. Sección transversal de la fractura para cada tipo de fractura	148
4.34. Forma geométrica de la fractura en cada tipo de fractura	150
Apéndice	
A 4.1. Colección experimental de piezas fracturadas intencionalmente	160
A 4.2. Colección experimental de piezas pisoteadas	160
A 4.3. Instrumentos experimentales de ortocarcitas GSB usados sobre distintos materiales en diferentes tareas	162

CAPÍTULO 7

7.1. Grupos tipológicos CoSC Sector 12	239
7.2. Posición de la fractura en relación al eje de orientación de la pieza. CoSC	242
7.3. Sección transversal de la fractura. CoSC	243
7.4. Forma geométrica de la fractura. CoSC	243
7.5. Punto de origen de la fractura. CoSC	244
7.6. Fragmento remanente. CoSC	245
7.7. Tipos de fracturas registrados en CoSC	246
7.8. Atributos de las fracturas por tipo de fractura	247
7.9. Tipos de fractura estimados antes del descarte de los instrumentos. CoSC	262
7.10. Valores residuales estandarizados del test de independencia de Chi-cuadrado	264
7.11. Estado de los artefactos formatizados según la situación de los lascados sobre la cara de la pieza	265
7.12. Porcentaje de fractura por clase técnica. CoSC	267
7.13. Tipo de fractura por clase técnica. CoSC	268
7.14. Causa de fractura por clase técnica. CoSC	269
7.15. Porcentaje de fractura por grupo tipológico. CoSC	270
7.16. Tipo de fractura por grupo tipológico. CoSC	271
7.17. Causa de fractura por grupo tipológico. CoSC	273
7.18. Posición de la fractura en PCP. CoSC	279
7.19. Sección transversal de la fractura en PCP. CoSC	279
7.20. Forma geométrica de la fractura en PCP. CoSC	280
7.21. Punto de origen de la fractura en PCP. CoSC	280
7.22. Tipos de fractura de PCP. CoSC	281

CAPÍTULO 8

8.1. Grupos tipológicos de los artefactos líticos formatizados por talla del sitio LG5	308
8.2. Posición de la fractura. LG5	310
8.3. Sección transversal de la fractura. LG5	310
8.4. Forma geométrica de la fractura. LG5	311
8.5. Punto de origen de la fractura. LG5	311
8.6. Fragmento remanente. LG5	312
8.7. Tipos de fractura en artefactos formatizados del sitio LG5	313
8.8. Atributos de las fracturas por tipo de fractura. LG5	314
8.9. Estado de los instrumentos por materia prima. LG5	329
8.10. Tamaño de los instrumentos fracturados por materia prima. LG5	335
8.11. Porcentaje de fractura por grupo tipológico. LG5	336
8.12. Tipo de fractura por grupo tipológico. LG5	337
8.13. Causa de fractura por grupo tipológico. LG5	338

CAPÍTULO 9

9.1. Índices de fragmentación en algunos sitios pampeanos tempranos	351
9.2. Estadísticos del índice de fractura para CoSC en relación con otros sitios de la microregión	352
9.3. Índice de fragmentación en sitios de la cuenca del río Salado	355
9.4. Índices de fragmentación en sitios tardíos del área Interserrana	356
9.5. Tipos de fractura en artefactos formatizados de CoSC (Sector 12)	361
9.6. Tipos de fractura determinados en LG5	368

PARTE I

Este trabajo de investigación es una propuesta metodológica desde el campo del análisis lítico. El interés general de esta tesis es realizar una contribución al conocimiento de las actividades y las decisiones de las sociedades humanas pasadas, a través de la profundización en un aspecto particular del análisis lítico: las fracturas de los artefactos formatizados por talla. El interés en el estudio de la fractura de los artefactos líticos, sin duda no es nuevo en arqueología (por ejemplo, Brézillion 1983 y bibliografía allí citada; Crabtree 1972; Cotterell y Kamminga 1979, 1987; Lawn y Marshall 1979; Luedtke 1986, 1992; Odell 1981; Purdy 1975; Sollberger 1986, 1994; Tsirk 1979), así como tampoco lo es el análisis de los artefactos formatizados fragmentados. Sin embargo, ambos temas preocuparon de diferente manera y con distinta energía a los investigadores. Los instrumentos fracturados fueron los que recibieron menos atención (por ejemplo, Deller y Ellis 2001; Johnson 1979; Fisher *et al.* 1984; Frison y Bradley 1980; Odell y Cowan 1986; Root *et al.* 1999). Es probable que una razón para ello sea la ausencia de un cuerpo organizado y detallado de información para abordar este aspecto de los materiales líticos. A esto, se suma que el tipo de fractura más frecuente en los artefactos líticos puede ser originada por factores muy diversos y difíciles de identificar y diferenciar.

1.1. Objetivos, hipótesis y tema de investigación

Esta tesis se enmarca dentro de una serie de proyectos más amplios en los que se abordan diversos aspectos de las sociedades prehispánicas que habitaron la Región Pampeana, desde una perspectiva social de la tecnología, la subsistencia, el paisaje y la interacción social. Los proyectos “El uso de los recursos y la tecnología de los cazadores recolectores en pampa bonaerense” (PICT 15015) y “Cazadores pampeanos: estudio social de su registro material” (PICT 717), están a cargo de la Dra. Ma. Isabel González, Lic. Nora Flegenheimer y Lic. Cristina Bayón. Otros dos proyectos: “El uso del paisaje y los recursos minerales de los grupos cazadores-recolectores en las Sierras de Tandilia” (PIP 2979) y “Cazadores recolectores de la cuenca del río Salado. Tecnología e interacción social” (F 026) son dirigidos por Nora Flegenheimer y Ma. Isabel González respectivamente. En el marco de estos estudios, en este trabajo de investigación se plantea como *objetivo general* realizar un aporte al conocimiento de las actividades y las decisiones humanas en el pasado y a la comprensión del registro arqueológico a través del estudio de los instrumentos líticos fracturados.

Como *objetivos específicos* se proponen:

- Reconocer, mediante la experimentación, los distintos tipos de fracturas que pueden sufrir los artefactos líticos formatizados y su vinculación con las causas que las produjeron.
- Caracterizar los distintos tipos de fracturas para generar una base de referencia descriptiva útil para el análisis lítico.
- Contribuir a aislar aquellas fracturas producto de la actividad de la gente, de aquellas que pudieron resultar de procesos post-depositacionales.
- Proponer una manera de clasificar las fracturas.
- Analizar los instrumentos fracturados de dos sitios arqueológicos de la Región Pampeana.
- Evaluar las posibilidades de lograr la identificación de distintos tipos de fracturas en contextos arqueológicos.
- Evaluar la contribución de los análisis propuestos a las interpretaciones sobre las actividades realizadas en los sitios y sobre las decisiones de las personas para el empleo de los recursos líticos.

La proposición básica que guía esta investigación ha sido generada dentro del marco de los proyectos mencionados arriba. Ésta afirma que la cultura material refleja tanto aspectos sociales y simbólicos de sus productores como elecciones de abastecimiento, decisiones técnicas, conocimientos y habilidades. Los artefactos formatizados en distintas materias primas, en los que se repiten atributos (tipos morfológicos) y que tienen diversas historias de vida, son un medio adecuado para conocer la comunicación y la transmisión de significados de identidad, de parentesco y/o el rol social de los sujetos.

A partir de este supuesto general se derivan las siguientes hipótesis que serán objeto de esta tesis en dos áreas de la Región Pampeana estudiadas en el proyecto marco:

- Los instrumentos de piedra pueden tener distintas trayectorias de vida a través de las cuales pudieron sufrir diferentes tipos de rotura.
- La identificación de distintas fracturas y de las causas que les dieron origen, brinda información importante relacionada con las decisiones sociales con respecto al aprovechamiento de las materias primas, la vida útil de los instrumentos, las actividades realizadas con ellos y con los patrones y lugares de descarte de los mismos.

Con respecto a los casos de estudio que se abordan en esta tesis, se propone como hipótesis:

- Los instrumentos líticos de los sitios arqueológicos presentarán diferentes tipos de fracturas de acuerdo con las actividades realizadas, la disponibilidad de materias primas, las distintas estrategias de aprovechamiento implementadas en el manejo de los recursos líticos y con otras decisiones sociales.

El problema de los artefactos formatizados fracturados, se aborda aquí integrando todas las descripciones aisladas en la literatura sobre el tema y evaluando las distintas caracterizaciones a la luz de diversas experimentaciones. A su vez, el análisis de las colecciones experimentales brinda las bases para hacer una caracterización más detallada de los distintos tipos de fracturas, los fragmentos producto de dichas roturas y los diversos rasgos asociados. A partir de esto, se propone un ordenamiento de las definiciones de distintos tipos de fracturas y una manera de clasificarlas y vincularlas, cuando sea posible, con las causas involucradas en su origen. Esta base de referencia intenta ser útil al análisis de cualquier conjunto instrumental y al análisis lítico en general.

Los estudios líticos tuvieron un gran impulso en el marco de las investigaciones de la organización tecnológica de las sociedades. Algunos modelos desarrollados dentro de estas perspectivas, ofrecen ciertas expectativas con respecto a los patrones de descarte de los instrumentos por parte de los cazadores-recolectores. En estas expectativas los índices de fragmentación se relacionan con la disponibilidad de materias primas líticas, la organización de la movilidad y las estrategias tecnológicas implementadas por los grupos (Bamforth 1986; Khun 1989, 2004; Odell 1996). Aquí se considera que el índice de fracturas en sí mismo, presenta limitaciones como indicador de las decisiones sociales y de las estrategias implementadas por los grupos humanos en el pasado. Estas propuestas se contrastan con información de distintos contextos de la Región Pampeana.

Además de dar cuenta de la presencia/ausencia y de la cantidad de materiales fracturados, aquí se aborda el análisis de los mismos como una manera de conocer qué sucedió para que los instrumentos estén fracturados y qué ocurrió con estos una vez que estaban rotos. No es lo mismo cuantificar los artefactos fracturados o resaltar que en un contexto hay muchas o pocas fracturas, que poder dar, en la mayor cantidad de casos posibles, una explicación del por qué esos materiales están fracturados, que pasó con ellos después de romperse y qué implicaciones pudo tener esto en un contexto determinado. Se propone, entonces, que los índices de fragmentación considerados junto con el reconocimiento de las causas de fracturas, nos están informando sobre diversas acciones y prácticas y sobre las decisiones respecto a cuándo, por qué y dónde las personas descartaron los instrumentos líticos. Por ello, en esta tesis se considera que la posibilidad de identificar distintos tipos de fracturas y correlacionarlas con las causas que las originaron, brinda información que enriquecerá las interpretaciones relacionadas con el aprovechamiento de las materias primas líticas, la vida útil de los instrumentos, las actividades realizadas con y/o a través de ellos y las prácticas y las elecciones de las sociedades del pasado relacionadas con su abandono. El análisis de las fracturas es una vía de inferencias que complementa otras líneas de evidencia como por ejemplo, análisis tecnológicos y tecno-morfológicos, estudios de procedencia, disponibilidad, abastecimiento y traslado de los recursos líticos, análisis de microrastros de uso, así como el contexto de hallazgo. Por otro lado, se considera que esta investigación puede constituir un aporte en relación con la acción de procesos post-depositacionales que producen fracturas en los instrumentos líticos. Usualmente, las consideraciones acerca de la participación de este tipo de procesos, estuvieron orientadas al estudio de los restos

faunísticos -principalmente- así como a la alfarería y, entre los materiales líticos, a los desechos de talla.

En la última parte de la tesis, el análisis de las fracturas de los artefactos formatizados se aplica a los conjuntos líticos de dos sitios de la Región Pampeana. Estos sitios fueron seleccionados por dos razones. Por un lado, ambos fueron estudiados reiteradamente en el marco de distintos proyectos que abordaron el estudio de los planes sociales para el manejo de los recursos líticos, haciendo hincapié en la variabilidad en los modos de aprovisionamiento y aprovechamiento de los mismos, por parte de las sociedades que habitaron la Región Pampeana bonaerense en el pasado prehispánico. Por lo tanto, estos sitios cuentan con una amplia base de información relacionada con esta temática. Por otro lado, ambos presentan dos problemas interesantes vinculados con el tema que se aborda en esta tesis y con las materias primas líticas: uno exhibe índices de fragmentación muy elevados y el otro se caracteriza por estar ubicado en un área donde la roca está totalmente ausente. El primer sitio es Cerro El Sombrero Cima, que corresponde a los momentos tempranos de ocupación de la región. Este es un lugar de actividades específicas, ubicado en la cima de un cerro en el área de Tandilia (Flegenheimer 1986, 1994, 2003, 2004). Las materias primas líticas fueron empleadas mediante distintas estrategias tecnológicas, en parte, de acuerdo con su disponibilidad. Mientras que, para las rocas disponibles a escala local y las procedentes de largas distancias se habría empleado una estrategia de conservación y cuidado, las rocas de disponibilidad inmediata habrían sido usadas menos intensamente, mediante una estrategia expeditiva (Bayón y Flegenheimer 2004; Bayón *et al.* 2006; Flegenheimer *et al.* 2003). El segundo sitio es La Guillerma 5, ubicado en el sistema lagunar del río Salado. Este es un campamento de actividades múltiples que fue ocupado por períodos prolongados y de manera reiterada durante el Holoceno tardío (González 2005). En cuanto a los recursos líticos, este sitio se caracteriza porque el área en que se encuentra emplazado, carece de rocas y éstas deben ser obtenidas de fuentes distantes. Los grupos del Salado habrían decidido transportar volúmenes pequeños de roca e implementar una estrategia de maximización, para obtener un aprovechamiento máximo de un recurso importante y escaso, mediante diversas técnicas (González de Bonaveri 1996, 2002; González de Bonaveri *et al.* 1998).

PICT 15015 y 0717, PIP 6279, PIP 02979, SECYT-UNS 24/I 154 y UBACyT F104 y F026.

1.2. Organización de la tesis

La primera parte de la tesis se refiere a las consideraciones generales que enmarcan y guían la investigación. Aquí se presenta el tema de investigación y se desarrollan las herramientas conceptuales y metodológicas utilizadas para proponer un abordaje al análisis de las fracturas y su integración a los problemas arqueológicos. El primer capítulo es la presente Introducción, en la cual se plantean el tema de investigación y los objetivos e hipótesis de trabajo. En el capítulo 2 se tratan los aspectos conceptuales y metodológicos considerados para la investigación. Primero se presentan aquellos modelos en los cuales se incluyen de alguna manera diferentes expectativas respecto a los índices de fragmentación de artefactos formatizados (organización de la tecnología, estrategias de abastecimiento y aprovechamiento de los recursos líticos, patrones de movilidad y organización de los cazadores-recolectores), así como también algunas investigaciones que incluyen el análisis de algunos tipos de fracturas en distintas problemáticas arqueológicas. Por otro lado, se desarrollan los aspectos teóricos y conceptuales de la mecánica de fractura en rocas. Por último, se describen las distintas metodologías y técnicas analíticas que fueron aplicadas al estudio de los artefactos formatizados fracturados, tanto experimentales como arqueológicos.

La segunda parte trata específicamente con las fracturas en artefactos líticos formatizados. En el capítulo 3 se desarrollan los antecedentes en el estudio de la fractura de artefactos líticos, haciendo hincapié en los artefactos formatizados por talla, que son el interés de esta tesis. Además, se presentan los resultados de las investigaciones en las que se utilizó el análisis de los artefactos fracturados para inferir distintas actividades y decisiones tecnológicas. Por último, se realiza una síntesis de las descripciones de distintos tipos de fracturas realizadas por diversos autores, que sirvieron como base para el diseño experimental. En el capítulo 4, se detallan los experimentos de fractura realizados con artefactos formatizados sobre ortocuarcitas del grupo Sierras Bayas y se presentan los resultados y el análisis de los materiales experimentales. El capítulo 5 se propone una clasificación para las fracturas basada en la revisión de las definiciones existentes y en los resultados experimentales. Se realiza una caracterización detallada de los distintos tipos de fracturas, asociando cada una de ellas con los atributos descriptivos de la tipología propuesta por Aschero (1975, 1983) y con las causas que pudieron originarlas.

La tercera parte está dedicada a la aplicación del análisis de las fracturas a los artefactos líticos formatizados de los conjuntos líticos de dos sitios arqueológicos de la Región Pampeana. El capítulo 6 incluye los antecedentes de las investigaciones en la Región Pampeana, subregión Pampa Húmeda; los antecedentes y el estado actual de los estudios líticos en la región, especialmente de aquellos en los que están involucrados los sitios a analizar. Finalmente, se desarrollan las expectativas para los casos de estudio con respecto a los instrumentos fracturados. El capítulo 7 presenta la información del sitio Cerro El Sombrero Cima y el análisis de los materiales líticos fracturados del sitio. El capítulo 8 por su parte, trata de las características y el análisis de los instrumentos fracturados del sitio La Guillerma 5. En el capítulo 9 y 10 se desarrollan la discusión y las conclusiones. Por un lado, se discuten algunas cuestiones relacionadas con la propuesta para analizar las fracturas. Por otro lado, se evalúa el potencial informativo del índice de fragmentación, en base a los datos aportados por los casos de estudio, junto con otros sitios de la Región Pampeana. Finalmente, se sintetizan los resultados del análisis de los sitios Cerro El Sombrero Cima y La Guillerma 5, se postulan algunas inferencias con respecto a las decisiones de los grupos que ocuparon estos sitios, relacionadas con las actividades realizadas en los sitios, el aprovechamiento de las rocas y el descarte de los instrumentos. Finalmente, se discuten algunos de los aportes y limitaciones del análisis de las fracturas de artefactos líticos formatizados recuperados en contextos arqueológicos y se proponen algunas líneas de investigación que darán continuidad a los resultados aquí alcanzados.

CAPITULO 2

ASPECTOS CONCEPTUALES Y METODOLÓGICOS

Como se mencionó en la introducción, uno de los objetivos de esta tesis es profundizar en un aspecto específico del análisis lítico: la fractura de artefactos formatizados. Un paso clave para ello, es el desarrollo de una propuesta para caracterizar e identificar los distintos tipos de rotura que pueden sufrir los instrumentos líticos arqueológicos y cómo correlacionarlas con los procesos o las actividades que las originaron. A su vez, se propone que la identificación de las distintas fracturas y sus causas es una línea más de evidencia que aporta al conocimiento de las estrategias, las decisiones y las prácticas adoptadas por una sociedad para el manejo de los recursos líticos.

En este capítulo se desarrollan los aspectos conceptuales y metodológicos considerados a lo largo del proceso de investigación. Por un lado se tratan distintos modelos para el manejo de los recursos líticos, haciendo especial hincapié en aquellos en los que se plantean distintas expectativas con respecto a los instrumentos fracturados. Estos modelos fueron postulados principalmente desde la perspectiva de la organización de la tecnología. Además, muchas de las ideas de estos modelos organizacionales fueron consideradas en estudios previos de los sitios arqueológicos que se analizan en la última parte de esta tesis, aunque considerando también otras perspectivas más orientadas al acercamiento de lo social y lo simbólico (Bayón *et al* 2006, Flegenheimer y Bayón 1999, González 2005). El análisis de las fracturas de los conjuntos arqueológicos se incluye, en este trabajo de tesis, en el marco de estas propuestas. Por otro lado, se desarrollan ciertos

aspectos teóricos y conceptuales de la mecánica de fractura en rocas frágiles, que son los que permiten una mejor comprensión de los procesos que intervienen en la rotura de los instrumentos de piedra y de los atributos a partir de los cuales dichos procesos pueden ser inferidos. Finalmente, se presentan las distintas metodologías y técnicas analíticas que fueron aplicadas al estudio de los artefactos formatizados fracturados, tanto experimentales como arqueológicos.

2.1. Aspectos conceptuales

El problema que se propone abordar en esta tesis es estrictamente la profundización de un aspecto del análisis en tecnología lítica, que en cierta forma quedó relegado en las interpretaciones arqueológicas. Al momento de enfrentar las diferentes expectativas relacionadas con los índices de fragmentación y los tipos de fracturas que se pueden encontrar en determinados contextos arqueológicos, resultaron operativas algunas nociones conceptuales y modelos desarrollados desde la perspectiva de la organización tecnológica, sin perder de vista otras consideraciones sobre las dimensiones simbólicas y sociales de la tecnología. La tecnología fue considerada principalmente como un medio para resolver problemas (Binford 1977; Nelson 1991; Torrence 1989, entre otros). Pero no es sólo eso, la tecnología puede ser vista como un fenómeno multidimensional (Dobres y Hoffman 1994). De esta manera, puede pensarse también como la expresión material de las prácticas culturales (Lemonnier 1992) y como una vía de entrada para comprender cómo vivía la gente en el pasado. La tecnología es concebida desde estas perspectivas más sociales, como un fenómeno complejo en el que se entrelazan las dimensiones sociales, materiales y simbólicas de producción de la cultura material. Así, en ella se expresan las relaciones sociales, los significados sociales y los conocimientos prácticos de las técnicas y el ambiente, para el aprovechamiento, la fabricación, el uso y el descarte de distintos objetos y de los recursos necesarios para ello (Dobres 1995; Dobres y Hoffman 1994; Lemonnier 1992). La tecnología implica la participación activa de los actores sociales en la creación de su mundo material (Dobres 1995; Ingold 1994). Todas las tecnologías dependen de las relaciones sociales de producción, por lo tanto, son un terreno de las interacciones sociales involucradas en el planeamiento, la producción, el uso, el mantenimiento y el descarte de la cultura material (Dobres 1995). De esta manera, los artefactos manufacturados, usados, reparados,

descartados, son evidencia material de distintas decisiones, relaciones y prácticas sociales y de las formas en que los grupos percibían su entorno (Dobres 1995; Dobres y Hoffman 1994). En estos objetos dejan su huella una multiplicidad de factores que interactúan, desde la disponibilidad de materias primas en el paisaje, las prohibiciones a su acceso, hasta las preferencias estéticas o el significado de los lugares y las cosas (Dobres y Hoffman 1994; Flegenheimer y Bayón 1999, Scarre 2004). En la Región Pampeana, por ejemplo, una serie de trabajos diversos se acercan a distintas explicaciones y propuestas en este sentido (Bayón y Flegenheimer 1999; Bonomo 2006; Politis 1998; Martínez 1999; Mazzanti y Valverde 2003, entre otros) explorando nuevas explicaciones en el uso de las rocas (Bayón y Flegenheimer 2003). Como expresan estas últimas autoras, la búsqueda de nuevas explicaciones no significa necesariamente una ruptura con las investigaciones precedentes sino que el camino hacia el conocimiento creciente de las sociedades del pasado se nutre con el aporte y la diversificación de distintas perspectivas teóricas, así como con la aplicación de diferentes metodologías de análisis.

2.1.1. *Sobre organización de la tecnología, movilidad y estrategias de aprovisionamiento en las sociedades humanas pasadas*

La organización de la tecnología lítica trata con las maneras en que la adquisición, el traslado, la producción, el mantenimiento y descarte de instrumentos y de los materiales necesarios para ello, están incluidas en la vida diaria, en las elecciones y en las decisiones de las sociedades del pasado (Andrefsky 2008, 2009; Nelson 1991). En este marco se definieron distintas estrategias tecnológicas que representan planes de acción para el manejo de los recursos líticos. La conservación (*curation*), la expeditividad, el oportunismo y la maximización comprenden en términos generales estas estrategias tecnológicas; constituyen conceptos que fueron elaborados generalmente a partir de información etnoarqueológica y etnográfica. En un principio, la definición de estas estrategias estuvo estrechamente relacionada con la movilidad y los patrones de organización del sistema asentamiento-subsistencia (Binford 1973, 1979), especialmente al continuum *forager-collector* (Escola 2000). Sin embargo, a medida que las investigaciones en esta campo avanzaron, la organización de la movilidad pasó a ser sólo un factor más entre aquellos que tendrían injerencia en la organización de la tecnología lítica, junto con otros como la disponibilidad de rocas (abundancia, calidad, forma de

presentación, distribución), la función de los instrumentos, los modos de abastecimiento o los factores sociales y simbólicos que influyeron en las elecciones de los grupos humanos del pasado (Andrefsky 1994, 2009; Bamforth 1986; Bayón *et al.* 2006; Bleed 1986; Flegenheimer y Bayón 1999; Jeske 1989; Kelly 1988; McAnany 1988; Morrow 1987; Nelson 1991; Parry y Kelly 1987). De esta manera, las estrategias particulares y únicas adoptadas por una sociedad son el resultado de la interacción de una multiplicidad de factores ambientales, sociales y simbólicos.

La idea de conservación (*curation*) introducida por Binford (1973) a principios de la década del '70, fue una de las primeras en impulsar una larga serie de estudios y discusiones. Los debates giraron en torno a los comportamientos asociados a la conservación de instrumentos (manufactura anticipada, transporte, mantenimiento, reciclaje, almacenaje); las variables vinculadas a la implementación de esta estrategia (riesgo, stress temporal, patrones de organización de la movilidad, disponibilidad de materias primas, modos de abastecimiento); su manifestación material en los conjuntos líticos (diseño de los instrumentos -mantenible, confiable, flexible, versátil-, elementos de empuñadura, múltiples filos retocados), incluso la conservación fue entendida como una característica los instrumentos y hasta se propuso descartar el término de la literatura arqueológica por sus connotaciones ambiguas (Andrefsky 1994; Bamforth 1986; Binford 1973, 1979; Bousman 1993; Kelly 1988; Hayden *et al.* 1996; Mc Anany 1988; Nash 1996; Nelson 1991; Odell 1996, entre otros). Una concepción desde una perspectiva algo diferente es desarrollada por Shott (1989, 1996) y Andrefsky (2008, 2009) quienes ven la conservación como un *proceso* vinculado exclusivamente al uso de los instrumentos. Proponen que para que la conservación resulte un concepto operativo debe verse como “*a continuous property of tools that measures the relationship between maximum and realized utility*” (Shott 1996:268) y no como una condición o una estrategia. La conservación no se opone a otras estrategias, ni se opone a nada para estos investigadores, sino que es un continuo que queda definido por distintos grados de conservación, de baja a alta. Shott (1996) propone que la conservación puede medirse calculando la cantidad de material funcional (partes sin empuñadura) que retienen los instrumentos al ser descartados. Esta es una medida interesante, aunque presenta ciertos problemas debido a la necesidad de conocer si los instrumentos estuvieron empuñados, qué formas de empuñadura se utilizaron y a la imposibilidad -como en los materiales analizados en esta tesis- de aplicarla sobre instrumentos fragmentados, por ejemplo.

Andrefsky (2009) cita otras formas de medir la conservación, que a través de métodos alométricos y de diversos índices, intentan conocer el grado o la cantidad de retoque en los instrumentos, bajo el supuesto de que un mayor grado de retoque implica mayor conservación.

Más allá de la discusión acerca de lo que implica el término conservación, aquí será utilizado en los términos en los que se lo empleó para evaluar las modalidades de manejo de rocas en la Región Pampeana (Bayón y Flegenheimer 2003; Bayón *et al.* 2006; González de Bonaveri 2002; González de Bonaveri *et al.* 1998). En este sentido se entiende como una estrategia tecnológica, como un plan, que tiende al cuidado de los instrumentos, equipos y de la materia prima y que puede involucrar tanto la manufactura anticipada, el transporte, el mantenimiento, el reciclaje y/o el almacenaje de instrumentos o núcleos y algunos o todos estos factores entrarán en juego dependiendo de las circunstancias particulares (Escola 2000; Nelson 1991).

Odell (1996) afirma que dentro de la estrategia de conservación puede diferenciarse un comportamiento de cuidado *intensivo* del recurso lítico, más que de los instrumentos y equipos. En términos de Odell (*op. cit.*) este sería un comportamiento económico o de maximización de las materias primas líticas, como respuesta a la escasez de las mismas. En este caso, la tendencia será manufacturar una mayor cantidad de instrumentos a partir de los recursos disponibles, prolongar su vida útil a través del mantenimiento, reactivación y reciclaje y un uso mucho más intensivo de los artefactos en general, que el observado en una estrategia conservada (Odell *op. cit.*). Jeske (1989) también postula que las sociedades implementarán estrategias de economía en el aprovisionamiento y el uso de las materias primas cuando la adquisición de las materias primas sea “costosa”, pero esta concepción no aparece asociada en ningún momento a la de conservación. Según este autor, los recursos líticos pueden ser costosos tanto por constricciones políticas y sociales al acceso de los mismos o por las distancias de traslado necesarias para procurar el recurso, más que por la escasez de materias primas. Esta estrategia quedará evidenciada en la estandarización de la forma de los artefactos –como hojas y bifaces–, instrumentos de tamaño pequeño y extensión de la vida útil de los instrumentos, con alta frecuencia de reactivación y mayor número de filos por pieza (Jeske *op. cit.*).

La expeditividad es otra estrategia tecnológica que al igual que la conservación implica planificación. Esta estrategia estaría orientada a minimizar el esfuerzo de producción tecnológica en circunstancias en que se puede anticipar la disponibilidad de materias primas (Nelson 1991) ya sea, mediante el planeamiento de actividades en cercanías a fuentes de materia prima, mediante el almacenamiento de rocas en pilas y escondrijos o mediante el abastecimiento de rocas a los lugares de ocupación (Bamforth 1986; Parry y Kelly 1987). Esto permitiría la fabricación de instrumentos en el momento y el lugar de uso y a medida que se necesitan, con poca inversión de trabajo y supondría una fuerte correlación entre el lugar de uso, manufactura y descarte y una baja frecuencia de mantenimiento y reparación (Binford 1979; Escola 2004; Nelson 1991).

Por último, la estrategia oportunística fue propuesta por Nelson (1991) como una estrategia que se diferencia de la expeditividad y la conservación por no ser planificada, sino que es una respuesta a condiciones inmediatas e imprevistas. Al igual que en la estrategia expeditiva los instrumentos se fabrican y se usan en el momento y lugar en que se necesitan, haciendo difícil su diferenciación en términos de sus consecuencias materiales, sin embargo, para Nelson (1991) estas estrategias deberían tener implicaciones diferentes en términos del diseño y la distribución de los instrumentos.

Como se mencionó más arriba, la formulación inicial de las distintas estrategias tecnológicas estuvo ligada a los patrones de movilidad, llevando en un principio a interpretar una vinculación directa entre los cazadores-recolectores con movilidad residencial (*forager*) y la expeditividad y entre aquellos con organización logística (*collector*) y la conservación (Binford 1973, 1979). Con Bamforth (1986) a la cabeza, la disponibilidad de materias primas comenzó a tener un rol preponderante en la evaluación de las estrategias tecnológicas y aquella relación entre movilidad y estrategia se invirtió. El supuesto guiando esta nueva relación es que los grupos con alta movilidad residencial enfrentan principalmente dos problemas con respecto al instrumental lítico, por un lado el costo de transportarlos y por otro la posibilidad de que, al ocupar áreas más grandes, pudieran encontrarse en lugares sin disponibilidad de materias primas (Andrefsky 1994; Bamforth op. cit.; Kuhn 1989). Bajo estas condiciones sería necesario contar con instrumentos transportables y listos para usar y que serían mantenidos hasta contar con nuevas fuentes de materias primas (Kuhn 1989). Por el contrario, los cazadores-recolectores con patrones de asentamiento semi-sedentario y los grupos

sedentarios, no necesitarían instrumental transportable, el lugar de producción y uso de los instrumentos coincidiría y sería además conocido con anticipación, todo esto sumado a la disponibilidad de materias primas, favorecería la implementación de una estrategia expeditiva (Andrefsky 1994; Parry y Kelly 1987). A su vez, se asoció a la conservación con instrumentos formales en los que se invierte mayor esfuerzo de producción y son transportados y mantenidos, contraponiéndolos a los instrumentos informales, como instrumentos con escasa estandarización, pocos retoques y descartados rápidamente. De todo esto se sigue lógicamente la relación establecida entre conservación-instrumentos formales-sociedades móviles por un lado, y expeditividad-instrumentos informales-sociedades sedentarias y semi-sedentarias por otro (Andrefsky 1994). En contraposición a esto, la propuesta de Andrefsky (1994) es que la disponibilidad de materias primas constituye el principal factor que influye en la elección de las estrategias y el diseño de los instrumentos y no la movilidad y muestra a través de tres casos arqueológicos que las sociedades móviles con materias primas inmediatamente disponibles no necesariamente fabricaran instrumentos formales. Por la misma razón, las sociedades con escasa o ninguna movilidad residencial que no dispongan de materias primas no tendrán como práctica común la fabricación de instrumentos informales.

Otra noción relacionada al manejo de las rocas es la de estrategias de aprovisionamiento, que están influenciadas por un amplio rango de factores desde la territorialidad y las redes sociales, hasta los límites de transporte y los tiempos de traslado (Kuhn 2004). Este autor considera a las estrategias de aprovisionamiento como *“idealized systems for making finished tools and/or necessary raw materials available when and where they are needed”* (Kuhn op. cit.:432). Este concepto incluye diferentes caminos a través de los cuales los artefactos llegan desde las canteras al registro arqueológico. Kuhn (2004) identifica tres estrategias alternativas potenciales, *aprovisionamiento de individuos, aprovisionamiento de lugares y aprovisionamiento de actividades*, cada una operara bajo distintas limitaciones y resulta en diferentes historias de vida de los instrumentos (trayectoria de abastecimiento, manufactura, mantenimiento y descarte). Las dos primeras implican planeamiento anticipado.

El aprovisionamiento de individuos implica que son las personas quienes se abastecen de los artefactos y las materias primas que necesitan, pero principalmente de artefactos terminados. Se vincula a sociedades móviles en las que el costo de transporte

representa un limitación importante y que invertirán mayor esfuerzo en maximizar la utilidad de los artefactos en relación al peso, aprovisionándose de instrumentos terminados o de núcleos que maximicen esa relación. Además estos artefactos serán reactivados y reciclados a medida que sus filos se emboten. Se espera también que a mayor distancia de las fuentes, los instrumentos presenten cada vez más evidencia de reactivación y reciclaje. Sin embargo, como los artefactos usados para aprovisionar individuos no se mueven tanto en función de localizaciones determinadas (por ej, cantera, campamento) sino que se mueven con los individuos; la reactivación y el reciclaje no necesariamente representan medidas de las distancias hasta la cantera sino que responden a la cantidad de tiempo que fueron transportados y usados (Kuhn op. cit.)

El aprovisionamiento de lugares se refiere al traslado de materias primas o artefactos a lugares específicos del paisaje en los que se llevarán a cabo las actividades. Esta estrategia se asocia a una disminución marcada de la movilidad ya que ofrece mayores ventajas al ser más predecibles los lugares en que se realizan las actividades. Estos lugares deberían presentar materias primas en varios o todos los momentos de la secuencia de producción y deberían evidenciar una menor inversión en la manufactura, reducción y mantenimiento de los artefactos. Aunque Kuhn (op. cit.) considera que este modo de aprovisionamiento es una forma de estrategia conservada, también se ha destacado que la posibilidad de crear una disponibilidad inmediata de materias primas favorece la implementación de una estrategia expeditiva en el aprovechamiento del recurso y el uso de los instrumentos (Bamforth 1986; Martínez 1999, 2002; Parry y Kelly 1987).

El aprovisionamiento de actividades se diferencia porque implica poca o ninguna planificación, los artefactos se fabrican a medida que se necesitan e implica una inversión mínima en la confección de los mismos y el uso de materias primas abundantes localmente. Esta producción de artefactos ad hoc, sólo sería confiable donde se sabe que hay materias primas disponibles cerca de los lugares de uso. A pesar de la asociación sugerida entre los distintos modos de aprovisionamiento y los patrones de movilidad, una misma sociedad puede implementar más de una o todas estas estrategias (Kuhn 2004).

La implementación de diferentes planes para el manejo de las rocas en los que se combinan de maneras complejas y particulares estas estrategias tecnológicas y de

aprovisionamiento y sus implicaciones respecto a la movilidad, la organización y las decisiones de los grupos cazadores-recolectores, fue reconocida en la Región Pampeana a partir de las investigaciones realizadas al menos en los últimos diez años (entre otros, Armentano 2004; Armentano *et al.* 2007; Barros 2009; Barros y Messineo 2004; Bayón y Flegenheimer 2004; Bayón *et al.* 1999, 2006; Bonomo 2005; Flegenheimer y Bayón 1999, 2002; Flegenheimer *et al.* 2003; González 2005; González de Bonaveri *et al.* 1998; Martínez 1999; Martínez y Mackie 2003/2004; Mazzanti 1999; Messineo 2008; Paulides 2005; Valverde 2006). Como veremos más adelante en el capítulo 6, en los distintos momentos de ocupación de la región y en las distintas áreas se implementaron, de maneras diversas, diferentes planes sociales para el abastecimiento, traslado y aprovechamiento de los recursos líticos. Con respecto a los sitios que se analizan en esta tesis, aquí cabe decir que para el sitio Cerro El Sombrero Cima, se propuso un manejo de las materias primas que indica un equipo instrumental muy transportable, que se vinculó con sociedades altamente móviles; este equipo está manufacturado casi exclusivamente sobre rocas disponibles a escala local y muestra un manejo asociado a una estrategia de conservación (Bayón y Flegenheimer 2004; Bayón *et al.* 2006; Flegenheimer 2004). La Guillerma 5, en cambio, fue ocupado por grupos semi-sedentarios. El sitio se encuentra ubicado en un área que carece completamente de recursos líticos, toda la piedra debió ser trasladada grandes distancias y el conjunto lítico evidencia la implementación de una estrategia de maximización o uso intensivo de la materia prima (González de Bonaveri 2002; González de Bonaveri *et al.* 1998; González 2005). Para ambos sitios se postuló que el abastecimiento de las rocas, que se trasladó de maneras particulares a cada sitio, se realizaba por parte de los artesanos más hábiles (Bayón y Flegenheimer 2004; González 2005).

2.1.2. *Instrumentos fracturados*

La identificación de distintos tipos de fracturas en los instrumentos líticos y de las causas que las originaron, implica la profundización en el análisis de este aspecto particular de los materiales líticos para comenzar a pensarlos dentro de las estrategias, decisiones y prácticas de los grupos humanos. La fractura de los materiales usualmente se usa para definir el estado general de los conjuntos, para evaluar la integridad de los mismos y los procesos tafonómicos y de formación de sitio -por ejemplo, a partir del

ensamblaje de los fragmentos- (Borrazzo 2004; Hiscock 2001; Ramos y Merenzon 2004). En Argentina el estado de fragmentación y el índice de fragmentación fueron consideradas variables relevantes a la hora de analizar los materiales líticos (por ejemplo, Carballido Calatayud 1999). El estado de fragmentación se refiere a si los artefactos se encuentran enteros o fragmentados y el índice de fragmentación es un porcentaje que representa la cantidad de artefactos fragmentados con relación a los que permanecen enteros. Ambas variables tienen implicancias tecnológicas (Nami y Bellelli 1994), de uso, modos de uso y maximización de la materia prima (Odell 1996; Franco 2004) y nos informan acerca de la vida útil de los materiales y de las elecciones tecnológicas para el aprovechamiento de los recursos líticos o de su participación en distintas actividades y/o prácticas (por ejemplo, Kuhn 1989; Deller y Ellis 2001; Frison y Bradley 1980; Lintz y Dockal 2002; Root *et al.* 1999). Esto debe ser evaluado en relación con otras variables, como la disponibilidad de materias primas, los patrones de movilidad de las sociedades o la existencia de restricciones sociales de acceso a las fuentes de roca y con el uso efectivo que se le dio a los instrumentos líticos.

En líneas generales usualmente se asume que la presencia de instrumentos fracturados en el registro arqueológico se encuentra relacionada con los patrones de descarte de los mismos por parte de las sociedades. Dentro de los modelos organizativos desarrollados en el apartado anterior, algunos investigadores plantearon diferentes expectativas respecto al abandono y al índice de fragmentación de los instrumentos en relación con las estrategias de movilidad de las sociedades y con la disponibilidad de materias primas. Kuhn (1989) en un análisis de las estrategias de reemplazo y abandono de los instrumentos de los cazadores-recolectores, postula que aquellos con alta movilidad residencial, reemplazarán los instrumentos a medida que se agotan y se rompen. Es decir, que los instrumentos son retenidos hasta que están exhaustos y su utilidad se explota al máximo antes de descartarlos, especialmente cuando la disponibilidad de materias primas sea menor. En cambio, los cazadores-recolectores organizados logísticamente, reemplazarían los instrumentos con anticipación, es decir antes de que “muestren signos de desgaste avanzado” (Kuhn 1989: 36), descartando o almacenando en escondrijos instrumentos que siguen siendo útiles, ante la posibilidad de que fallen, por ejemplo, durante salidas específicas. De acuerdo con esto se esperaría que en los sitios de cazadores-recolectores altamente móviles, se encuentren altas cantidades de instrumentos fracturados y agotados descartados (Kuhn *op. cit.*).

Bamforth (1986) postula que la organización tecnológica está influida principalmente por la disponibilidad de materias primas. Considera que el mantenimiento y el reciclaje son aspectos de la estrategia conservada y que son respuestas a la escasez de materias primas. A su vez, establece que el descarte de altos porcentajes de instrumentos fragmentados y agotados son indicadores de una elevada frecuencia de mantenimiento y reciclaje. La relación que establece entre la movilidad y la disponibilidad de materias primas, postula que los grupos con alta movilidad residencial se encontrarán en situaciones de escasez de rocas más frecuentemente que los grupos con una organización logística. Compara dos sitios de cazadores con movilidad residencial vs. cazadores con movilidad logística, pertenecientes a distintos períodos, en una misma área con disponibilidad de materias primas y encuentra que entre los primeros se descartan mayores cantidades de instrumentos rotos (84%) que entre los segundos (50%). Finalmente, considera que esto muestra que entre los grupos con movilidad logística y, por ende, con mayor disponibilidad de materias primas, la conservación tiene menos importancia. Kuhn (1989) discute esta interpretación y la reelabora en los términos expresados arriba, concluyendo que los datos presentados por Bamforth (op.cit.) no reflejan diferencias en la importancia dada a la conservación, sino que representan distintas estrategias de conservación. Para Kuhn (op. cit.) los índices de fragmentación no son una medida de la importancia de la conservación, sino que son indicadores de la probabilidad de que un instrumento sea reemplazado, reparado o de que se rompa antes de ingresar al registro arqueológico.

Aquí se deben tener en cuenta también otras expectativas que pueden generarse considerando las relaciones entre los patrones de movilidad, el tipo de estrategia tecnológica implementada, los modos de aprovisionamiento y la disponibilidad de materias primas. En aquellos casos en que ciertos instrumentos funcionen dentro de una estrategia conservada, podríamos esperar diferentes situaciones según su relación con los otros factores. En sociedades con alta movilidad y con una estrategia de aprovisionamiento de individuos, según las propuestas examinadas arriba (Bamforth 1986; Kuhn 1989, 1995), deberíamos esperar el descarte de instrumentos en un estado de elevada fragmentación, con evidencias de mantenimiento y reciclaje. Además estas situaciones deberían incrementarse a medida que aumenta el tiempo de uso de los instrumentos. Por otro lado, aquellas sociedades organizadas logísticamente, como lo observado por Binford (1979) para los Nunamiut, que se equipan con anticipación a las

tareas y que reemplazan sus instrumentos con anticipación, ante la posibilidad de que se rompan, descartarán una menor cantidad de instrumentos fragmentados (Kuhn 1989). Según Kuhn, las diferencias en la organización del sistema de asentamiento-subsistencia no resultaran en el uso de diferentes estrategias tecnológicas, sino en diferencias en el *tratamiento* dado a los instrumentos dentro de una estrategia conservada y estos tratamientos diferentes, repercutirán, entre otras cosas, en diferencias en los índices de fragmentación.

Pero como se vio más arriba, esta no es la única opción ni la única estrategia que pueden implementar distintos grupos. También se propuso, por ejemplo, que una disminución en la movilidad puede llevar a implementar una estrategia expeditiva en el aprovechamiento de las rocas, ya sea mediante el emplazamiento en cercanías a las fuentes de materias primas o mediante el aprovisionamiento de lugares (Bamforth 1986; Parry y Kelly 1987), descartando instrumentos con una baja inversión de trabajo y posiblemente con poca fragmentación. De la misma manera, se postuló que sociedades con alta movilidad residencial pueden implementar estrategias expeditivas cuando se encuentran con materias primas inmediatamente disponibles (Andrefsky 1994) con las mismas consecuencias materiales, instrumentos con baja inversión de trabajo, descartados con poco o ningún mantenimiento y poca fragmentación.

Por otro lado, Odell (1996) evalúa las estrategias de economía o maximización de la roca en respuesta a la disponibilidad diferencial de materia prima. En lugares con disponibilidad de materias primas observa que los grupos altamente móviles evidencian el uso de una estrategia de conservación de los instrumentos, pero que implementaron una estrategia de maximización ante la escasez de roca. Postula que esta última situación debe resultar, en sus casos de estudio, en una alta fragmentación de los instrumentos. Interpreta a los "fragmentos bifaciales" como una medida de fragmentación extrema y los define como piezas demasiado pequeñas como para reconocer su etapa de reducción. Odell (op. cit.) considera que la maximización es un comportamiento o estrategia particular dentro de la conservación de la materia prima, como respuesta a la escasez de la misma y que la elevada fragmentación de los instrumentos, ya sea por la confección de nuevas formas a partir de instrumentos exhaustos o por la utilización intensiva de los mismos, es uno de los indicadores de este tipo de comportamiento. En su estudio encuentra que los sitios con disponibilidad de materia prima presentan un índice de

fracturas mucho menor- con un promedio de 30%- a los que se emplazan en lugares sin rocas, que presentan un promedio del 70% de fracturas. Es decir, que de todas las posibilidades planteadas hasta ahora, este sería el caso en el que, según Odell (op. cit.), debería presentarse el índice más elevado de fracturas. Por otro lado, en este trabajo deja planteado lo que considero que es una cuestión muy importante, la aplicación de análisis funcionales a las fracturas de los instrumentos, que considera que no serían utilizados en otras circunstancias que no fuera la escasez de rocas. Otro indicador de la maximización de materias primas influida por la escasez, es la reducción exhaustiva de los núcleos mediante talla bipolar. También se ha propuesto para situaciones de escasez de recursos líticos, la prolongación de la vida útil de los instrumentos evidenciada por: un alto índice de fracturas, la utilización de las fracturas y tamaños pequeños en los instrumentos (Franco 2004).

Hasta aquí se consideraron las distintas expectativas respecto al índice de fragmentación y el descarte de los artefactos formatizados en relación con las estrategias tecnológicas, los patrones de movilidad y la disponibilidad de materias primas. Pero los índices de fragmentación siguen presentando una limitación importante. Si tomamos por ejemplo, aquellos artefactos o instrumentos descartados con bajos índices de fragmentación en situaciones de predictibilidad y disponibilidad de materias primas, debemos tener en cuenta, que una vez descartados, siguen actuando otros procesos depositacionales y post-depositacionales, como el pisoteo o el peso de los sedimentos en materiales enterrados, etc, que pueden actuar generando roturas. Es por esto que se plantea la necesidad de reconocer las distintas fracturas y su génesis. Existen una variedad de situaciones en las que los instrumentos pueden fragmentarse. Además de dar cuenta de la presencia/ausencia y la cantidad de materiales fracturados, son escasas las oportunidades en que el análisis de los mismos se abordó como una manera de conocer qué sucedió en un sitio para que los instrumentos estén fracturados y qué ocurrió con estos una vez que estaban rotos (entre otros, Frison y Bradley 1980; Deller y Ellis 2001; Root et al. 1999).

¿Cuáles son entonces las consecuencias materiales que podemos esperar respecto a los tipos de fracturas, en relación con las propuestas desarrolladas más arriba? A modo de hipótesis, se esperaría que en aquellos instrumentos que participan dentro de una estrategia conservada y que forman parte del equipamiento de individuos en áreas con

disponibilidad de materias primas, haya por un lado fracturas por errores de talla debido a la mayor inversión en la fabricación de estos instrumentos, que implican una secuencia de manufactura más larga y elaborada y a la recurrencia de eventos de reactivación y reciclaje. Por otro lado, sería esperable encontrar una alta proporción de fracturas resultado del uso, ya que serían instrumentos utilizados durante períodos prolongados. Ante la escasez de materias primas o ante una estrategia que favorezca un aprovechamiento intensivo de las materias primas, sería esperable encontrar una elevada incidencia de fracturas resultado del uso de los instrumentos, así como también de fracturas intencionales provocadas con la finalidad de crear nuevos filos útiles. En varios sitios Folsom alejados de las fuentes de materias primas (Frison y Bradley 1980; Wilsem y Roberts 1978) hay evidencias de fracturas intencionales para reciclar instrumentos y lascas. Esto, sin embargo, no sería relevante en contextos en los que las decisiones ante los problemas de disponibilidad de materias primas se orientaron al aprovisionamiento de lugares, como sucedió por ejemplo, durante el Holoceno tardío en algunas áreas de la Región Pampeana (Martínez 1999; Bayón *et al.* 2006).

Pero también hay evidencias de sitios arqueológicos Folsom en el Lago Ilo (Dakota del Norte) donde existe disponibilidad inmediata y a escala local de materias primas de buena calidad, en los que muchos artefactos que funcionaron dentro de una estrategia conservada, fueron reciclados mediante fractura intencional para crear puntas burilantes y filos de características determinadas (Root *et al.* 1999). La fractura intencional de los artefactos es discutida en este contexto como parte de una estrategia tecnológica expeditiva habitual “*designed to make tools principally used for tasks at hand and then quickly discarded*” en condiciones de abundancia de materia prima (Root *et al.* 1999:144). Aquí “*the use of expedient technology was conditioned not only by raw material availability, but probably also by the tasks at hand such as the need to repair tools at a camp site*” (Root *et al.* 1999: 165).

Los distintos tipos de fracturas pueden pensarse también en términos de la funcionalidad de los sitios. Las categorizaciones empleadas comúnmente en arqueología de canteras-taller, campamentos base, sitios de actividades múltiples o de actividades específicas, etc, generan también expectativas respecto a las causas que pudieron intervenir en la rotura de los instrumentos. En un sitio del tipo cantera-taller sería esperable encontrar una alta proporción de fracturas causadas por errores de talla, pero

también como en el caso estudiado por Gramly (1980) pueden descartarse en estos lugares instrumentos totalmente agotados y rotos, para reabastecerse de instrumentos nuevos sumando la posibilidad de encontrar fracturas resultado del uso. Además, en aquellos sectores de las canteras en que se producen grandes acumulaciones de materiales tallados, la incidencia del pisoteo de rocas sobre rocas podría ser mayor que en otros espacios. En los campamentos base o sitios de actividades múltiples en los que se asume que se llevan a cabo las tareas de manufactura y reparación y donde también se llevan los instrumentos rotos durante salidas específicas para su reparación (Bamforth 1986; Binford 1979; Nelson 1991) sería esperable encontrar diferentes tipos de fracturas.

Por otro lado, para contextos rituales no hay muchas referencias respecto a los instrumentos líticos tallados fracturados. Deller y Ellis (2001) presentan un sitio del Paleoindio norteamericano en el que casi la totalidad de los instrumentos presentan fracturas intencionales producidas mediante golpes en el centro de la pieza, e interpretaron estos materiales como evidencia de actividad ritual. Sin embargo, en casos en que el descarte de objetos rituales se produzca una vez que su vida útil concluye, no necesariamente serán destruidos en forma intencional antes de su disposición final (Walker 1995).

La configuración que resulta en cuanto a la distribución de distintos tipos de fracturas es entonces compleja y a su vez presenta superposiciones. Sin embargo, lo más importante no es la posibilidad de colaborar con la adscripción funcional de los sitios - aunque esto es posible en ocasiones- sino que los distintos tipos de fracturas nos informen acerca de los procesos, las elecciones tecnológicas y las actividades realizadas en esos lugares. Resulta entonces indispensable poder diferenciar unos tipos de fracturas de otros.

2.1.3. *Mecánica de fracturas*

El término mecánica de fracturas se refiere a las fuerzas que afectan la manera en que los materiales se rompen (Wang 1996). Los desarrollos de la mecánica de fractura en el campo de la mecánica de materiales, fueron incorporados a la arqueología para explicar los mecanismos que generan en las rocas ciertos rasgos a partir de los cuales

reconocemos los artefactos líticos como producto de la acción humana. En la década de 1970, con el auge de la talla experimental y los análisis de rastros de uso observados a bajos aumentos, la mecánica de fracturas se incorporó para entender los mecanismos de extracción de lascas, para así identificar técnicas de manufactura y para reconocer las fracturas producidas por el uso. De esta manera la comprensión de la mecánica de fracturas se consideró como una vía para realizar inferencias acerca del comportamiento humano (Cotterell y Kamminga 1979, 1987).

Las rocas elegidas preferentemente por los grupos prehistóricos para fabricar artefactos líticos tallados comparten en general las mismas características: son frágiles¹, isotropas², homogéneas³, elásticas⁴. Estas propiedades le confieren a este tipo de rocas la capacidad de fracturarse concoidalmente. La mecánica de fractura de los materiales sólidos frágiles es igual para todos los cuerpos con estas características, pero a medida que las rocas son menos homogéneas su comportamiento será menos predecible. El vidrio y la obsidiana son los materiales más homogéneos, las rocas criptocristalinas como el chert y la calcedonia son menos homogéneas; la cuarcita, el basalto, las riolitas, etc. son aún menos homogéneas (Andrefsky 1998).

Los mecanismos que se describen más adelante, son los mismos para la extracción de lascas, para la formatización de núcleos o instrumentos o para romper un instrumento en fragmentos. Sin embargo, las diferencias en: el ángulo de aplicación de la fuerza o la magnitud de la fuerza aplicada (que puede responder al uso de distintas técnicas de talla, a un error del tallador, la intención de romper un artefacto o el impacto de una punta de proyectil), el objeto con el que se aplica la fuerza (un percutor de piedra, un retocador de asta o de madera, el pisoteo), el soporte sobre el que se apoya la pieza (sostenida a mano alzada, apoyada sobre un yunque de madera o sobre un sedimento arenoso), la estructura cristalina de las rocas, la presencia de impurezas, las características del material con que se aplicó la fuerza, son factores que determinan

¹ Se refiere a que la roca se fractura relativamente fácil y tiene la capacidad de deformarse de manera importante sin romperse (Whittaker 1995).

² Implica que todo el sólido posee las mismas propiedades mecánicas en todas las direcciones y por lo tanto no tienen una dirección preferencial de fractura. Es típico de los materiales con estructura amorfa como el vidrio o la obsidiana (Crabtree 1972; Luedtke 1992).

³ Las rocas homogéneas poseen una estructura similar en toda su extensión y se encuentran prácticamente libres de fallas, grietas e irregularidades. Cuando estas se presentan, la propagación de la fractura dentro del material se ve desviada, resultando en lascas fragmentadas, instrumentos fragmentados, terminaciones en charnela, etc. (Crabtree 1972; Luedtke 1992; Whittaker 1995).

⁴ Significa la capacidad de deformarse sin un cambio permanente en la forma (Crabtree 1972; Luedtke 1992).

la formación de ciertos rasgos en la superficie de fractura y en la morfología de las mismas. A su vez, el reconocimiento de estos rasgos y atributos sobre los materiales fragmentados permitiría inferir las variables que intervinieron y, por lo tanto, distintas formas de acción sobre la materia ya sean estas acciones naturales, accidentales o parte de las prácticas y elecciones por parte de una sociedad.

Las fracturas son roturas mecánicas en las rocas que se originan por tensiones que surgen del *stress* acumulado alrededor de fallas, heterogeneidades y discontinuidades. Otra forma de definir las fracturas es como la rotura de un material sólido sometido a tensiones repetidas o debido a un impacto fuerte (The Committee on Fracture Characterization and Fluid Flow 1996).

Cuando dos objetos entran en contacto, son sometidos a *stress* (Luedtke 1992). Algunas de las fuerzas externas que pueden afectar los materiales son la tensión, la compresión y la flexión o doblado, entre las más relevantes⁵ (Figura 2.1). Los materiales sólidos pueden responder de distintas maneras bajo la acción de estas fuerzas, pueden deformarse elásticamente -recuperando su tamaño y forma original al terminar la acción externa-, deformarse permanentemente o fracturarse, cuando la tensión supera las fuerzas cohesivas del material (Luedtke 1992; Yacobaccio 1983).

La fractura se propaga siempre por el lugar en que se concentra la tensión (Sollberger 1986; Lawn y Marshall 1979), aunque siempre actúan más de una fuerza al mismo tiempo. La tensión es una fuerza que tira hacia afuera de un cuerpo. Cuando la acción de la misma es grande, el material se rompe. La tensión produce fracturas aproximadamente perpendiculares a la dirección de la aplicación del esfuerzo de tensión (Figura 2.2), haciendo que se separen las dos partes del cuerpo a ambos lados de la fractura (Quinn 2007). La compresión es una presión que causa la reducción del volumen, es una fuerza que presiona hacia el interior de un objeto (Luedtke 1992). La flexión o doblado, implica la flexión de un cuerpo "sostenido" por los extremos; en este caso actúan conjuntamente la tensión y la compresión (ver pp. 29 y figura 2.5).

⁵ Otras fuerzas pueden ser la torsión y la cizalla, por ejemplo (Quinn 2007).



Figura 2.1. Esquema de las fuerzas de tensión y compresión.

En 1920 Griffith, estudiando las fracturas en materiales frágiles sobre fibras de vidrio, desde el campo de la ingeniería aeronáutica, propuso que las fracturas se inician cuando los materiales son sometidos a stress, debido a fallas o microgrietas que se encuentran en todos los materiales sólidos, ya sea en la superficie o dentro del volumen de los mismos (Lawn y Marshall 1979), y que debilitan los materiales. Cuando un material es puesto bajo stress, se producen concentraciones de tensión muy altas en los extremos de esas microgrietas. La concentración de la tensión hace que la grieta se propague en sus extremos cuando se alcanza un punto crítico. Cuando se propagan varias grietas y empiezan a unirse unas con otras se producen fracturas macroscópicas (Kerlins 1987). Resumiendo, las fracturas se inician cuando las fallas que existen en las rocas son sometidas a algún tipo de *stress*, ya sea por fuerzas de tensión, por ejemplo con un percutor, por fuerzas de doblado o por fuerzas de compresión, por ejemplo durante el pisoteo o la talla tanto por percusión como por presión.

Uno de los principios más conocidos de la fractura de rocas es el de la fractura cónica, concoidea, concooidal o hertziana; ésta última denominación en honor al físico H. Hertz que fue el primero en describir científicamente los patrones de fractura que se producen cuando entran en contacto dos cuerpos sólidos (Lawn y Marshall 1979). Avances sobre estas investigaciones mostraron que la propagación de la fractura cónica era más compleja que la descrita por Hertz.

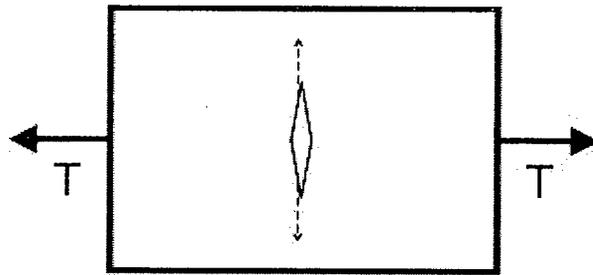


Figura 2. 2. Propagación de una grieta perpendicularmente a la dirección de las fuerzas de tensión (T).

Adaptado de Luedtke 1992.

En las rocas con fractura concoidal la superficie de fractura tiene forma curva porque cuando la roca es sometida a una fuerza, la energía se distribuye radialmente y en forma pareja a medida que se aleja del punto de contacto, generando una rotura cónica que se conoce como cono hertziano (Lawn y Marshall 1979). El proceso que ocurre bajo la aplicación de una fuerza con un objeto (por ejemplo, un percutor) perpendicularmente sobre la cara de otro objeto (por ejemplo, un instrumento), fue sintetizado por Lawn y Marshall (1979): cuando dos cuerpos sólidos entran en contacto, el sólido sobre el que se aplica la fuerza es puesto en tensión, este campo tensional otorga la energía para la propagación de la fractura. Inmediatamente debajo del objeto con el que se aplica la fuerza, el stress es compresivo (Figura 2.3 A). El cuerpo sobre el que se aplica la fuerza presenta microgrietas superficiales, una de las cuales se separa rápidamente alrededor de la zona de contacto formando una “grieta en forma de anillo” que se propaga hacia abajo (Figura 2.3 B), disminuyendo la velocidad mientras se aleja de la zona de mayor tensión. A medida que esta grieta avanza comienza a desviarse evitando la zona en compresión (Figura 2.3 C) y se propaga hasta desarrollar una fractura cónica (Figura 2.3 D) (una descripción minuciosa de este proceso puede encontrarse en Lawn y Marshall 1979). Este mecanismo, que es el más conocido en la extracción de lascas con iniciación hertziana o cónica (*sensu* Cotterell y Kamminga 1979, 1987) es también uno de los que puede actuar cuando un instrumento lítico o una lasca son golpeados intencionalmente sobre una de sus caras, como se verá en el capítulo 4. Esta fractura se inicia siempre en el punto de aplicación de la fuerza (Cotterell y Kamminga 1979, 1987; Tsirk 1979).

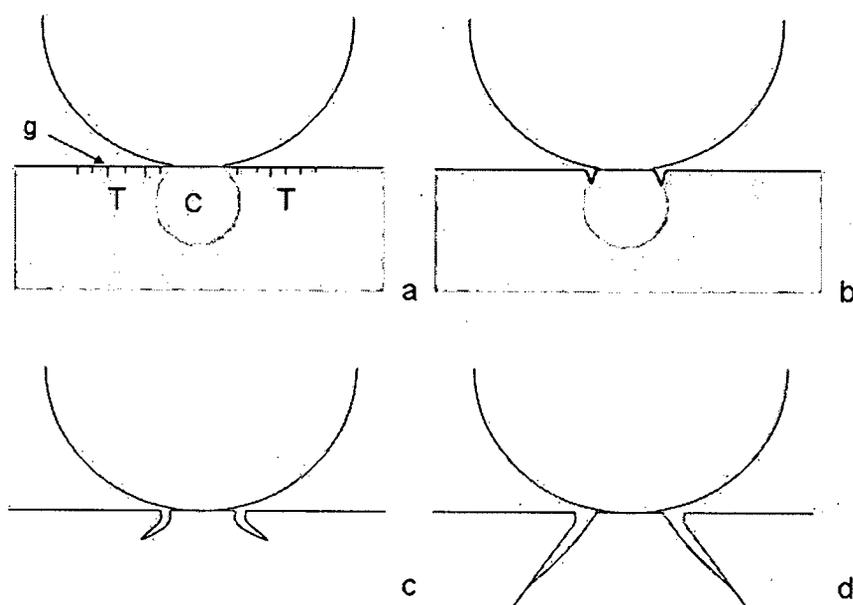


Figura 2.3. Esquema de la evolución de una fractura cónica o hertziana. T: tensión, C: compresión; g: grietas o fallas pre-existentes (Adaptado de Lawn y Marshall 1979).

También existen fracturas que presentan otros rasgos distintos a los descritos arriba, porque no están relacionados con la mecánica que produce la fractura cónica (Cotterell y Kamminga 1987; Tsirk 1979). Estas fracturas son las que se producen por la acción de un esfuerzo principal *compresivo* o por la acción de fuerzas de *flexión* o *doblado* y tendrán iniciación “en cuña” (*wedge initiation*) -que llamaré por compresión- e iniciación curvada respectivamente.

Un artefacto con el apoyo exactamente debajo del punto de aplicación de la fuerza -sobre el piso o sobre un yunque de piedra-, se romperá mediante una “fractura compresiva” (Cotterell y Kamminga 1987) que se propaga hacia abajo desde el punto de contacto (Figura 2.4). Este contacto puede ser ejercido mediante presión o percusión, por ejemplo como sucede en la talla bipolar. También puede ocurrir durante el pisoteo, si un artefacto tiene el punto de apoyo inmediatamente debajo del punto de aplicación de

la fuerza. La superficie de fractura generada por fuerzas de este tipo será preferentemente plana ya que la propagación de la fractura es lenta y estable bajo el esfuerzo compresivo.

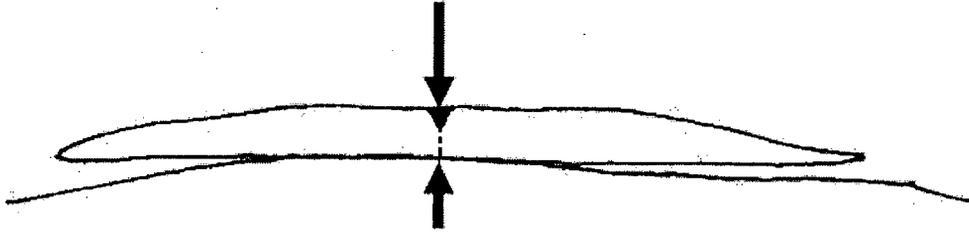


Figura 2.4. Fractura de un artefacto por compresión. (Adaptado de Cotterell y Kamminga 1987)

Si la pieza se encuentra apoyada por los bordes y suspendida en el centro, se romperá por flexión o doblado, por ejemplo por pisoteo (Cotterell y Kamminga 1987) o cuando durante la talla, se sostiene la pieza por un extremo y se golpea en el extremo opuesto. Cuando se aplica una fuerza de flexión a una pieza, se genera un volumen en compresión en el punto de aplicación, mientras el resto del cuerpo entra en tensión, especialmente a lo largo de la superficie opuesta al volumen en compresión. La fractura se inicia en la cara opuesta a las fuerzas compresivas, en la superficie donde se concentra el esfuerzo de tensión y se propaga hacia abajo hasta alcanzar la zona en compresión, donde se desvía alrededor de dicha zona para completar la fractura (Sollberger 1986; Tsirk 2009) (Figura 2.5). Es por esto que, generalmente, en las fracturas de doblado una de las superficies puede tener sección cóncava-convexa o en charnela oblicua (*sensu* Aschero 1983), producida por la formación de un “labio”. A diferencia de la fractura concoidea y de la fractura por compresión, estas fracturas se inician en un punto alejado al punto de aplicación de la fuerza (Cotterell y Kamminga 1987; Tsirk 1979).

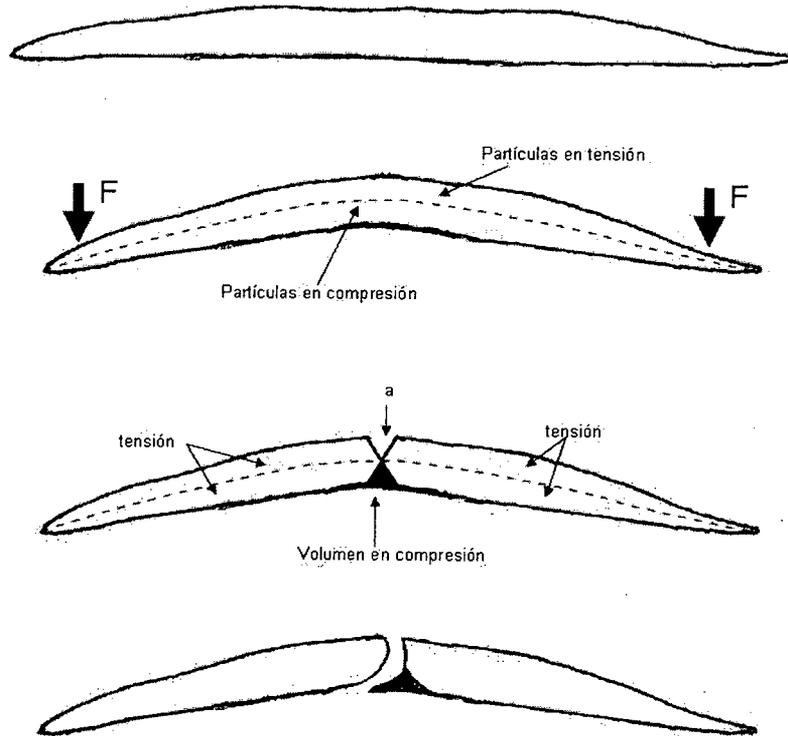


Figura 2.5. Fractura de un artefacto por flexión o doblado. 1. Una pieza lítica sin ninguna fuerza actuando sobre ella 2- la misma pieza sometida a fuerzas de flexión 3- inicio de la fractura en la cara opuesta a las fuerzas compresivas (a) 4- fractura curvada (Adaptado de Sollberger 1986)

2.2. Aspectos metodológicos

2.2.1. Experimentación

Para observar las relaciones entre las causas de rotura de los artefactos y el tipo de fractura que distintos procesos generan, se recurrió a la experimentación. La arqueología experimental forma parte de las investigaciones actualísticas, que mediante la analogía experimental (Nami 1991), permite generar inferencias sobre aquellos procesos y prácticas relacionados con los restos arqueológicos, que pudieron suceder en el pasado y que hoy no pueden ser observados (Ascher 1961; Nami 1991).

La experimentación es una vía que permite controlar sistemáticamente un número limitado de variables, evaluar y aislar aquellas variables que sean consideradas relevantes

para el análisis de un problema y observar las relaciones de causa y efecto que luego se vinculan con los patrones que se observan en el registro arqueológico. La experimentación no puede ser usada directamente para interpretar el registro arqueológico. Este proceso implica un interjuego permanente entre el registro arqueológico y los resultados experimentales: los patrones arqueológicos dirigen el diseño experimental, cuyos resultados serán remitidos nuevamente al registro planteando nuevas preguntas y así sucesivamente en una continua comparación de los datos arqueológicos y experimentales (Amick *et al.* 1989).

El diseño de los experimentos requiere ciertas consideraciones, empezando por el tipo de experimentación que vamos a realizar y esta elección estará en función de nuestro problema y del tipo de preguntas que queremos contestar. Entre otras formas de caracterizar los experimentos, resulta útil diferenciarlos en experimentos *contextuales*, *simulativos* o *replicativos* y experimentos *analíticos* o *mecánicos* (Ascher 1961; Mansur-Francho 1983; Leipus 2006). Los experimentos simulativos según Ascher (1961) nos permiten transformar nuestras ideas sobre el pasado en inferencias arqueológicas a partir de simular en el presente lo que pudo suceder en el pasado; es decir, que se reproducen experimentalmente las actividades y procesos que creemos que dieron lugar al registro arqueológico que estamos estudiando y luego se observan los resultados y se contrastan con el registro. Este tipo de experimentos puede considerarse como de bajo control de variables y se utiliza principalmente para estudiar aspectos concretos, son experimentos simples para testear proposiciones de bajo nivel (Frère *et al.* 2004; Saraydar y Shimada 1973). Los experimentos analíticos por su parte, se orientan al conocimiento de cada una de las variables que intervienen y requieren el control riguroso de las mismas, generando experimentos mecánicos, que muchas veces son debatidos en cuanto a su posibilidad de aplicación a la interpretación arqueológica (Frère *et al.* 2004; Leipus 2006; Miller 2006). En esta tesis se desarrollaron experimentos básicamente simulativos. Se llevó a cabo el control de la mayor cantidad de variables posibles pero no se realizaron experimentaciones en laboratorio, sino que se intentó simular las condiciones contextuales asociadas a los conjuntos líticos arqueológicos analizados.

En líneas generales todos los autores coinciden en que se debe proponer un objetivo basado en un problema específico a explicar para el cual se plantean ciertas hipótesis. Los materiales seleccionados para llevar a cabo los experimentos deben tener

en cuenta las características del registro arqueológico, así como también considerar aquellos materiales que pudieron estar presentes en el pasado, aunque sólo se cuente con evidencias indirectas de los mismos. Se debe tratar de considerar la mayor cantidad de variables, cuantitativas o cualitativas, posibles y buscar formas de evaluarlas independientemente e interdependientemente. Los resultados observados se remiten luego a lo observado en el registro para contrastar nuestras interpretaciones y para generar nuevas inferencias, a veces para las mismas preguntas y otras veces para preguntas nuevas (Amick *et al* 1989; Ascher 1961; Mansur-Franchomme 1983). Finalmente tendremos una vía de inferencias y de contrastación independiente del registro arqueológico, así como una base de referencia empírica.

Los experimentos que se realizaron en esta investigación no sólo fueron de utilidad para identificar aquellos rasgos característicos de ciertas fracturas y su génesis, sino que también sirvieron como base para reflexionar acerca de las posibilidades y limitaciones de identificarlos correctamente en el registro arqueológico. La clasificación propuesta en este trabajo pretende ordenar la información dispersa en distintos trabajos y confrontarlas con la experimentación y generar una base de datos que resulte útil a cualquier conjunto lítico.

2.2.2. Observación y registro de las fracturas

La observación macroscópica y la caracterización de las fracturas, se basa en los atributos establecidos por Aschero (1975 y 1983) y las modificaciones a la versión de 1983, para la descripción de las fracturas principales. Esto permitió analizar la frecuencia que adquieren los distintos atributos con relación al tipo de fractura, llegando así a caracterizar los distintos tipos de fractura en referencia a la nomenclatura que se suele usar en Argentina. Para el registro de las fracturas, experimentales y arqueológicas, se utilizó la ficha a continuación, en la que se agrega además el registro del tipo de fractura y la causa, siguiendo los criterios que se exponen en el capítulo 5.

Posición*	Sección **	Forma geométrica *** (FORM)	Forma de la superficie de fractura **** (F.LAS)	Punto de Origen*****	Fragmento remanente*****	Espesor mm	Tipo de fractura	Causa

***POSICIÓN:** se refiere a la posición de la fractura respecto al eje de orientación de la pieza:
 Transversal; Limbo-transversal; Pedúnculo-transversal; Oblicua; Limbo-oblicua; Pedúnculo-oblicua; Limbo y pedúnculo oblicua; Longitudinal; Limbo-longitudinal; Limbo y pedúnculo longitudinal; En ángulo o rectangular; Limbo-en ángulo o limbo rectangular; Pedúnculo en ángulo o pedúnculo rectangular; Limbo y pedúnculo en ángulo o limbo y pedúnculo rectangular; En falso golpe de buril; Limbo en falso golpe de buril; Pedúnculo en falso golpe de buril; Irregular (por acción térmica); Limbo irregular; Pedúnculo irregular; Múltiples no diferenciadas; No diferenciada.

****SECC:** se refiere a la sección transversal del punto medio de la fractura en relación con las caras de la pieza, en norma lateral:

Plana transversal u ortogonal (aquí se refieren como plana ortogonal); Plana-oblicua; Cóncava-convexa transversal; Cóncava-convexa oblicua; En chanela transversal; En chanela oblicua; No diferenciada

*****FORM:** se refiere a la delineación del borde de la fractura en norma frontal, mirada desde la cara de la pieza:

Recta; Cóncava; Convexa; Cóncava-convexa; En ángulo simple; Escalonada; Irregular por acción térmica; No diferenciada

******FLAS:** Se refiere a señalar si la sección permanece constante en toda la superficie de fractura o si presenta torsión:

Normal (forma de sección no variable); De desarrollo helicoidal o perversa (forma de la sección variable); En golpe de buril; Irregular por acción térmica; No diferenciada

******* Punto de origen:**

Punto de origen en cara dorsal (A); Punto de origen en cara ventral (B); Punto de origen sobre el borde o arista; Punto de origen en el ápice o extremo activo; No diferenciado

******* Fragmento remanente:**

Fragmento distal; Fragmento mesial; Fragmento proximal; Fragmento latero-central; Fragmento de borde; Fragmento no diferenciado

En el caso de las **fracturas experimentales**, el procedimiento consistió en analizar en primer lugar, el patrón de fractura general teniendo en cuenta las descripciones realizadas por diversos investigadores (capítulo 3), ya que en la mayoría de los casos se contaba con la totalidad de los fragmentos. El segundo paso fue analizar cada una de las superficies de fractura, para cada uno de los fragmentos, según los atributos mencionados en la ficha. La posición de la fractura, se registró una sola vez, para cada fragmento. En el caso de las fracturas de posición múltiples no diferenciadas, se registraron la sección, forma, forma de la superficie de fractura, punto de origen y espesor de la fractura, para cada uno de los

planos de fractura. En las fracturas de posición en ángulo, se procedió de manera similar, pero la forma geométrica, que también es en ángulo, se registró una única vez, para no sobre-representar esta forma geométrica. Además se definieron una serie de morfologías para los fragmentos, que se presentan en el capítulo 4. Finalmente, esto permitió realizar una caracterización más acabada para cada tipo de fractura, que se desarrolla en el capítulo 5.

En el análisis de las **fracturas arqueológicas**, el procedimiento requirió ciertas modificaciones, ya que el objetivo en este caso fue identificar las distintas fracturas e inferir cuál fue su origen a partir de fragmentos, en su gran mayoría, aislados. Para ello se invirtió el proceso y se analizaron en primer lugar las superficies de fractura para cada uno de los fragmentos, según lo descrito para los fragmentos experimentales. A partir de esto, se procedió a la identificación de los distintos tipos de fracturas y sus causas, siguiendo los criterios desarrollados en los capítulos 4 y 5. Además, en el análisis de los artefactos formatizados arqueológicos, también se consignó el tamaño de los fragmentos, para evaluar su relación con los patrones de descarte en relación con distintas estrategias de aprovechamiento de las materias primas. Los criterios fueron:

- en los casos en que se podía determinar la orientación de la pieza, se midió la longitud máxima y el ancho máximo, así como también la categoría de tamaño.

- en aquellos casos en que no se pudo determinar la orientación de la pieza, simplemente se tomó la longitud en el eje más largo y el ancho en el más corto, además de la categoría de tamaño.

Las medidas absolutas fueron registradas principalmente para no perder la información que pueden brindar estos datos, pero en el análisis se utilizaron usualmente las categorías de tamaño.

2.2.3. Análisis funcional y microscópico de las fracturas

La aplicación del análisis funcional de base microscópica a los artefactos líticos permite el acercamiento a variados e importantes aspectos de las sociedades humanas pasadas, tanto en relación al aprovechamiento y uso de los recursos líticos como de otros recursos. Asimismo es una herramienta única para discutir las tareas y las actividades llevadas a cabo en distintos sitios. Además permite identificar rastros tecnológicos, que

están estrechamente vinculados a la fractura de las rocas, así como alteraciones post-depositacionales (Álvarez 2003; Leipus 2006; Mansur-Franchomme 1986).

Los orígenes del análisis funcional se remontan a la década de 1960 con el trabajo de S. Semenov (1964), que fue retomado al menos una década más tarde por otros investigadores, que lograron demostrar sobre sólidas bases experimentales, que cuando los instrumentos son utilizados sobre distintos materiales, desarrollan rasgos microscópicos diagnósticos, observables a altos aumentos (por ejemplo Anderson-Gerfaud 1981; Keeley 1974; Mansur-Franchomme 1986). Los antecedentes de esta metodología, sus fundamentos y criterios de análisis, se encuentran extensamente desarrollados en trabajos específicos (Álvarez 2003; Anderson-Gerfaud 1981; Leipus 2006; Mansur-Franchomme 1986, entre otros), aquí se realiza una exposición sintética general. Cabe mencionar, que los inicios de esta metodología de análisis en Occidente estuvieron rodeados de una conocida polémica entre dos enfoques diferentes: el "Low Power Approach" y el "High Power Approach" (Álvarez 2009; Jensen 1988; Mansur-Franchomme 1986/1990; Keeley 1974; Odell 1981; Odell y Odell-Vereecken 1980; Tringham *et al.* 1974). El primer enfoque se centraba exclusivamente en la observación de un tipo de rastro, el daño del filo, a partir del análisis de los microesquirlamientos mediante lupas binoculares. El segundo enfoque, fue asociado durante esta polémica casi exclusivamente al análisis de microrastros a altos aumentos, con microscopios metalográficos. Sin embargo, involucraba análisis funcionales integrados, tal y como había sido propuesto por S. Semenov en su obra (1964), de una manera que se acercaba bastante a la visión actual, que concibe el análisis de los rastros de uso como un todo, utilizando ambos enfoques conjuntamente (Jensen 1988; Mansur-Franchomme 1986/1990; Mansur 1999). En la actualidad, hay consenso en que los microretoques o microesquirlamientos, no tiene carácter diagnóstico y deben ser considerados siempre en asociación con los microrastros (micropulidos, redondeamiento y estrías). De estos microrastros, los micropulidos son los únicos que se producen únicamente por uso y por lo tanto, son diagnósticos aún cuando no se observen otros rastros (Leipus 2006; Mansur-Franchomme 1986/1990).

El análisis funcional de base microscópica se basa en la observación e identificación de rastros microscópicos que se desarrollan en los filos de los instrumentos durante el uso efectivo de los mismos sobre distintos tipos de materiales y por ello es el mejor

método para reconstruir los usos concretos que les fueron dados (Alvarez 2003; Mansur 1999; Leipus y Mansur 2007). Se puede llegar a determinar la cinemática del filo, que es un indicador del tipo o la dirección del movimiento con el cual se empleó un instrumento. Esto permite inferir la tarea realizada (por ejemplo, corte, raspado, perforado, etc.). También dado que los rastros de uso son específicos según la sustancia trabajada, se puede conocer el tipo de material sobre el cual se utilizó (madera, hueso, vegetales, cuero, cerámica, etc.). Esto último es especialmente importante ya que además de ser vía de inferencias sobre actividades relacionadas con la subsistencia, permite identificar el uso de recursos sobre los que no se conservan evidencias directas en el registro. Este método nos permite también conocer la intensidad de uso de los artefactos según el grado de desarrollo de los micropulidos. Se consideran tres estadios en el desarrollo de los micropulidos. El primero es el *micropulido indiferenciado* y corresponde al primer grado de desarrollo de todos los micropulidos, cualquiera sea la sustancia trabajada, se caracteriza por un desdibujado gradual de los rastros tecnológicos y el alisamiento general de las superficies, está poco desarrollado y puede ser difícil de distinguir. En el segundo estadio las modificaciones de la superficie se acentúan y puede llegar a identificarse la sustancia trabajada. El último estadio es el *micropulido típico*, que corresponde a los micropulidos bien desarrollados que permiten inferir con seguridad el tipo de material trabajado (Leipus 2006; Leipus y Mansur 2007; Mansur 1999).

Con esta vía de análisis, también se pueden identificar alteraciones post-depositacionales, que nos darán indicios del estado de conservación de los rastros de uso en los materiales y de los procesos tafonómicos que intervinieron. La conservación de los rastros de uso se ve afectada por la acción de diversos procesos físicos y químicos a los que se ven expuestos los artefactos, tanto en superficie como enterrados. Su influencia está relacionada con las propiedades de las materias primas y las características de los sedimentos: granulometría, pH y grado de humedad (Kaminska *et al.* 1993; Leipus 2006; Leipus y Mansur 2007; Mansur-Franchomme 1986; Plisson y Mauger 1988, entre otros). Las alteraciones postdepositacionales se reconocen como *lustres*, *pátinas*, *playas de abrasión* y *estrías*. El lustre se encuentra en todos los materiales líticos arqueológicos y puede obliterar o no los rastros de uso. Las *playas de abrasión*, la abrasión generalizada de las superficies (Figura 2.6 A y B) y las *pátinas* afectan más intensamente los rastros de uso. Las *estrías* (Figura 2.6 C), que se diferencian de las de uso por su distribución irregular y por una orientación desordenada y de patrón entrecruzado, también son

frecuentes en los casos más intensos de alteración (Leipus 2006; Leipus y Mansur 2007; Mansur-Franchomme 1986; Mansur 1986/1990, 1999). Se ha destacado que los rastros de este tipo son menos frecuentes sobre rocas cuarcíticas que sobre materias primas de granulometría más fina (ie: sílice, calcedonia, ftanita) y también que se presentan con menos intensidad. De la misma manera que los rastros de uso se forman más lentamente sobre las rocas cuarcíticas, éstas son también más resistentes a la acción de procesos postdepositacionales (Leipus 2006; Leipus y Mansur 2007).

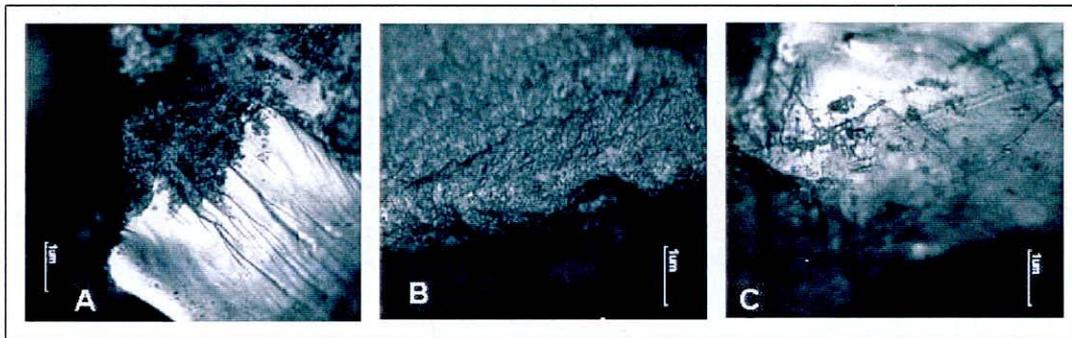


Figura 2.6. Alteraciones postdepositacionales en piezas arqueológicas. A: abrasión en cristal de cuarzo (ortocuarcita GSB). B: abrasión en pieza de ftanita. C: estrías entrecruzadas sobre cristal de cuarzo (ortocuarcita GSB). Microscopio metalográfico. 200X.

Por último, también permite observar microrastros tecnológicos, que son rastros que se producen durante la talla, por el impacto o la presión con percutores y retocadores y que están determinados principalmente por la propagación de las fuerzas que producen la fractura dentro de la roca (Mansur-Franchomme 1986; Mansur 1999; Leipus 2004, 2006; Leipus y Mansur 2007). Entre estos rastros se incluyen: *ondas de percusión* y *estrías tecnológicas* que son convergentes hacia el punto de impacto del percutor; *fracturas concéntricas* por golpes reiterados y *estigmas en forma de cometa* (Figura 2.7) que se desarrollan a partir de una impureza y se forma una “cabeza” circular orientada en dirección a la aplicación de la fuerza y una “cola” lineal en el sentido de la propagación de la fuerza (Mansur 1999; Leipus 2006). Estos últimos constituyen por lo tanto, indicadores importantes de la dirección de propagación de la fractura y de la dirección del origen de la misma.

En este trabajo se recurrió a la metodología de análisis funcional de base microscópica con dos objetivos. El interés principal era el análisis de las superficies de fractura para

observar los rastros tecnológicos y evaluar las posibilidades de diferenciar ciertos tipos de fracturas en los artefactos líticos a partir de estos indicadores. Para esto, primero se analizaron las superficies de fractura en materiales experimentales macroscópicamente, luego se observaron con lupa binocular y finalmente con microscopio metalográfico. La lupa binocular no resultó apropiada dado la naturaleza de la materia prima observada -ortocuarcita- aunque podría resultar apropiada para rocas con grano más fino. El análisis con microscopio metalográfico, permitió confirmar las posibilidades diagnósticas de los estigmas en forma de cometa para conocer la dirección de propagación de la fractura, pero no permite diferenciar los tipos de fracturas. La observación de las superficies de fractura mostró que a nivel microscópico se ven las mismas clases de rastros que pueden percibirse por observación macroscópica, por lo cual este tipo de observación no aportó significativamente al análisis, aunque puede ser útil en situaciones específicas (estos resultados se discuten en el capítulo 4).



Figura 2.7. Estigmas en forma de cometa. Superficie de fractura en pieza experimental de ortocuarcita GSB. Microscopio metalográfico. 200X.

Por otro lado, el análisis funcional se llevó a cabo de manera preliminar y exploratoria sobre una pequeña muestra de los materiales arqueológicos de los dos sitios analizados, para empezar a evaluar la posibilidad de conocer si las fracturas (filos, puntas, etc, determinadas por los planos de fractura) de los instrumentos fueron utilizadas en esos sitios. Antes de abordar el análisis de los materiales arqueológicos, se realizaron experimentaciones de uso con 15 artefactos formatizados y 4 lascas con filos naturales de ortocuarcita GSB, que permitieran identificar y reconocer los microrastros producidos por uso (Figura 2.8). Se utilizaron un total de 29 filos sobre distintos materiales (madera,

piel, hueso, carne, valva) con distintos tiempos de uso y en diferentes tareas (ver capítulo 4).

Varios investigadores postulan el uso de las fracturas de los artefactos líticos como parte de distintas estrategias, en las que además se buscaba crear o aprovechar determinados tipos de filos a partir de la fractura intencional o accidental de los artefactos (Ellis 1984; Frison y Bradley 1980; Lintz y Dockall 2002; Odell 1996; Root *et al.* 1999). A excepción de una pequeña muestra de artefactos con fractura intencional (Kay 1996, 1997, 1999 citado en Root *et al.* 1999) que fueron analizados con microscopio metalográfico, el resto de las interpretaciones se basan en análisis a bajos aumentos con lupa binocular. En el actual trabajo de tesis, el análisis funcional de base microscópica se aborda de manera muy preliminar para analizar los conjuntos líticos de dos sitios que presentan situaciones particulares asociadas a las fracturas. Más adelante se discuten las implicaciones que esto tiene para el estudio de las problemáticas de cada sitio, ya que a nivel de planeamiento, elecciones y toma de decisiones, no es lo mismo el aprovechamiento de la superficie fracturada de un instrumento que se rompió por un error de talla, que romper un instrumento intencionalmente para crear nuevos filos útiles. Pero tanto el análisis de la totalidad de las muestras, como de las temáticas abordadas desde el análisis funcional exceden los límites de esta tesis y serán realizados en un futuro.

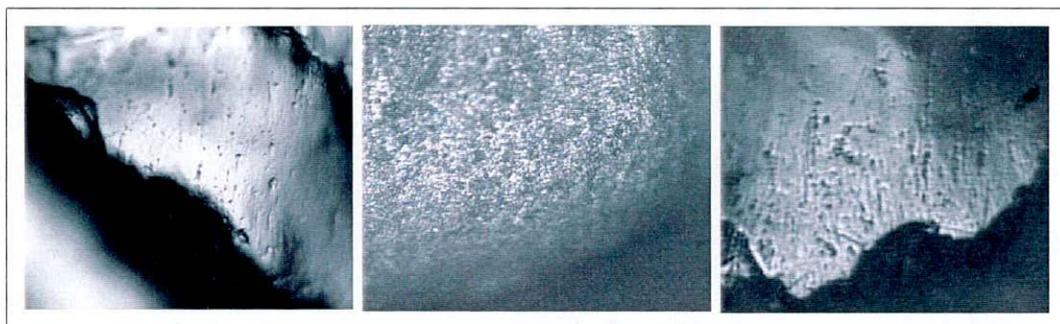


Figura 2.8. Ejemplos de rastros de uso sobre artefactos formatizados experimentales de ortocuarcita GSB.

A: trabajo transversal sobre madera. B: trabajo transversal sobre piel seca. C: trabajo transversal sobre hueso. Microscopio metalográfico. 200X.

PARTE II

CAPITULO 3

ANTECEDENTES EN EL ESTUDIO DE LAS FRACTURAS EN ARTEFACTOS LÍTICOS FORMATIZADOS

El estudio de las fracturas en los artefactos líticos tallados recibió cierta atención por parte de algunos arqueólogos norteamericanos en la década de 1970 y estuvo estrechamente vinculado con el auge de la talla experimental por un lado y con los inicios del análisis funcional por otro (Weitzel y Colombo 2006), particularmente en investigaciones enmarcadas bajo los lineamientos de la arqueología procesual. Dentro de esas dos vías analíticas, es especialmente la talla experimental la que trata con la rotura de artefactos formatizados (Crabtree 1972; Johnson 1979, 1981; Rondeau 1981). En cambio la descripción teórica y el estudio de los mecanismos de fractura de las rocas, estuvo más relacionado con la metodología de análisis de micro-rastros de uso promovida por los partidarios del método de los “bajos aumentos” (por ejemplo Cotterell y Kamminga 1979; Hayden 1979; Odell 1981).

En general, en el estudio de la fractura en artefactos líticos, los temas a los que se prestó más atención estuvieron relacionados con los mecanismos de formación de lascas, ya fuera durante la talla o durante el uso de los instrumentos y con la definición de los rasgos que permitieran caracterizarlas y diferenciar unas lascas de otras. Los mecanismos y los rasgos distintivos relacionados con la rotura de artefactos formatizados recibieron menos atención. En este sentido existe un reducido número de trabajos con distintas orientaciones teóricas, que analizan los artefactos formatizados fracturados e incorporan esta información a la interpretación de distintos problemas arqueológicos, desde la función de los sitios y el aprovechamiento de los recursos líticos hasta la participación de

los instrumentos fracturados en prácticas rituales (Frison y Bradley 1980; Deller y Ellis 2001; Root *et al.* 1999; Surovell *et al.* 2003). En nuestro país, aunque el estado de fragmentación y el índice de fragmentación han sido propuestos como variables relevantes para el análisis de los materiales líticos (Carballido 1999; Nami y Bellelli 1994), esto raramente se vinculó a los artefactos formatizados integrándolos dentro del análisis e interpretación de los sitios y/o problemáticas arqueológicas, aun cuando es muy común la recuperación de conjuntos arqueológicos con artefactos formatizados fracturados.

Entonces, el panorama general de las investigaciones que tratan con instrumentos rotos, se presenta como una serie de trabajos más o menos aislados, que abordan el tema desde perspectivas diversas. Algunos toman el índice de fragmentación como uno de los indicadores para generar inferencias respecto al aprovechamiento de las rocas y a los patrones de descarte de los instrumentos, de acuerdo con la disponibilidad de materias primas en el ambiente y a los patrones de movilidad y organización de las sociedades (por ejemplo, Franco 2004; Khun 1989; Odell 1996). Aquellos interesados en comprender las secuencias de reducción de los instrumentos bifaciales y particularmente de las puntas de proyectil líticas, comenzaron ya sea a describir las roturas que resultaban de errores en el proceso de talla (Crabtree 1972; Johnson 1979, 1981; Rondeau 1981) o a vincular los distintos tipos de fracturas resultado de estos errores, a distintos momentos dentro de la secuencia de producción lítica (Johnson 1979; Callahan 1979; Nami 1983).

En forma paralela, en el campo del análisis funcional, algunos de los investigadores que abordaron el estudio de micro-rastros con el método de observación de "bajos aumentos" -que se basaba principalmente en el reconocimiento de microlascados y daños microscópicos en los filos de los instrumentos- fueron quienes incorporaron nociones teóricas de la mecánica de fracturas de sólidos frágiles (Cotterell y Kamminga 1979, 1987; Lawn y Marshall 1979; Tsirk 1979). Ésta última conforma la base teórica que permite comprender las fuerzas involucradas en la rotura de los artefactos según las variables que intervienen y asociar estas variables con determinados atributos que se observan en los artefactos.

Por último, otra serie de trabajos analizan las fracturas de artefactos formatizados tomando como base las descripciones desarrolladas por distintos investigadores y -en ocasiones- observaciones experimentales, para explicar por qué los materiales se

encuentran fragmentados (Frison y Bradley 1980; Deller y Ellis 2001; Roots *et al.* 1999). Dentro de estos la mayoría están dedicados a la rotura de puntas de proyectil como resultado de su uso como armas (Bergman y Newcomer 1983; Fischer *et al.* 1984; Hutchings 1997; Odell 1981; Titmus y Woods 1986; Woods 1988, entre otros).

3. 1. Los “inicios”

Desde el comienzo del estudio de los materiales líticos, la mecánica de fractura de las rocas llamó la atención de los investigadores por distintas razones. Probablemente, el tema que más interés despertó fue el de los mecanismos físicos involucrados en la fractura de las rocas frágiles durante la fabricación de artefactos líticos. Este temprano interés, se debió a que uno de los mayores interrogantes de la antropología desde los inicios de la disciplina fue el origen de la humanidad y un tema íntimamente ligado a esta problemática era poder reconocer las “herramientas” que habían dejado nuestros antepasados (Crabtree 1972; Johnson 1978). En este contexto, era indispensable distinguir entre los hallazgos líticos, aquellos que habían sido fabricados intencionalmente por los primeros seres humanos, de aquellos que eran resultado de procesos naturales. La respuesta a esto se encontró en la fractura cónica o concooidal, que es característica de las rocas frágiles y que fue la más estudiada durante varios años, siendo durante mucho tiempo el único mecanismo reconocido para explicar la formación de lascas (Cotterell y Kamminga 1979, 1987; Prost 1989; Tsirk 1979).

Desde fines del siglo XIX, algunos prehistoriadores europeos realizaron los primeros intentos de explicar cómo se producían las lascas en las rocas frágiles con fractura concoidea. En torno a esto se generaron una serie de discusiones sobre los mecanismos involucrados en la fractura cónica y la descripción de aquellos rasgos que caracterizarían los artefactos líticos producidos intencionalmente por los seres humanos (ver descripciones citadas en Brézillion 1983:72-73). También en Inglaterra, con este mismo objetivo, a partir de la década de 1860 numerosos investigadores comenzaron a basarse en distintas observaciones, a partir de experiencias de talla propias, para dar soporte a sus interpretaciones de los artefactos prehistóricos (Johnson 1978). En nuestro país, un claro ejemplo de la necesidad de demostrar la intervención humana y

caracterizar los atributos que lo comprobaban, se encuentra en la conferencia *La edad de la piedra* dictada por Ameghino en 1882 (1915b):

“Si el golpe que aplico sobre el guijarro es sumamente fuerte y seco y retiro inmediatamente el percutor, separaré de la superficie de la piedra sobre la cual he golpeado, un casco de pedernal más o menos grande, según la fuerza del golpe y el tamaño del percutor. Este casco, de forma convexa, dejará en la superficie de la piedra una depresión cóncava; del fondo de esta cavidad se verá surgir la elevación en forma de cono que llamamos el concoide y cuya parte superior corresponde exactamente al punto en que el percutor o martillo dio el golpe. En efecto: si éste es suficientemente seco y fuerte, se produce una pequeña hendidura, que arrancando del punto mismo en que golpeó el martillo, se propaga al través del sílex en sentido divergente, y este sistema de fractura es el que produce el aspecto conoidal del concoide. El concoide es siempre una prueba cierta y evidente de percusión y de percusión intencional, como voy a tratar de demostrarlo.” (Ameghino 1915b: 26).

“Cada una de estas lascas de pedernal, o cuchillos, como se les llama, debe, pues, presentar los siguientes caracteres, que demuestran todos la intervención intencional de un ser inteligente: en su parte superior debe tener lo que se llama un talón, que se halla constituido por el concoide y la superficie plana sobre la cual se dio el golpe que separa la laja o superficie de percusión.

Una laja de piedra que presenta todos estos caracteres, proceda de donde proceda, se puede asegurar que es una forma intencional, y ella prueba la existencia del hombre en un punto o en una época, de una manera tan evidente, como podría probarlo el mejor cuchillo del mejor acero salido de los talleres de Londres o del Creusot” (Ameghino 1915b: 28).

Paralelamente, desde otro campo disciplinario, el físico alemán H. Hertz llevó a cabo el primer experimento científico de la mecánica de fractura de un cuerpo sólido, frágil e isotrópico al entrar en contacto con un cuerpo esférico (capítulo 2). Los alcances de la propuesta de Hertz no fueron incorporados plenamente a los estudios líticos en arqueología sino ochenta años después, en las décadas de 1960 y 1970, cuando de la mano de la arqueología procesual y conductual, nacen una gran cantidad de estudios

experimentales íntimamente relacionados con el análisis de los materiales líticos. En estos trabajos se aplican investigaciones de rango medio y sobre todo se desarrollan los estudios actualísticos como una forma de correlacionar rigurosamente la cultura material con modelos del comportamiento humano.

Existe cierto consenso entre distintos investigadores en que el primer trabajo que integra la mecánica de fracturas a los análisis líticos, aunque de manera muy general, es el de Bourdier en 1963; que fue seguido de estudios más detallados y específicos como los de Kerkhof y Müller-Beck, quienes son considerados los primeros en introducir en la discusión arqueológica la fractura hertziana; y los de Speth (1972) y Faulkner (1972) que son los primeros en llevar a cabo experimentos altamente controlados en laboratorio para comprender la mecánica de la talla por percusión dura y de la talla por presión respectivamente; sin embargo, estos trabajos de laboratorio, en general fueron considerados como de difícil aplicación al análisis de materiales arqueológicos (citados en Johnson 1978; Cotterell y Kamminga 1979; Dibble 1997; Lawn y Marshall 1979). A partir de estos trabajos, según Dibble (1997) se registra un marcado interés en la mecánica de fractura de las rocas.

Las definiciones y descripciones de la mecánica de fractura, tanto en la fabricación como en la rotura de los artefactos líticos, cobran relevancia como se mencionó, principalmente en dos vías de análisis: la talla experimental y los estudios de microdesgaste. Es particularmente en este último campo donde se promueven algunos trabajos interdisciplinarios entre físicos y arqueólogos (Callahan 1979; Crabtree 1972; Cotterell y Kamminga 1987; Hayden 1979; Johnson 1978; Johnson 1979, 1981; Nami 1983; Odell 1981; Yacobaccio 1983).

3.2. La talla experimental y la fractura de artefactos formatizados

La tecnología lítica experimental floreció en la décadas de 1970 y 1980, transformándose en una herramienta de análisis significativa -principalmente a través de los estudios replicativos- a la hora de abordar distintos aspectos de la tecnología del pasado (Flemmiken 1984). Considerada como una rama de la arqueología experimental, se encuentra vinculada con aquellas investigaciones dedicadas al conocimiento de las

secuencias y las técnicas de reducción de los instrumentos líticos (Flenniken 1984; Nami 1991, 1993) que tienen el objetivo de comprender las actividades relacionadas con el proceso de fabricación de los instrumentos de piedra, desde el momento del aprovisionamiento de la materia prima hasta la formatización final y/o el uso del instrumento (Nami y Bellelli 1994; Nami 1993). Una variedad de estudios en tecnología lítica experimental se generaron con distintos objetivos, desde la comprensión de la mecánica de extracción de lascas y de las distintas técnicas de talla; la identificación y replicación de técnicas de manufactura específicas aplicadas a la confección de instrumentos particulares, hasta el reconocimiento de distintas trayectorias de manufactura y sus subproductos. Todos estos estudios perseguían, en último término, *“definir, describir, demostrar y explicar la conducta humana representada directamente así como secundariamente por la talla de piedra prehistórica”* (Flenniken 1984:198).

Existen una serie de trabajos en los que se encuentran definidos distintos tipos de fracturas de artefactos líticos formatizados. Se trata casi exclusivamente de la descripción de aquellas roturas que resultan de errores de talla, que en su mayoría están incluidas de manera prácticamente circunstancial dentro de investigaciones más amplias, comprometidas principalmente con el estudio de las secuencias de manufactura. En general son investigaciones dedicadas específicamente a las secuencias de producción de bifaces y por lo tanto, las fracturas descritas son referidas a este tipo de instrumentos.

An Introduction to Flintworking de D. Crabtree (1972) es uno de los trabajos clásicos de talla experimental. Crabtree es considerado precursor no sólo en la incorporación de la tecnología lítica experimental al análisis lítico, sino también, por varios autores, en la incorporación de los principios de la fractura cónica en los estudios líticos (Cotterell y Kamminga 1979; Flenniken 1984; Lawn y Marshall 1979; Tsirk 1979). La publicación de Crabtree es una especie de manual para el tallador en el que se describen los materiales utilizados para tallar y las distintas técnicas de talla, así como los rasgos tecnológicos distintivos de los artefactos líticos. En la segunda parte presenta un glosario de terminología de talla lítica en el que se encuentran descriptos cinco tipos de fracturas. Tres de ellas se refieren a la rotura del extremo distal de las lascas: la fractura en charnela (*hinge*), la fractura quebrada (*step*) y la fractura sobrepasada (*overshot*) -que ocasionalmente pueden provocar la rotura de los instrumentos-. Las dos restantes, que son del interés de esta tesis, describen la rotura de los instrumentos bifaciales durante la

manufactura a causa de un error de talla. Son el *end shock* o “amputación” y la fractura perversa, que es conocida como la más característica de este tipo de errores. A partir de este trabajo, todas las definiciones de fractura perversa en la literatura arqueológica, serán referidas a la elaborada e ilustrada por Crabtree (1972).

Otro clásico en la literatura de la talla lítica es *The Basics of Biface Knapping in the Eastern Fluted Point Tradition. A Manual for Flintknappers and Lithic Analysts*, de E. Callahan (1979). Se trata de la descripción minuciosa de un experimento replicativo de puntas de tipo Clovis. Callahan define nueve estadios de manufactura de bifaces tipo Clovis. A partir del estadio 2 o de formatización inicial y hasta el estadio 4 o de adelgazamiento secundario, se describen para cada uno, las réplicas con ejecución exitosa y aquellas de ejecución no exitosa. Entre estas últimas, se encuentran los instrumentos que resultaron fracturados. Junto con los errores de talla también se explican los gestos técnicos que pudieron provocarlo, pero no presenta descripciones de las distintas fracturas, aunque algunas están ilustradas.

Un trabajo más directamente relacionado con la fractura de los artefactos líticos en general, durante la manufactura, es la “tipología de errores de producción” en la fabricación de bifaces propuesta por J. Johnson (1979). Este autor, propone dividir los errores de talla en dos categorías: fracturas directas⁶ y fracturas indirectas o remotas⁷. Entre las directas se encuentran fracturas en la terminación de las lascas, como las chamelas y las fracturas quebradas y, también la rotura del cuerpo del bifaz provocada por la fractura perversa mencionada anteriormente. Incluye aquí también la “fractura de impacto”, que aunque es una fractura directa resulta del impacto de puntas de proyectil durante el uso y no de un error de manufactura. Entre las fracturas indirectas considera la fractura lateral (*lateral snap*) y el plano de fractura incipiente, ambas responsables de la rotura del cuerpo de la pieza. Además agrega nuevamente una fractura resultado de uso en puntas de proyectil, la fractura por empuje (*haft snap*). La fractura lateral, es discutida por Rondeau (1981) en un trabajo posterior donde propone que debe incluirse entre las fracturas directas.

⁶ Fracturas que se inician en el punto en el que se aplica la fuerza (Johnson 1979).

⁷ Aquellas fracturas que tienen su inicio en un lugar alejado al punto en el que se aplicó la fuerza (Johnson op. cit.).

En Argentina, en una línea de investigación similar a la de Callahan, Nami (1983) analiza el lugar de la cadena operativa en el que se encontraban los instrumentos bifaciales, especialmente las puntas de proyectil, recuperados en el sitio Alero Cárdenas en Santa Cruz; mediante la experimentación replicativa de estos instrumentos. A través de la descripción detallada de los estadios de producción de bifaces, presenta en cada uno de ellos, los tipos de fracturas más frecuentes.

Más recientemente, pero en un marco teórico similar a los trabajos revisados hasta ahora, Miller (2006) se enfoca en el estudio específico de la fractura perversa, redefiniendo la descripción de Crabtree (1972) a la que agrega tres subtipos (ver apartado 3.5). Combina la talla experimental de bifaces, el análisis estadístico y el de algunos materiales arqueológicos, con el objetivo de aportar a la generación de inferencias sobre las estrategias de reducción lítica prehistóricas.

Toda esta serie de trabajos basan sus observaciones en la experimentación y la talla experimental y están comprometidos especialmente en la comprensión de las trayectorias de manufactura de los instrumentos, principalmente de bifaces y puntas de proyectil. Aunque la fractura de instrumentos no es necesariamente el interés principal en el desarrollo de esas investigaciones, en algunas ocasiones se hace explícita la importancia que podrían tener como un indicador de los momentos de la trayectoria de producción que se estaban llevando a cabo en los sitios o de ciertos gestos y decisiones de los talladores que llevan a la rotura de las piezas y a su abandono. Por otro lado, algunos de esos trabajos, como los de Crabtree (1972); Johnson (1979, 1981) y Rondeau (1981) ofrecen descripciones algo más detalladas de distintos tipos de fractura.

3.3. La incorporación de la mecánica de fracturas a la arqueología

Como se mencionó al comienzo del capítulo, son los trabajos experimentales relacionados con los análisis de micro-fracturas producidas por uso en los artefactos líticos, los que incorporan con mayor rigurosidad las teorías de la mecánica de materiales del campo de la física. Estos trabajos participaron en el ámbito del análisis funcional, de la metodología conocida como “escuela de los bajos aumentos” (*Low Power Approach*). Esta metodología se basa en la observación con lupa binocular del daño de los filos que

incluyen las microfracturas y los microlascados y del redondeamiento de los filos resultantes del uso de los instrumentos. Las experimentaciones en este campo buscaban identificar aquellos atributos y patrones de los microlascados, como su morfología, su formación y su distribución en el filo, que permitieran determinar el tipo de material trabajado con el instrumento y la tarea realizada; pero también para poder diferenciar las microlascas y los microlascados que son producto del uso de los artefactos, de aquellos que resultan de la talla, el pisoteo o la acción de agentes naturales⁸ (por ejemplo Cotterell y Kamminga 1979, 1987; Flenniken y Haggarty 1980; Odell 1981; Odell y Odell-Vereecken 1980; Tringham *et al.* 1974, entre otros). Es así que en general las investigaciones en este campo, toman la mecánica de fracturas para explicar el proceso de formación de lascas. En esta tesis en cambio, se destaca su importancia por aportar explicaciones más exhaustivas acerca de la mecánica de fracturas, que permiten comprender el proceso de fragmentación de los artefactos líticos en todas sus dimensiones, además la formación de lascas.

En el libro *Lithic Use-wear Analysis* (Hayden 1979), en el que se sintetiza el enfoque metodológico de la “escuela de los bajos aumentos” (Mansur 1986) se dedica un capítulo al tema de las fracturas, en el cual participan tanto físicos como arqueólogos. La aplicación de la mecánica de fracturas en estos estudios está dirigida específicamente a la mecánica de formación de lascas y a la rotura de los filos durante el uso de los instrumentos. Uno de los temas que puede destacarse en ese capítulo es el reconocimiento de mecanismos de fractura diferentes al de la fractura hertziana, que generan lascas distintas a las típicas lascas concoidales y que, por lo tanto, brindan nueva información, permitiendo una comprensión más acabada de las distintas fracturas en general.

Los trabajos de Lawn y Marshall (1979) y de Tsirk (1979) presentan modelos físicos simplificados de la etapa de iniciación de la fractura, que intentan ser accesibles para aquellos que somos ajenos al campo de la física. El primero explica teóricamente la

⁸ Actualmente se considera que esta metodología tiene cierto valor diagnóstico sólo en lo que se refiere a la dureza relativa del material trabajado, así como también quedó demostrada la dificultad de aislar los rastros causados por el uso del daño causado por el retoque, la reactivación o la acción de procesos posdepositacionales (Jensen 1988, Mansur 1986/1990).

mecánica de fractura de micro-contacto (contactos a escala microscópica) y su relación con la fractura hertziana, a partir de experimentos con vidrio y con materiales sintéticos creados en laboratorio, que pueden ser aplicados fácilmente en arqueología, sólo al análisis de artefactos de obsidiana. El trabajo de Tsirk (op. cit.) está dedicado a aquellas fracturas que se inician “alejadas del área de contacto”, que son fracturas con una mecánica diferente a la de la fractura hertziana y que serán denominadas a partir de la reunión del *Ho Ho Classification and Nomenclature Committee* (1979) fracturas curvadas, de doblado o de flexión (*bending fractures*). El objetivo de Cotterell y Kamminga (1979) es usar la mecánica de fracturas para entender mejor los procesos involucrados en la formación de lascas a lo largo de tres etapas -iniciación, propagación y terminación- con una perspectiva mucho más integrada a la arqueología, relacionando las variables físicas, como por ejemplo, la fuerza aplicada y su dirección, con variables como la forma topográfica de la superficie del núcleo. En un trabajo posterior (Cotterell y Kamminga 1987), la mecánica de fracturas se presenta como la herramienta de identificación de las técnicas de talla y del uso de instrumentos en el pasado, a través del estudio de los mecanismos implicados en las tres etapas de formación de lascas que determinan distintas morfologías de las mismas. Además de las lascas concoidales y las lascas de flexión o doblado (*bending flakes*), agregan un tercer tipo, las lascas de compresión, que están representadas por las lascas bipolares.

En nuestro país, Yacobaccio (1983) siguiendo principalmente estas propuestas analiza la producción de fracturas por uso, considera los comienzos y las terminaciones de las fracturas, así como también la forma, la orientación, el ancho y la profundidad, la continuidad sobre el filo y la combinación de distintas formas en un filo. A partir de observaciones experimentales sugiere la asociación que se dará entre esas variables según la dureza de la sustancia trabajada y el tipo de actividad realizada.

El estudio y la aplicación de los análisis funcionales a bajos aumentos, trata muy específicamente con las microfracturas de los filos y no con la rotura del *cuerpo* de los instrumentos como resultado del uso. En general, las referencias a la posibilidad de que los instrumentos se rompan en estas circunstancias, no están basadas en observaciones experimentales específicas, sino en supuestos que se desprenden del conocimiento teórico del comportamiento de los materiales bajo la acción de determinadas fuerzas. En este sentido, la contribución de muchos de estos trabajos al estudio de la rotura de los

artefactos formatizados, se da principalmente en la descripción y explicación de la mecánica de fractura en función del comportamiento de las rocas frágiles ante distintas variables como el lugar de aplicación de la fuerza, el ángulo de aplicación o las fuerzas que intervienen en cada caso, así como ciertos rasgos que resultan de la acción de todas estas variables (ver por ejemplo Cotterell y Kamminga 1987 y capítulo 2 de esta tesis).

3.4. Los artefactos formatizados fracturados

Un abordaje más específico de la rotura de artefactos formatizados está representado en una serie de investigaciones que analizan las fracturas explorando la búsqueda de relaciones causales del origen de los distintos tipos de roturas en los instrumentos líticos. Además integran la descripción e identificación de las mismas a las interpretaciones de las actividades, la funcionalidad de los sitios y el aprovechamiento de las rocas (por ejemplo Deller y Ellis 2001; Fischer *et al.* 1984; Frison y Bradley 1980; Hutchings 1997; Odell y Cowan 1986; Root *et al.* 1999; Surovell *et al.* 2003).

Una gran cantidad de trabajos que analizan los patrones de rotura, fueron inspirados por las puntas de proyectil. Según Knetch (1997) los experimentos de uso de proyectiles rondan tres objetivos principales: evaluar la efectividad de distintas armas, reconstruir el sistema de armas completo a partir de las distintas partes que sobreviven en el registro arqueológico y definir patrones de rotura que permitan determinaciones funcionales de las puntas de proyectil arqueológicas (entre otros, Fischer *et al.* 1984; Flegeheimer *et al.* 2010; Knetch 1997 y bibliografía allí citada; Martínez 2001; Odell y Cowan 1986; Ratto 2003; Titmus y Woods 1986; Truncer 1988; Valverde y Martucci 2004).

En este capítulo la atención se centra sobre aquellos trabajos que examinan específicamente los patrones de rotura macroscópicos. En general, se trata de experimentos replicativos sobre tipos específicos de cabezales líticos, que buscan identificar las fracturas diagnósticas causadas por el impacto de las puntas durante su uso como puntas de proyectil, evaluar la resistencia al impacto de distintos diseños de puntas y de distintas materias primas a partir de la cantidad de daño que sufren las puntas de proyectil durante el impacto y/o diferenciar este tipo de fracturas de aquellas que puedan

resultar durante la manufactura o por causas accidentales (por ejemplo, Fischer *et al.* 1984; Martínez 2002; Odell y Cowan 1986; Titmus y Woods 1986; Truncer 1988).

Por ejemplo, Titmus y Woods (1986) llevan a cabo un experimento sobre un tipo específico de puntas de proyectil de la Gran Cuenca, con el objetivo de diferenciar las fracturas de uso de las de manufactura (Titmus y Woods 1986). Encuentran que la diferencia más significativa entre ellas es la localización (POSICIÓN según Aschero 1975, 1983) del daño: las fracturas de uso se producen en cualquier sector de la pieza, mientras que las de manufactura se encuentran principalmente cerca de la escotadura. En este caso, la posibilidad de diferenciar el origen de las fracturas, se asocia muy estrechamente al diseño. En un trabajo posterior Woods (1988) evalúa la variabilidad y el cambio estilístico de las puntas de la Gran Cuenca en relación a la influencia de variables funcionales, en oposición a las propuestas de “tipos temporales”. Realiza distintas experiencias de fractura por impacto sobre tres variedades de puntas y un experimento de uso con una de esas variedades de puntas (las puntas lanceoladas), que hasta ese momento habían sido consideradas como cuchillos. El análisis de las fracturas de las réplicas le permitió diferenciar las fracturas de uso causadas por fuerzas de impacto de aquellas causadas por fuerzas cuasi-estáticas durante las actividades de corte y raspado. La aplicación de estos resultados a los conjuntos arqueológicos mostró que todos los tipos habían sido usados como puntas de proyectil, llevando a reinterpretar la función de la variedad lanceolada. Esto lo condujo a proponer la coexistencia de dos tipos morfológicos de puntas en los mismos sitios como resultado del uso simultáneo de dos sistemas de armas: uno mantenible y otro confiable.

Otro experimento similar al de Woods (1988), elaborado por Truncer (1988) sobre 16 puntas Perkiomen del Arcaico Final del este norteamericano, examina las fracturas de impacto y las causadas por el uso de estas puntas como cuchillo. Observa que las fracturas de impacto se encuentran en el extremo distal y que las puntas usadas como cuchillo se rompen transversalmente, cerca de la porción distal y en el sector medio de la pieza. Esto estaría determinado según Truncer (*op. cit.*) por la diferencia en la orientación y la dirección de las fuerzas que actúan sobre las puntas durante los diferentes usos. Las puntas de proyectil arqueológicas, presentaban fracturas de impacto, pero la mayoría de ellas exhibía fracturas transversales similares a las de uso como cuchillo. Truncer (*op. cit.*) usa estos resultados para llamar la atención sobre los peligros de hacer

interpretaciones funcionales a partir de la morfología de los artefactos y para proponer - comparando los patrones de fractura regionales de las puntas- la existencia de un amplio rango de actividades representadas por las puntas Perkiomen, que estarían sugiriendo para este autor la existencia de un grupo independiente de cazadores-recolectores en el área.

En cuanto a los experimentos diseñados para evaluar la resistencia al impacto de determinados diseños de puntas de proyectil, podemos citar el trabajo de Martínez (2002), en el cual como parte de un programa que incluye el testeo de distintos diseños de cabezales líticos, realiza un experimentos con réplicas elaboradas sobre dacita de puntas con pedúnculo destacado y aletas entrantes de Antofagasta de la Sierra. Los resultados de esta experiencia son relacionados con las fracturas presentes en las puntas arqueológicas. La alta resistencia al impacto que presentaron las puntas, llevó a Martínez a proponer que las fracturas de las puntas arqueológicas serían resultado de lanzamientos fallidos que impactaron sobre superficies rocosas. En un trabajo posterior, Martínez y Aschero (2003) llevan a cabo un experimento con estos mismos objetivos pero esta vez con réplicas de puntas lanceoladas de la Puna jujeña fabricadas principalmente sobre ortocuarcita y unas pocas sobre dacita. Los resultados apuntan por un lado, a una mayor resistencia al impacto de las puntas de dacita en relación con las de ortocuarcita y por otro a la mayor resistencia de las puntas de ortocuarcita al impacto sobre hueso en relación con su baja resistencia al impacto sobre superficies duras. Al igual que en el trabajo anterior, se propone que el alto porcentaje de fracturas de las puntas arqueológicas, pudo resultar de lanzamientos fallidos que llevaron a las puntas de proyectil a golpear sobre superficies duras.

Odell y Cowan (1986) llevan a cabo experimentos con puntas bifaciales y lascas sin retoques, enmangadas como lanzas arrojadas y como puntas de flecha, para evaluar la efectividad de distintos cabezales líticos y el daño que sufren a causa del impacto. Con respecto al daño macroscópico causado por el impacto, observan que la mayoría ocurrieron en el ápice o el extremo distal, aunque una proporción importante se localizó en la base de las puntas. Clasifican distintos tipos de fracturas en base a la terminación de los negativos de extracciones resultado del impacto, así como según otros tipos de daño.

Las descripciones más detalladas de fracturas en puntas de proyectil se presentan en el trabajo de Fischer *et al.* (1984). También buscan aislar macro y micro-rastros diagnósticos del uso de las puntas de proyectil a partir de un experimento con réplicas de puntas Brommian y puntas de flecha transversales. El experimento incluye experiencias de lanzamiento de las puntas, pisoteo y caída libre de rocas sobre las mismas. Con respecto a los macro-rastros o daños macroscópicos, definen 11 tipos de macro-fracturas, usualmente en el extremo distal, que pueden resultar del uso, de los cuales sólo cuatro serían diagnósticos de la rotura de estos artefactos como resultado de su uso como puntas de proyectil.

Un abordaje distinto y novedoso a estas problemáticas es presentado por Hutchings (1997). En su tesis sobre las puntas acanaladas del Paleoindio norteamericano, emplea la mecánica de fracturas en sólidos frágiles para evaluar en qué sistema de armas estaban funcionando las puntas Clovis, mediante experimentos controlados sobre el rango de velocidades de micro-fracturas asociadas con las técnicas de reducción lítica, los impactos de las puntas de proyectil y la rotura accidental respectivamente. A través de estos análisis concluye que las fracturas en las puntas de proyectil arqueológicas que estudia están asociadas con impactos de alta velocidad que estarían indicando el uso de lanzaderas para la caza.

Hay unos pocos trabajos que tratan la rotura del instrumental de mantenimiento (Binford y Binford 1966) o generalizado (Bleed 1986). Estas investigaciones abordan distintos aspectos relacionados con la rotura del cuerpo de la pieza en dos o más fragmentos e integran las descripciones de los distintos tipos las fracturas y las causas probables de su origen a la interpretación de las estrategias tecnológicas, las actividades y/o la funcionalidad de los sitios.

Frison y Bradley (1980) en un libro sobre la tecnología Folsom en el sitio Hanson (Wyoming), reconocen y definen tres tipos de fracturas: perversa, curvada y radial. Los artefactos, que incluyen bifaces, unifaces y lascas, están fabricados sobre materias primas disponibles en las cercanías (3-40 km). Encuentran que varios instrumentos fueron confeccionados mediante la fractura intencional de los artefactos golpeándolos con un percutor en una de las caras para crear filos con ángulos rectos, para trabajar madera y también para confeccionar puntas burilantes ("pseudos-buriles"). En otros casos, los

instrumentos fracturados durante la manufactura fueron reciclados mediante fractura intencional o bien se aprovecharon directamente las superficies de fractura generadas accidentalmente.

En otros sitios Folsom en Norteamérica, se encuentra un tipo particular de instrumentos que fueron definidos como bifaces ultradelgados. Estos bifaces fueron considerados como parte de una estrategia altamente conservada que habrían sido diseñados “*for long use-life and long distance transport out of the quarry area*” (Root *et al.* 1999: 144). Algunos los interpretaron como núcleos (Surovell *et al.* 2003) y otros como cuchillos altamente estandarizados (Root *et al.* 1999). En estos instrumentos, se encontraron evidencias de fractura intencional.

En sitios Folsom del Lago Ilo (Dakota del Norte), ubicados dentro de distintas canteras, los bifaces ultra-delgados y también algunas lascas, fueron reciclados mediante fracturas intencionales para crear puntas burilantes y filos rectos para trabajar materiales duros, generalmente una vez que estaban agotados o cuando sufrían un daño irreparable durante la manufactura (Root *et al.* op. cit.). Los autores caracterizan, con bases en la experimentación, un tipo particular de fractura intencional, la fractura radial. La producción de “instrumentos de fractura radial” es interpretada como una “tecnología expeditiva” para fabricar utensillos para uso inmediato (Root *et al.* op. cit: 144).

En el sitio Folsom Barger Gulch, Surovell *et al.* (2003) encuentran un fragmento de bifaz ultradelgado fragmentado. Este bifaz presenta una fractura curvada, que los autores asumen que puede ser tanto accidental como intencional. Esta fractura ensambla con la fractura del extremo distal de una preforma de punta Folsom descartada. A raíz de esto proponen que además de servir como núcleos y cuchillos, estos bifaces grandes y delgados habrían servido como formas base para la fabricación de puntas de proyectil Folsom y de otros instrumentos bifaciales pequeños, mediante su rotura intencional por fracturas radiales y curvadas (Surovell 2003; Surovell *et al.* op. cit.).

Deller y Ellis (2001) definen tres tipos de fracturas intencionales: fractura radial, *snap* y de cono completo (ver más abajo) en instrumentos bifaciales del sitio Paleoindio Caradoc (Ontario, Canadá). Experimentalmente determinan que estos tipos de rotura no son accidentales ni pueden ocurrir durante la manufactura. El conjunto arqueológico

recuperado en el sitio consiste únicamente de 286 fragmentos de instrumentos de chert y 16 fragmentos de otras materias primas, dispersos en un área muy pequeña. Los 286 fragmentos de chert, ensamblan para conformar 62 instrumentos y preformas, casi completos. Todos los artefactos presentan alguno de los tipos de fractura intencional. Esto junto a la ausencia de restos de talla o de evidencias de otras actividades en el sitio y la disposición espacial restringida de los fragmentos, los llevó a concluir que estos materiales fueron golpeados intencionalmente para destruirlos en un contexto ritual.

Finalmente, en un *cache* en Texas (The Spreen Cache), en el que se recuperaron 39 artefactos, 30 de los cuales se encuentran fragmentados, Lintz y Dockall (2002) reconocen distintos tipos de fracturas accidentales, principalmente de manufactura, en los instrumentos depositados en el *cache*. Debido a la ausencia de ensamblajes y las diferencias de intensidad en los lustres y pátinas de los instrumentos, interpretan que esta acumulación es resultado de la recuperación de fragmentos artefactuales de sitios de las cercanías, que serían aprovechables por los filos creados por la fractura o porque todavía tenían valor para conservarlos como instrumentos generalizados.

3.5. Una síntesis de los tipos de fracturas definidas por distintos investigadores

En este apartado se presenta una síntesis realizada a partir de la recopilación de una variedad de definiciones de los tipos de fracturas, desarrolladas en algunas de las investigaciones mencionadas a lo largo de este capítulo. Estas descripciones son las que sirvieron como base para diseñar las series experimentales que se presentan en el capítulo 4. Más adelante, en el capítulo 5 se revisan y se discuten estas definiciones a partir de los resultados experimentales, se ofrecen criterios de identificación y una propuesta de clasificación.

Fractura curvada⁹ (*"Bending fracture"*): este tipo de fractura es el que se encuentra más frecuentemente. La sección de fractura puede ser transversal, puede presentar un labio o puede ser oblicua (Whittaker 1995) y no hay evidencia del punto de iniciación de la fractura. Se produce por aplicación de fuerza excesiva durante la manufactura, uso o pisoteo (Frison y Bradley 1980; Sollberger 1986; Whittaker 1995) por la acción de

⁹ Se conserva la traducción utilizada por Nami (1983: 135)

fuerzas de flexión (Cotterell y Kamminga 1987) según los mecanismos que se explican en el capítulo 2 apartado 1.3 (ver también Figura 2.5).

Amputación o “end shock”: según Crabtree (1972) es un tipo de fractura curvada que se produce sólo durante la manufactura. Es transversal y de superficie relativamente recta. Se produce por la aplicación de fuerza excesiva por percusión, que genera ondas vibratorias dentro del volumen de la pieza que, al estar mal sostenida, favorece que se excedan los límites elásticos de la roca. Se inicia entonces una fractura en áreas alejadas de la plataforma de percusión (Crabtree 1972; Lintz y Dockal 2002).

Fractura transversal simple: presenta una superficie de fractura plana y sin rasgos distintivos, de sección transversal. Se origina perpendicularmente al eje longitudinal del instrumento sin asociación directa entre la fractura y algún negativo de lascado o con la técnica de talla utilizada. Se produce por la acción de fuerzas de flexión o doblado tanto durante la manufactura, el uso o la reactivación del instrumento (Lintz y Dockal 2002).

Plano de fractura incipiente: Johnson (1979) se refiere a este tipo de fractura cuando las piezas se rompen por la presencia de grietas o fallas en la roca que son difíciles de detectar, dejando una superficie de fractura completamente plana.

Fractura perversa (“Perverse fracture”): este tipo de fractura fue definido por primera vez por Crabtree como “una rotura helicoidal, en espiral o retorcida que se inicia en el filo de una pieza” (Crabtree 1972:82) o cerca de este (Miller 2006). Las causas que se reconocen como responsables de este tipo de fractura son la presencia de fallas o impurezas, la aplicación de fuerza excesiva (Crabtree op. cit.) durante la talla por presión o por percusión e irregularidades en la alineación de la plataforma en el punto de aplicación de la fuerza que puede generar una fractura en dos planos: se extrae una lasca y se rompe la pieza al mismo tiempo (Frison y Bradley 1980; Miller 2006; Whittaker 1995). Siempre son resultado de errores de manufactura (Frison y Bradley op. cit.). Según Miller (op. cit.) la preparación o la alineación inapropiada de la plataforma en relación al plano central¹⁰ de una pieza bifacial, así como golpes errados en relación a este

¹⁰ Es el plano que corta una pieza exactamente por el centro en relación con las caras dorsal y ventral. Un filo recto y centrado se ubica entonces en ese plano imaginario. Las plataformas de percusión se localizan en relación con este plano central (Callahan 1979: 112).

plano, causan una flexión o doblado en el cuerpo de la pieza. Debido al ángulo de aplicación de la fuerza, la fractura se reorienta perpendicularmente al plano del bifaz. Esto puede resultar en una fractura interna o en una grieta que separa el bifaz en dos secciones. Según el inicio, la propagación y la causa de iniciación de la fractura Miller (op. cit.) define tres subtipos:

a- *Fractura perversa bifurcada*: cuando la fractura atraviesa por el centro el negativo de lascado que causó la fractura, dividiendo en dos el negativo del bulbo.

b- *Fractura perversa periférica*: cuando la fractura corre a lo largo de uno de los márgenes del negativo de lascado que produjo la fractura.

c- *Fractura perversa radial*: cuando la fractura empieza en los lugares donde hay fisuras radiales y corre paralela a estas. Generalmente son fracturas cortas que se descubren en momentos más avanzados de la reducción.

Fractura lateral (*“Lateral snap”*): Johnson (1979) definió inicialmente este tipo de fractura como una fractura indirecta, equiparándola con la que Crabtree (1972) llamó *end shock*. En 1981, Rondeau realiza una revisión de la clasificación de Johnson, en la cual presenta *“una segunda forma de fractura lateral que no es resultado de end shock”* (Rondeau 1981:10) y que debería situarse entre las fracturas directas.

Según este autor las características que identifican a este tipo de fractura son:

- 1- un “mordisco” de la plataforma resultado de la extracción de parte del borde de la pieza.
- 2- un negativo de lascado grande que se corresponde con la curvatura cóncava del “mordisco” de la plataforma.
- 3- una fractura transversal que bisecta este negativo de lascado. Este último negativo suele ser más pronunciado en profundidad y en superficie que los otros lascados de la pieza. (Rondeau 1981:10).

Se produce por un golpe muy adentro de la pieza que puede eliminar parte del filo generando una concavidad y un lascado más profundo que el resto. Estas características pueden estar ausentes si la fractura es causada por un golpe demasiado fuerte (Johnson 1979; Rondeau 1981; Lintz y Dockal 2002).

Fractura radial: “ocurre cuando un bifaz o una lasca reciben un golpe fuerte en una superficie plana, causando que la fractura se inicie en el interior de la superficie y viaje hacia los márgenes en un patrón radial” (Frison y Bradley 1980: 44). Se presentan como múltiples roturas convergentes, cuyas superficies de fractura se orientan perpendicularmente respecto a la cara del instrumento formando filos de aproximadamente 90° (Frison y Bradley 1980; Lintz y Dockal 2002; Root *et al.* 1999) y múltiples fragmentos de forma triangular o fragmentos en forma de “cuña” (*wedge-shaped*) con ángulos de 90°. Se produce por un golpe intencional en la cara de un instrumento (Frison y Bradley 1980; Deller y Ellis 2001; Root *et al.* 1999).

Fractura “snap”: este tipo de fractura sólo fue definido por Deller y Ellis (2001). Se caracteriza por una sección de fractura transversal que puede presentar evidencias de iniciación cónica o hertziana en el centro de la pieza. Presentan “un leve abultamiento semejante a un bulbo de fuerza en una de las mitades de la pieza de la superficie fracturada, que señala el lugar en que fue golpeado el instrumento y donde empezó a formarse un cono, antes de que una fractura media/lateral separe la pieza” (Deller y Ellis *op. cit.*: 271). Estas iniciaciones pueden estar acompañadas de astillamiento y extracción de pequeñas lascas adyacentes al punto de impacto. Muchas veces presenta un labio pequeño o pronunciado en la unión de la fractura con una de las caras. Se produce por un golpe intencional en la superficie de la pieza (Deller y Ellis *op. cit.*).

Fracturas de cono completo (“*Complete cone fracture*”): en este caso se desprende un verdadero cono hertziano (Deller y Ellis 2001), de la manera que se describe en el capítulo 2.1.3 (y figura 3). Este cono así desprendido puede romperse en dos o más fragmentos. A su vez puede producirse una fractura tipo *snap* en el cuerpo de la pieza (Deller y Ellis *op.cit.*). Se produce por un golpe intencional sobre la superficie del instrumento.

Fracturas en puntas de proyectil

Impacto Longitudinal (“*Longitudinal impact fracture*”): este tipo de fracturas se produce en puntas de proyectil, por impacto directo sobre sustancias duras o por las fuerzas que actúan durante la penetración del proyectil, siendo por lo tanto resultado del

uso. Se presenta como negativos de lascados orientados longitudinalmente (Odell 1981; Whittaker 1995; Lintz y Dockal 2002). Estos pueden presentarse en el centro de una de las caras de la pieza o a lo largo del borde de la punta de proyectil y generalmente se originan en el extremo distal del limbo. Cuando se presentan a lo largo de alguna de las caras, se asemejan al negativo de una lasca de acanaladura, por lo que se denomina “*acanaladura de impacto*” (Odell y Cowan 1986; Whittaker 1995; ver también bibliografía citada en Dockal 1997). En el segundo caso, se extrae una lasca a lo largo de uno de los filos de la punta, que se asemeja a las extracciones mediante golpe de buril, por lo que recibió el nombre de “*burinación*” (Odell 1981; Odell y Cowan 1986, Titmus y Woods 1986) o “*burinación de impacto*” (Whittaker 1995 y ver también bibliografía citada en Dockal 1997). Se consideran diagnósticas del uso de puntas de proyectil (Odell 1981; Odell y Cowan 1986; Titmus y Woods 1986; Whittaker 1995).

Rotura por emangue (“*Haft snap*”): es una fractura transversa a lo largo del pedúnculo en puntas de proyectil, que se produce por uso (Johnson 1979).

Fractura de iniciación cónica: la fractura se inicia en un punto o en un área pequeña y definida. Este área de iniciación presenta un perfil cóncavo (Fischer *et al.* 1984). No es diagnóstica del uso de las puntas como cabezal lítico, ya que también pueden ser producto del uso de las puntas como cuchillo, del pisoteo, de la presión de otras rocas sobre la punta o de la caída accidental de rocas sobre ésta (Fischer *et al.* op. cit.: 26).

Fractura de iniciación curvada: la fractura se inicia alejada del punto de impacto, en un área amplia (no es puntual como la anterior) y presenta un perfil recto o convexo en el área de iniciación (Fischer *et al.* op. cit.).

Fractura curvada con terminación aguda o normal: una fractura con iniciación curvada que antes de alcanzar la superficie opuesta de la pieza, se propaga en dirección paralela a dicha superficie y la corta en un ángulo agudo. Se produce durante el uso de las puntas como cabezal lítico, pero también puede ser causada por pisoteo (Fischer *et al.* op. cit.).

Fractura curvada con terminación en chamela: la iniciación y propagación son similares a la anterior, pero corta la superficie opuesta en una curva con más de 90°. Se

producen por uso y también por pisoteo o por la caída de piedras sobre las puntas (Fischer *et al.* op. cit.).

Fractura curvada con terminación quebrada: se inicia y se propaga de manera similar a las anteriores, pero antes de llegar a la superficie opuesta de la pieza, el camino de la fractura cambia abruptamente de dirección, cortando la superficie en un ángulo recto. Es diagnóstica del uso de puntas de proyectil como cabezal lítico (Fischer *et al.* op. cit.).

Fractura curvada con terminación recta (“snap terminating”): una fractura de iniciación curvada, que sigue un camino más o menos estable, perpendicular a las superficies de la pieza. En ningún momento adquiere un recorrido paralelo a las mismas. También puede ser producto del pisoteo (Fischer *et al.* op. cit.).

Fractura curvada embrionaria: es una fractura de iniciación curvada en la que la propagación se detiene antes de alcanzar la superficie opuesta. Se produce por uso, pisoteo, caídas accidentales de piedras (Fischer *et al.* op. cit.).

Fractura “derivada” (“spin-off” fracture): son fracturas cónicas que se inician a partir de la superficie de una fractura curvada, extrayendo parte de la superficie original de la pieza. Esta fractura presenta distintos tipos dependiendo de si las fracturas cónicas derivadas se presentan en ambos lados y/o bordes de la pieza; en un solo lado de la pieza o en un solo borde de la pieza. Son diagnósticas del uso de puntas de proyectil como cabezal lítico cuando se presentan a ambos lados de la pieza. Si se presentan sólo en uno de los lados o bordes de la pieza, su condición diagnóstica está determinada por el largo de las extracciones (Fischer *et al.* op. cit.).

Fracturas térmicas

Hacen referencia a roturas de las piezas líticas causadas por daño térmico. Esta alteración térmica ocurre por tensiones internas en la roca, inducidas por cambios bruscos de temperatura o por su exposición a temperaturas superiores a las que puede soportar el material (Patterson 1995). El daño térmico es indicador de alteraciones

accidentales o no controladas (incendios, fogones) que tiene como consecuencia la fractura (Ariet 1992; Cattaneo *et al.* 1997-98; Frank 2009; Nami *et al.* 2000). En esta tesis no nos extenderemos sobre el tratamiento ni el daño térmico, pero presentaremos las descripciones de las distintas roturas que estos procesos pueden generar.

Hoyuelos (“*potlid fractures*”): son negativos cóncavos en la superficie de los artefactos que ocurren a causa de la expansión y contracción diferencial de la materia prima durante el proceso de calentamiento (Ariet 1992; Crabtree 1972; Patterson 1995; Purdy 1975).

Agrietamiento y craquelado: fracturas o grietas superficiales irregulares (Crabtree 1972; Patterson 1995).

Desintegración completa: se produce por stress térmico extremo y resulta en desechos granulares, angulosos y poliédricos, sin bulbos u ondas de percusión (Patterson 1995; Purdy 1975).

Fractura irregular (“*Crenated fracture*”): generalmente es transversal (Patterson 1995) y la superficie de fractura es irregular, con bordes ondulados/festoneados en lugar de ser plana (Purdy 1975).

En cuanto a la importancia de estos estudios específicos en el análisis lítico, se puede decir que el interés en la fractura de los artefactos líticos en general, estuvo presente con mayor o menor profundidad en los estudios líticos prácticamente desde comienzos de la disciplina. Su registro se integró al abordaje de distintos aspectos del análisis de los artefactos líticos, con el fin último de generar inferencias sobre “comportamientos”, actividades y tareas. A su vez, una reflexión en torno a los aportes de estos trabajos abre nuevas perspectivas de indagación acerca de las estrategias y decisiones sociales de los grupos humanos del pasado con relación a la tecnología lítica.

Con respecto a la fractura o rotura de los artefactos líticos formatizados por talla, la revisión de las diversas investigaciones permite considerar que, arqueológicamente, se reconocen una serie de distintas causas y procesos que pueden romper los instrumentos: los errores de talla, el uso, el pisoteo y la rotura intencional de los instrumentos con

distintos motivos -como vimos, esta última práctica puede ser parte de la fabricación de un instrumento en particular o ser implementada como forma de crear planos de fractura para usar como buriles, hendedores o cepillos (Frison y Bradley 1980, Root *et al.* 1999) e incluso puede ser una práctica ritual (Deller y Ellis 2001). Por otro lado, una lectura detenida de las descripciones de las distintas fracturas sugiere que muchas de estas caracterizaciones se superponen entre sí, dando nombres distintos a tipos similares. Esto último es retomado y discutido en el capítulo 5.

En general, la incorporación del análisis de los instrumentos fragmentados a los estudios líticos y a distintos problemas arqueológicos no es muy frecuente, con algunas excepciones. En este trabajo se propone que la identificación de distintas fracturas y su correlación con las causas que las originaron es una línea más de evidencia que brinda información útil respecto a las decisiones y las actividades desarrolladas en torno al uso de las rocas. No es lo mismo cuantificar los artefactos fracturados o resaltar que en un contexto hay muchas o pocas fracturas, que poder dar, en la mayor cantidad de casos posibles, una explicación del por qué esos materiales están fracturados, que pasó con ellos después de romperse y qué implicaciones pudo tener esto en un contexto determinado.

CAPÍTULO 4

EXPERIMENTOS EN FRACTURA DE ARTEFACTOS LÍTICOS FORMATIZADOS

4.1 Introducción

La revisión de las descripciones presentadas en el capítulo anterior de los diferentes tipos de fracturas, muestra diversos criterios de clasificación. Algunas descripciones hacen hincapié en la morfología que adoptan los fragmentos, otras en el filo delimitado por la fractura, otras en la posición de la fractura o en alguna característica de la superficie de la misma. Hay algo que todas tienen en común, esto es que todas hacen referencia a las posibles causas de origen de las fracturas. Como ya se ha mencionado, los procesos que se reconocen como generadores de fracturas macroscópicas en los artefactos formatizados incluyen, errores de talla (Crabtree 1972; Johnson 1979; Rondeau 1981; Whittaker 1995), uso (Johnson 1979; Fischer *et al* 1984; Frison y Bradley 1980; Odell 1981; Odell y Cowan 1986), caídas accidentales (Fischer *et al* 1984), rotura intencional (Deller y Ellis 2001; Frison y Bradley 1980; Root *et al.* 1999), pisoteo (Frison y Bradley 1980; Gifford-Gonzalez *et al.* 1985; Mc Brearty *et al.* 1998; Nielsen 1991; Pintar 1987, 1989; Pryor 1988) y fracturas producto de daño térmico (Ariet 1992; Cattaneo *et al.* 1997/98; Nami *et al* 2000; Purdy 1975; Patterson 1995).

El interés principal de este trabajo no sólo es reconocer distintos tipos de fracturas, sino también evaluar la posibilidad de saber de qué manera se produjeron, qué proceso o actividad llevó a su rotura, saber por qué los instrumentos fragmentados que hallamos en

el registro arqueológico están rotos. Por ello, resultó útil el desarrollo de diferentes series experimentales tomando como eje principal algunas de las causas que pueden participar en la rotura de los artefactos formatizados. El uso de la experimentación es fundamental para la observación directa de las relaciones causa-efecto y para evaluar la influencia de distintas variables. Los experimentos fueron diseñados para simular los distintos procesos que pueden originar la rotura de los artefactos, para luego observar los diferentes atributos y rasgos de las superficies de fractura y las características de los fragmentos de los artefactos formatizados. Las observaciones experimentales, en conjunto con las definiciones de fracturas presentadas en el capítulo anterior, constituyen una base ordenadora, que se utilizó para profundizar en la descripción y caracterización de los distintos tipos de fracturas, que se presentan en el capítulo siguiente.

Para el diseño de las distintas series experimentales se consideraron también las características de los conjuntos líticos a los que se aplica el análisis de fracturas, así como las características del contexto sedimentario de los sitios arqueológicos estudiados. Estos sitios son Cerro El Sombrero Cima (CoSC) y La Guillerma 5 (LG5). El análisis de estos materiales se aborda en mayor detalle en la tercera parte de la tesis, aquí se presenta una breve síntesis. Estos sitios tienen una ubicación cronológica y espacial muy diferente y sus conjuntos líticos son diferentes en varios aspectos, como por ejemplo, la cantidad de materiales líticos hallados, los tipos de artefactos representados, y las técnicas de talla empleadas. Sin embargo presentan similitudes relevantes a la hora de seleccionar las variables a evaluar en los experimentos. En ambos sitios, la roca más representada entre los artefactos formatizados es la ortocuarcita del Grupo Sierras Bayas (GSB). Ambos tienen instrumentos bifaciales, aunque el índice de bifacialidad es más alto en CoSC (39%, Flegenheimer 2004) que en LG5 (3%, González 2005). En CoSC los artefactos formatizados y las lascas evidencian talla por percusión dura, percusión blanda y por presión (Flegenheimer op. cit.). En LG5 el análisis de los desechos mostró el uso de talla por percusión y de la técnica bipolar. El único momento de la producción lítica que no se encuentra representado es el de formatización inicial de los núcleos (González op. cit.). El espesor de los artefactos formatizados en ambos sitios es predominantemente delgado, aunque se registran algunos instrumentos espesos. En cuanto al contexto sedimentario, la cima de Cerro El Sombrero está formada por sedimentos loessicos, que se depositaron sobre y entre las rocas de base que afloran en forma de grandes planchones (Flegenheimer 2003). Por su parte, en LG5 se definieron cinco unidades estratigráficas de

composición variable desde limos arcillo-arenosos, arenas muy finas arcillo-limosas y arenas limo-arcillosas (González 2005).

En síntesis, las experimentaciones se realizaron con artefactos formatizados sobre ortocuarcitas del GSB que tienen una representación mayoritaria en los sitios analizados en esta tesis y también tienen una presencia importante en los conjuntos líticos de sitios de la Región Pampeana en general. Los artefactos fueron formatizados con percutores de piedra y con retocadores de hueso y asta. También se utilizaron distintos pisos como soportes para apoyar los instrumentos, simulando los diferentes sedimentos de los sitios. Ambos sitios tienen sedimentos loessicos pampeanos, pero además en Cerro El Sombrero Cima existen grandes planchones de roca que afloran entre estos sedimentos, por lo que los experimentos se realizaron sobre sustratos duros y blandos. Los experimentos de uso se realizaron sobre materiales que pudieron ser usados por los cazadores-recolectores pampeanos y de los cuales se tienen referencias gracias a los análisis de micro-rastros de uso en sitios de la región (Leipus 2006).

4.2. Fractura intencional

Como se vio en el capítulo 3, la rotura intencional fue descrita por distintos autores como resultado de un golpe deliberado aplicado al centro de una pieza sobre alguna de las caras de la misma, como parte de distintas actividades, ya fuera para la producción de bordes filosos y/o “pseudoburiles” (Frison y Bradley 1980; Root *et al.* 1999) o incluso el sacrificio ritual de instrumentos (Deller y Ellis 2001). El golpe intencional sobre la cara de una pieza lítica genera el inicio de una fractura en el interior del artefacto que luego se propaga hacia los márgenes de maneras diversas. De esta manera, se producen diferentes tipos de fracturas que generalmente presentan ciertos rasgos diagnósticos. Se reconocen tres tipos de roturas intencionales: fracturas radiales, fracturas *snap* y de cono completo (Frison y Bradley 1980; Deller y Ellis 2001; Root *et al.* 1999).

Con el fin de observar la forma en que se presentan las características definidas como evidencia de roturas deliberadas en las ortocuarcitas GSB y para evaluar las posibilidades de su reconocimiento a nivel arqueológico, se diseñó una experiencia de

fractura intencional. Este experimento fue publicado en forma parcial con anterioridad (Weitzel y Colombo 2006).

La experimentación consistió en fracturar instrumentos líticos tallados mediante un golpe en el centro de una de las caras, con percutores de distinta dureza. Teniendo en cuenta los contextos de hallazgo de los materiales arqueológicos, los artefactos formatizados se apoyaron sobre superficies con dureza diferente.

Las variables consideradas para esta experiencia fueron:

- el espesor relativo de las piezas: delgado (<10mm) y grueso (>10mm) (*sensu* Aschero 1983),
- el tipo de matriz sedimentaria o sustrato, donde el sustrato duro (baldosas de hormigón) simula las condiciones en que aflora la roca de base en la cima de CosC y el sustrato blando (limo arenoso con cubierta de gramíneas) simula los sectores con cubierta de *loess* con vegetación de CoSC y los sedimentos arcillosos-limosos y arenosos de LG5,
- la dureza del percutor que incluye percutores duros (piedra) y blandos (asta), y
- la sección transversal de las piezas: biconvexa, plano-convexa y triangular.

4.2.1. *Materiales y procedimiento*

Se talló una colección experimental de instrumentos de ortocuarcita GSB a partir de nódulos recolectados en el Arroyo El Diamante, cerca de la localidad de Barker (Sierras de Tandil, Buenos Aires). Se llevaron a cabo todas las etapas de manufactura, desde el descortezamiento hasta la formatización final. En total se confeccionaron 126 artefactos, 71 bifaciales y 55 unifaciales, tanto por retoque marginal como por reducción y adelgazamiento (Apéndice Tabla A 4.1). Esto determinó distintas secciones transversales de las piezas: biconvexa, plano-convexa y triangular. Durante la confección de los artefactos, 18 piezas se fracturaron por errores de manufactura.

Se seleccionaron 82 instrumentos enteros para fracturar intencionalmente usando cuatro percutores de piedra y dos percutores de asta con un peso de 130g, 320g, 360g y

400g y de 200g y 70g respectivamente. Los instrumentos se separaron de acuerdo con el índice de espesor relativo y a la situación de los lascados sobre las caras en cuatro grupos:

- a- artefactos bifaciales gruesos (Figura 4.1A)
- b- artefactos bifaciales delgados (Figura 4.1B)
- c- artefactos unifaciales gruesos (Figura 4.1C)
- d- artefactos unifaciales delgados (Figura 4.1D)



Figura 4.1. Colección experimental para fractura intencional. **A:** artefactos bifaciales gruesos. **B:** artefactos bifaciales delgados. **C:** artefactos unifaciales gruesos. **D:** artefactos unifaciales delgados. Hacia arriba a la izquierda se muestran las colecciones arqueológicas de referencia, **e:** Cerro El Sombrero Cima y **f:** La Guillerma 5.

A su vez, cada uno de estos grupos fue dividido en cuatro para golpearlos con percutores de diferente dureza, sobre los diferentes sustratos. De este modo quedaron configurados 16 conjuntos que representan la combinación de todas las variables seleccionadas. En la Tabla 4.1 se presenta la cantidad de artefactos que se rompieron en cada combinación de variables.

Para romper los instrumentos, cada pieza fue apoyada sobre una de las superficies seleccionadas y golpeada con un percutor, dirigiendo el golpe hacia el centro de la cara (Figura 4.2). Las piezas de sección transversal plano-convexa y triangular, fueron apoyadas en los distintos sustratos sobre su cara plana. La fuerza ejercida no fue controlada sino que la pieza se golpeó tantas veces como fuera necesario, hasta romperla. El número de golpes varió de uno a ocho, siendo las piezas más espesas las que generalmente requirieron más golpes hasta su fragmentación. Como se observa en la Tabla 4.1, muchas de las piezas espesas no pudieron romperse con percutor blando y fueron fracturadas con percutor duro. En general, resultó muy difícil romper los artefactos espesos con percutores de asta sobre sustrato duro y fue imposible romperlos sobre el sedimento blando.

Tipo de percutor	Grupo de instrumentos		Tipo de sustrato		N
			Sustrato duro (SD)	Sustrato blando (SB)	
Duro	Bifacial	Grueso	8	8	16
		Delgado	9	5	14
	Unifacial	Grueso	10	6	16
		Delgado	5	5	10
Blando	Bifacial	Grueso	3	0	3
		Delgado	7	5	12
	Unifacial	Grueso	0	0	0
		Delgado	5	6	11
Total			46	36	82

Tabla 4.1. Grupos experimentales de artefactos formatizados fracturados intencionalmente



Figura 4.2. Artefacto experimental golpeado con percutor de piedra sobre sustrato blando

4.2.2. Resultados

4.2.2.1. Tipos de fracturas

Durante la experimentación se produjeron todos los tipos de roturas intencionales reconocidos por los diferentes autores que se mencionaron previamente. También se generaron fracturas que no podían ser identificadas según los criterios propuestos. En general, esto respondió a que los instrumentos se rompieron en muchos fragmentos pequeños que no presentan las características diagnósticas o a que la propagación de las fracturas no responde a los patrones reconocidos en las investigaciones citadas y tampoco aparecen con regularidad como para asignarlos a una nueva categoría. Estas fracturas fueron incluidas en este caso como indeterminadas. Sin embargo, en los caso casos en que los patrones de propagación no presentan “formas” conocidas, pero si los rasgos diagnósticos que se describirán a continuación, estos fragmentos pueden adjudicarse a causas intencionales aún cuando no puedan asignarse a un tipo de fractura.

Tipo de fractura	Cantidad de fracturas
<i>Snap</i>	32
Radial	24
Cono completo	19
Indeterminada	7
N	82

Tabla 4.2. Cantidad de fracturas intencionales de cada tipo producidas experimentalmente

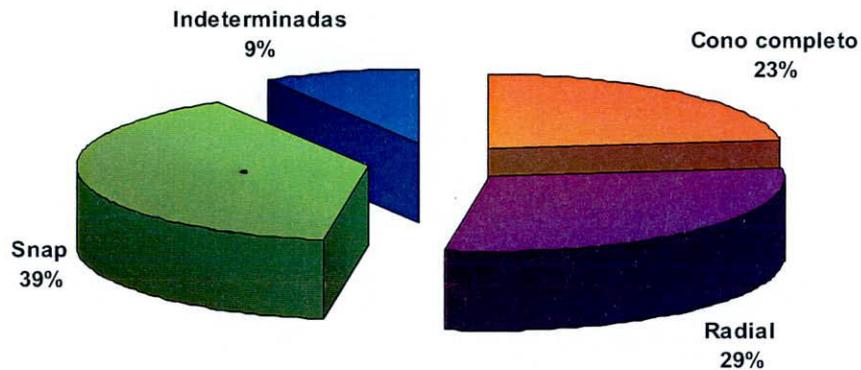


Figura 4.3. Porcentajes de los tipos de fractura intencional experimentales.

La cantidad de fracturas de cada tipo que se produjeron en la experiencia se muestran en la tabla 4.2. Las fracturas con mayor frecuencia son las de tipo *snap*, seguidas por las radiales y las de cono completo. Las fracturas que no pudieron identificarse se presentan en un porcentaje relativamente bajo (Figura 4.3). En un trabajo previo (Weitzel y Colombo 2006) el porcentaje de fracturas indeterminadas fue más elevado, pero una nueva revisión de las colecciones experimentales permitió determinar un número mayor.

Las **fracturas tipo *snap*** (Figura 4.4 y Figura 4.5) que se produjeron en esta experimentación, en general presentan evidencias del punto de aplicación de la fuerza sobre una de las caras de la pieza, en el cual se inició la fractura (iniciación de tipo cónica

o hertziana) (se observan claramente en Figura 4.4 E y J, Figura 4.5 A e I). Desde este punto irradian, sobre la superficie de fractura, ondas y estrías de percusión y a veces extracciones adventicias (Figura 4.6). En los casos en que los instrumentos fueron fracturados sobre sustrato duro, algunos de los fragmentos resultantes presentaron el punto de iniciación tanto en el lugar en que fueron golpeadas como en el lugar del contragolpe contra el soporte. Este rasgo sobre las caras y sobre la superficie de fractura es diagnóstico del tipo de fractura y de la actividad que la originó. Sin embargo, en algunas de las piezas con esta fractura, no se presenta la iniciación hertziana en el punto de contacto con el percutor. Probablemente esto se deba a que al estar los extremos del artefacto apoyados sobre una superficie blanda e irregular, quedó sin apoyo el centro de la pieza en el lugar del golpe (Figura 2.5). Otras razones pueden ser la dureza del percutor o la fuerza del golpe. Cuando una fractura de este tipo no presenta el punto de inicio, puede confundirse, especialmente en el contexto arqueológico, con una fractura curvada.



Figura 4.4. Fracturas *snap* en artefactos delgados.

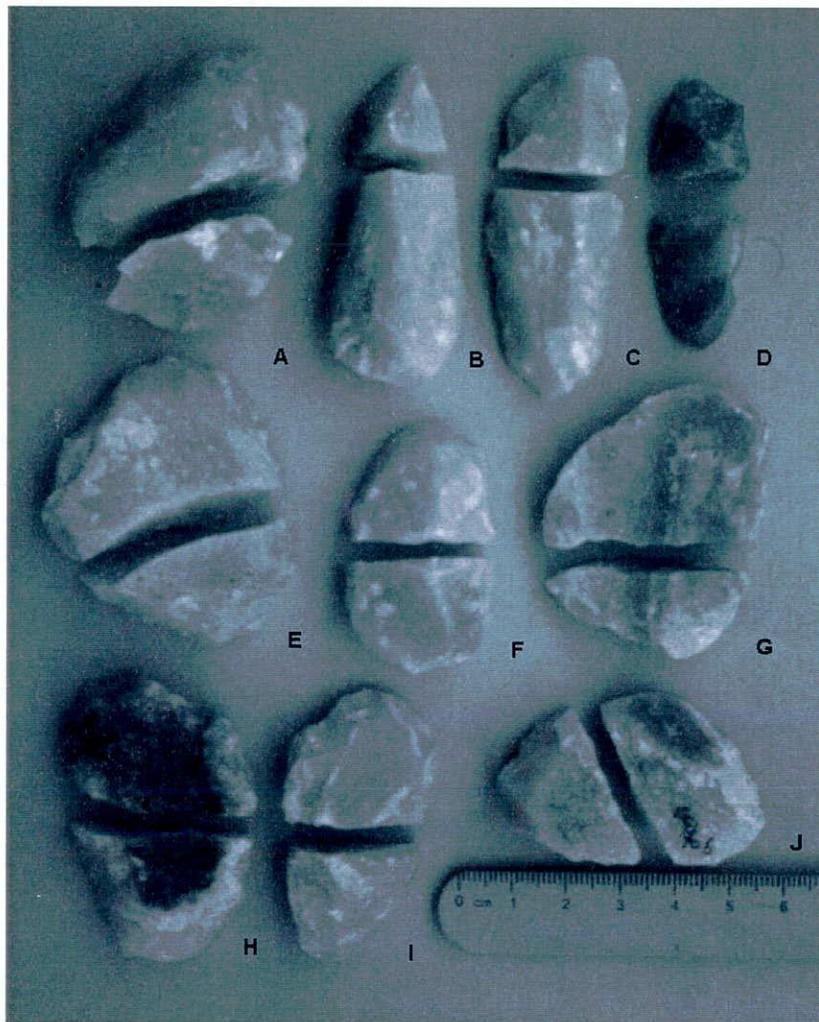


Figura 4.5. Fracturas *snap* en artefactos gruesos

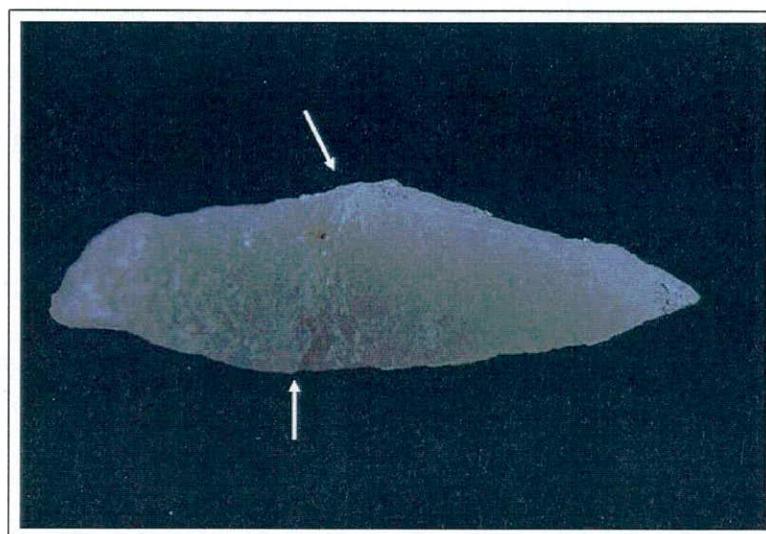


Figura 4.6. Punto de inicio en fractura *snap* en el lugar del golpe (arriba) y grieta en el contragolpe (abajo).

En cuanto a las **fracturas de cono completo**, las descripciones de este tipo de fractura, mencionan que un golpe en el centro de una de las caras de un artefacto, desprende un cono hertziano completo, que puede fragmentarse y, a su vez, el artefacto se rompe (Deller y Ellis 2001). En 11 casos fue posible recuperar fragmentos de conos hertzianos fácilmente identificables. En el resto de los casos, esta extracción no adoptó una forma cónica precisa, sino que los fragmentos adoptaron morfologías irregulares, en las que al menos una de las superficies de fractura presenta la forma convexa de la superficie exterior del cono.

Además de esta extracción cónica, el cuerpo de la pieza se fragmentó. Esta última rotura puede darse mediante una fractura de tipo *snap* que lo fragmenta en dos (Figura 4.7 B, C y J) o de una fractura radial (Figura 4.7 E-J). Los fragmentos de artefactos formatizados resultantes, presentan sobre las superficies de fractura el negativo cóncavo de esta extracción cónica (ver por ejemplo Figura 4.7 B, C, F, H-K).

Algunos de los fragmentos de las extracciones en forma de cono son identificables porque presentan un punto de iniciación de la fractura en un extremo y en el extremo opuesto a este, parte de la cara del artefacto (Figura 4.8). Es decir, que presentan una morfología similar a la de una lasca, pero en lugar de afinarse hacia el extremo distal, se ensanchan y terminan en la superficie de una de las caras del artefacto. Además en general son cortas, ya que su extensión máxima es la del espesor del artefacto en el lugar de la extracción. Por el contrario, otros fragmentos de este tipo de extracciones, pasarán probablemente como fragmentos de lascas indiferenciados.

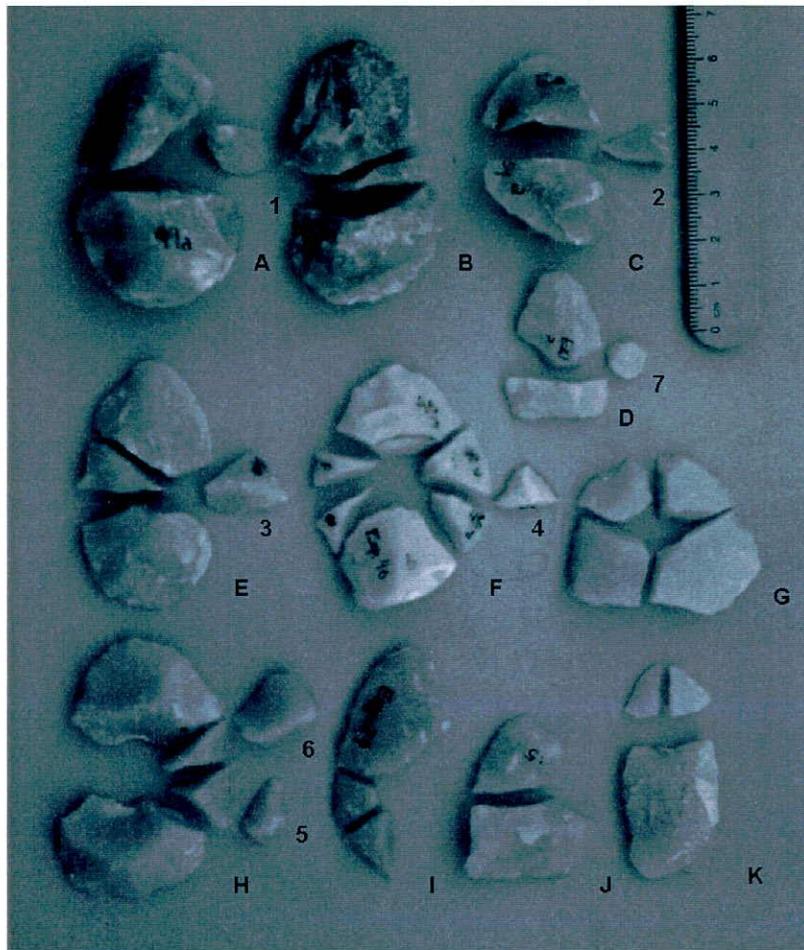


Figura 4.7. Fracturas de cono completo en artefactos delgados y gruesos (A-K), 1-7: fragmentos de cono recuperados.



Figura 4.8. Detalle de los fragmentos de conos hertzianos. Izq.: vista de la porción remanente de una de las caras de la pieza en la base del fragmento de cono.

Las **fracturas radiales** se inician en una de las caras de la pieza, en el punto de aplicación de la fuerza y luego se propagan hacia los márgenes en patrón radial (Frison y Bradley 1980) (Figura 4.9 y Figura 4.10). Según Root *et al.* (1999) esto sucede cuando la pieza no tiene apoyo justo por debajo del punto de percusión, pero si todo alrededor de este. De esta manera se producen tres o más fragmentos que adoptan distintas morfologías. En esta experimentación se produjeron fragmentos con forma triangular, en los que al menos dos superficies de fractura confluyen para formar ángulos agudos, rectos u obtusos. Generalmente presentan cerca del vértice en el que se unen los dos planos de fractura, ondas de percusión que irradian desde la cara del instrumento hacia la superficie de fractura (igual que en las fracturas de tipo *snap*) que indican el punto de iniciación y que son diagnósticos para reconocerlas (Figura 4.11). Sin embargo, este rasgo también se encuentra ausente en algunos de los fragmentos experimentales.

Por otro lado, también es posible que alguno de los fragmentos quede delimitado por una única fractura transversal (Figura 4.9 B-C, H-I y Figura 4.10 B y C), la cual también puede presentar evidencias del punto de inicio desde una de las caras. En este caso, el fragmento aislado, sin relaciones de ensamblaje, no podría diferenciarse de un fragmento con una fractura de tipo *snap*. En algunos de los fragmentos de este tipo en las piezas experimentales (N=5) puede observarse una grieta de patrón radial que no llegó a completarse (Figura 4.12). Como sucede con las fracturas *snap*, si los fragmentos de este tipo no presentan evidencias del punto de origen de la fractura, se confunden fácilmente con una fractura curvada.

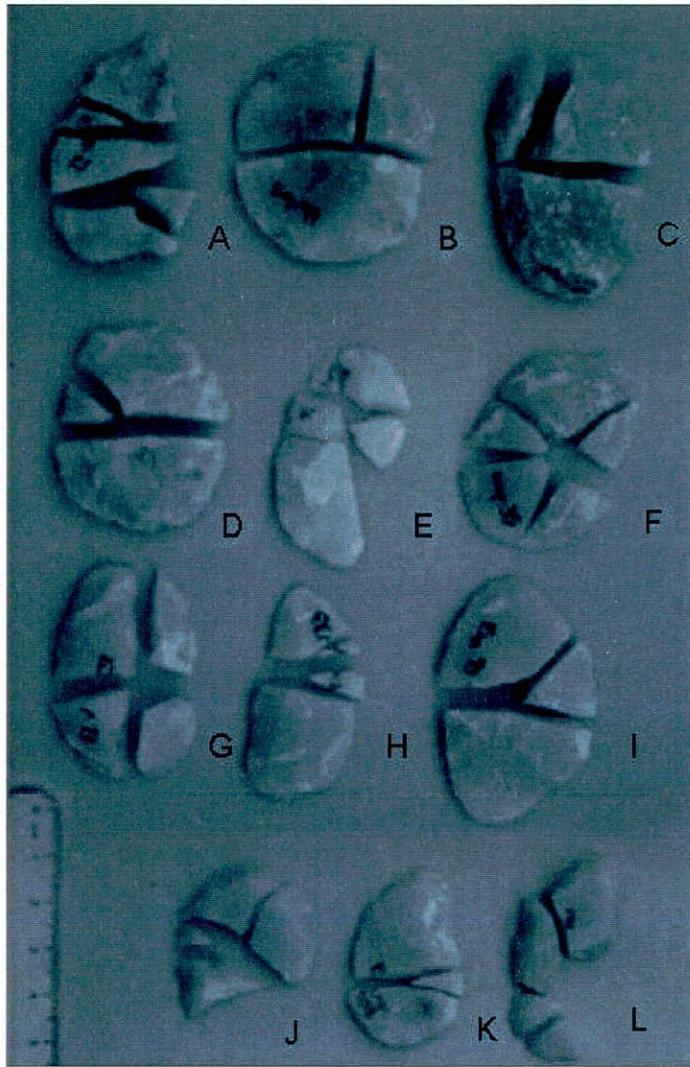


Figura 4.9. Fracturas radiales en artefactos delgados.

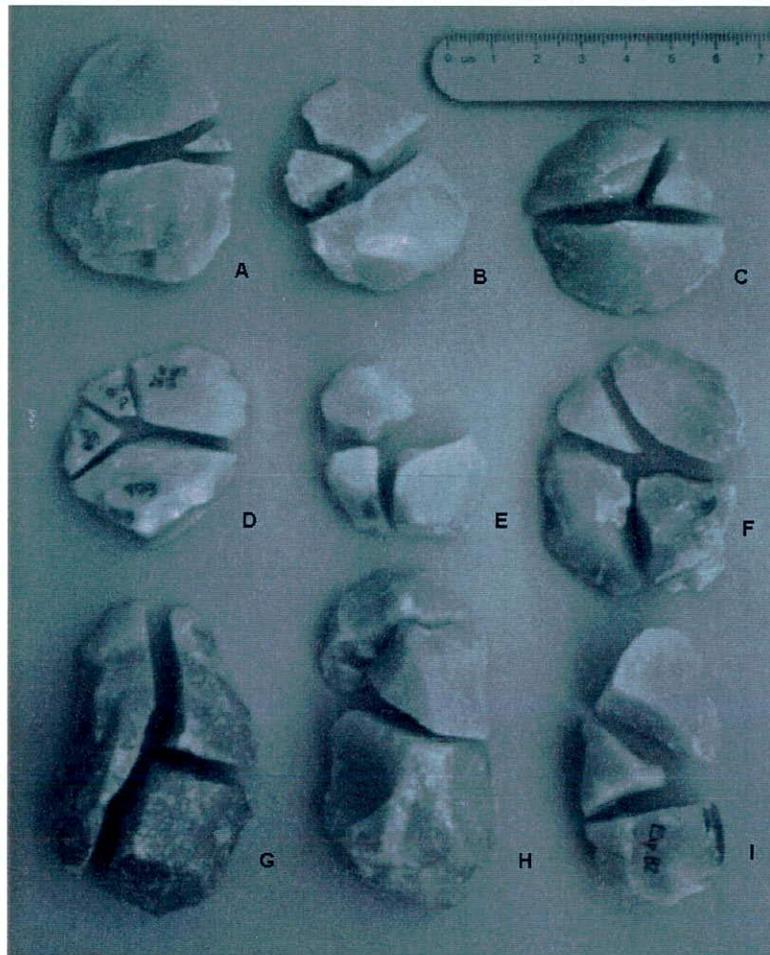


Figura 4.10. Fracturas radiales en artefactos gruesos

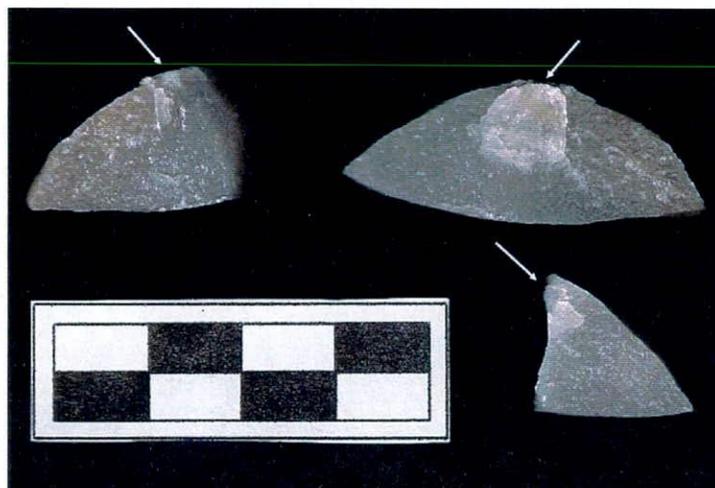


Figura 4.11. Punto de inicio de la fractura en fracturas intencionales. Artefacto unifacial experimental con fractura radial. Las flechas indican el punto de inicio de la fractura tal como se observa sobre la superficie de fractura.



Figura 4.12. Grieta de patrón radial en artefacto experimental

Es preciso hacer una breve mención respecto a las fracturas que fueron consignadas en este experimento como **indeterminadas**. Su ocurrencia –o la dificultad de adjudicarlas a una de las fracturas conocidas– fue relativamente baja y en general se distribuyen uniformemente en relación con las diferentes variables contempladas. La diferencia principal se observó en la variable de espesor, siendo que ciertos instrumentos delgados se rompieron en muchos fragmentos pequeños, sin ninguna característica que indicara la manera en que se fragmentaron. La gran mayoría de estos fragmentos, hallados en el registro arqueológico sin relaciones de ensamblaje con otros fragmentos, ni siquiera serían reconocidos como parte de un artefacto formatizado.

A continuación se analiza la relación entre los distintos tipos de fractura y las distintas variables contempladas en esta experimentación y se evalúa la influencia de cada una de ellas en la producción de determinadas fracturas.

Tipo de percutor	Tipo Fractura	Espesor del artefacto				N
		Grueso		Delgado		
		SD	SB	SD	SB	
Duro	Snap	5	8	3	7	23
	Radial	4	5	4	2	15
	Cono completo	7	1	5	1	14
	Indet.	2	0	2	0	4
Blando	Snap	1	0	4	4	9
	Radial	0	0	6	3	9
	Cono completo	1	0	2	2	5
	Indet.	1	0	0	2	3
Total		21	14	26	22	82

Tabla 4.3. Cantidad de tipos de fracturas según la dureza del percutor con que se dio el golpe, el espesor relativo de la pieza y la dureza del sustrato sobre el que se dispuso la pieza. Ref. SD: sedimento duro. SB: sedimento blando.

En la Tabla 4.3 se presenta la frecuencia observada de los distintos tipos de fracturas según el espesor de los artefactos formatizados, la dureza del sustrato de apoyo y la dureza del percutor con que se golpearon. Como se mencionó antes, la frecuencia de artefactos fracturados con percutor duro es mayor debido a la imposibilidad de romper gran parte de los artefactos espesos con percutores de asta. Estos fueron por lo tanto fracturados con percutores de piedra (Weitzel y Colombo 2006).

Dureza del sustrato	Tipo de fractura				Total
	Radial	Cono completo	Snap	Indeterminada	
Duro	14 (58,3%)	15 (78,9%)	13 (40,6%)	5 (71,4%)	47
Blando	10 (41,6%)	4 (21%)	19 (59,3%)	2 (28,5%)	35
Total	24	19	32	7	82

Tabla 4.4. Tipos de fractura según la dureza del sustrato de apoyo

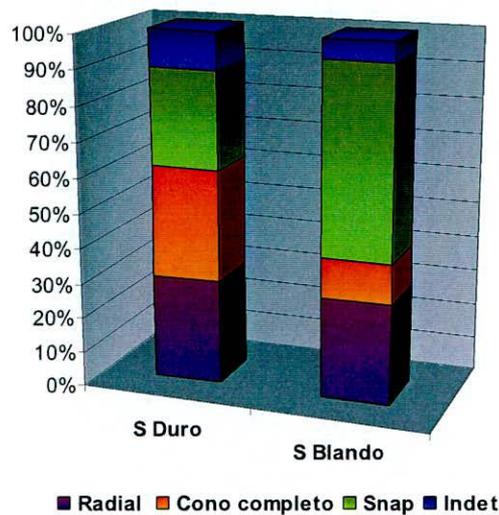


Figura 4.13: Distribución relativa del tipo de fractura según la dureza del sedimento.

La **relación entre la dureza de la superficie** sobre la que se dispusieron las piezas para golpearlas y el **tipo de fractura** se muestra en la Tabla 4.4 y en la Figura 4.13. Se observa que las fracturas del tipo *snap* se produjeron con mayor frecuencia en los artefactos apoyados sobre el sedimento limo arenoso (59,4%) que en aquellos dispuestos sobre sustrato duro (40,6%). Las fracturas radiales, a diferencia de las anteriores, se presentan en porcentajes más elevados en relación con el sustrato duro (58,3%). Las fracturas de cono completo también son más numerosas entre los artefactos apoyados sobre sustrato duro y son las que presentan el porcentaje más elevado en relación con esta variable (78,9%). Para evaluar la asociación entre estas variables, se aplicó un Test de Chi-cuadrado¹¹ que mostró que existe una relación estadísticamente significativa entre el tipo de fractura y la dureza del sedimento sobre el que yace el artefacto al ser golpeado ($X^2=7,18$; $gl=2$; $p=0,028$; $p < 0,05$).

¹¹ Para los test estadísticos aplicados a la colección experimental de fractura intencional no se tomaron los valores correspondientes a las fracturas clasificadas como indeterminadas.

Dureza del percutor	Tipo de fractura				Total
	Radial	Cono completo	Snap	Indeterminada	
Duro	15	14	23	4	56
Blando	9	5	9	3	26
Total	24	19	32	7	82

Tabla 4.5. Tipos de fractura según la dureza del percutor

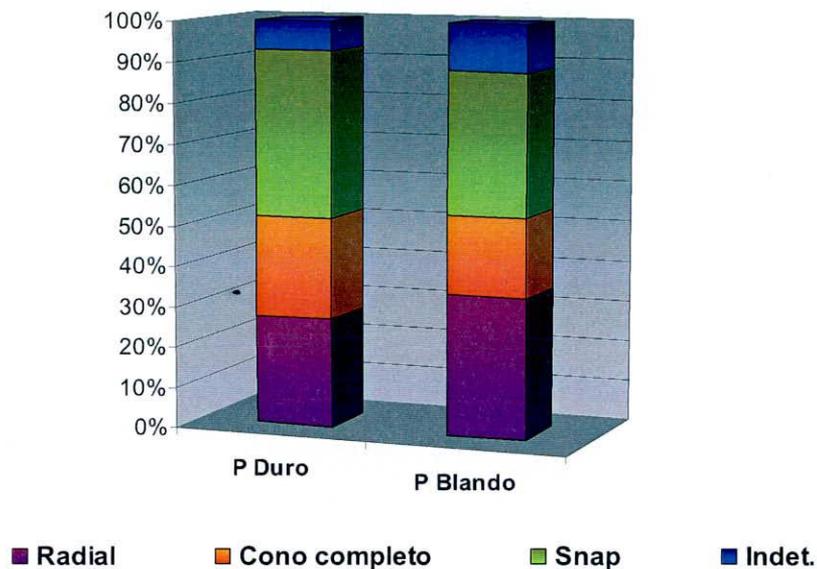


Figura 4.14. Distribución relativa del tipo de fractura según la dureza del percutor.

La Tabla 4.5 y la Figura 4.14 muestran las frecuencias observadas y relativas de los distintos **tipos de fracturas** según la **dureza del percutor** con el que fue golpeada la pieza. La frecuencia observada para todos los tipos de fractura es mayor en aquellas producidas con percutor duro, porque como se mencionó arriba, muchos artefactos gruesos sólo pudieron romperse con estos percutores. En la Figura 4.14, en la que los datos se exhiben de manera porcentual, se puede apreciar que la distribución de los tipos de fractura es similar en ambos grupos con una ligera predominancia del tipo *snap* entre los artefactos fragmentados con percutor duro. En este caso un Test de Independencia de Chi-cuadrado mostró que no existe una relación estadísticamente significativa entre el tipo de fractura y la dureza del percutor ($X^2 = 0,793$; $gl = 2$; $p = 0,673$; $p > 0,05$).

Espesor relativo	Tipo de fractura				Total
	Radial	Cono completo	Snap	Indeterminada	
Grueso	9	9	14	3	35
Delgado	15	10	18	4	47
Total	24	19	32	7	82

Tabla 4.6. Tipo de fractura según el espesor relativo de la pieza

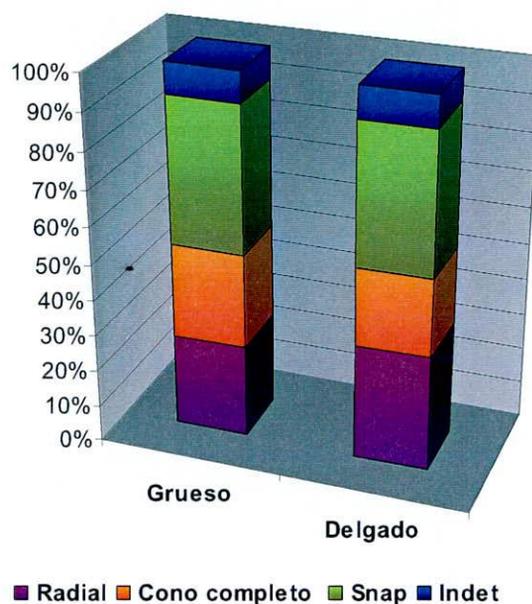


Figura 4.15. Distribución relativa del tipo de fractura según el espesor relativo de las piezas.

Con respecto al **espesor** relativo de los artefactos experimentales, se observó que las fracturas radiales y las *snap* se produjeron con mayor frecuencia sobre artefactos delgados cuando se comparan con los de espesor grueso, siendo las de tipo *snap* las más numerosas entre los artefactos delgados (Tabla 4.6). A su vez, entre los artefactos de espesor grueso como grupo, también son más numerosas las fracturas *snap* (Figura 4.15). Sin embargo, la evaluación de la asociación entre estas variables mediante la prueba exacta de Fisher ($p=0,94$; $p>0,05$) mostró que el tipo de fractura es independiente del espesor relativo de la pieza.

Sección transversal de la pieza	Tipo de fractura				Total
	Radial	Cono completo	Snap	Indeterminada	
Biconvexa	5	8	2	0	15
Plano-convexa	4	4	3	1	12
Triangular	15	7	27	6	55
Total	24	19	32	7	82

Tabla 4.7. Tipos de fractura según la sección transversal de la pieza

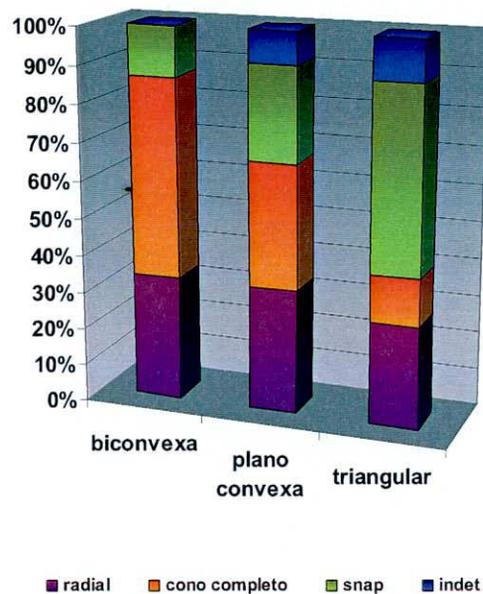


Figura 4.16: Distribución relativa del tipo de fractura según la sección transversal de la pieza.

Con respecto a la **sección transversal** de las piezas, la prueba exacta de Fisher mostró que existe una relación significativa entre el tipo de fractura y esta variable ($p=0,013$; $p<0,05$) (ver Tabla 4.7). Todos los tipos de fracturas se generaron en asociación con todas las secciones transversales, pero con diferente frecuencia.

Situación de los lascados	Sección transversal de la pieza			Total
	Biconvexa	Plano-convexa	Triangular	
Unifacial	0	5	32	37
Bifacial	15	7	23	45
Total	15	12	55	82

Tabla 4.8. Sección de las piezas en relación a la situación de los lascados sobre las caras de la pieza.

En esta experiencia, en las piezas con sección transversal biconvexa se produjeron proporcionalmente una mayor cantidad de fracturas de cono completo, a comparación de los otros tipos de fractura asociados a esta sección (Figura 4.16). Por otro lado, en la Tabla 4.7 se observa que este tipo de fractura se produjo también en frecuencias similares en piezas con sección triangular. Las fracturas radiales fueron más frecuentes en piezas con sección transversal triangular al evaluarlas con relación a este tipo de fractura en piezas con otras secciones transversales (Tabla 4.7). Sin embargo, en las piezas con sección triangular las fracturas que se generaron con la frecuencia más elevada fueron las de tipo *snap*.

Situac. de los lascados	Espesor	Sección transversal	Tipo de fractura				Total
			Radial	Cono	Snap	Indeterminada	
Unifacial	Delgado	Plano-convexa	0	2	1	0	3
		Triangular	4	0	12	2	18
	Grueso	Biconvexa	0	0	0	0	0
		Plano-convexa	0	0	1	1	2
		Triangular	4	1	8	1	14
Bifacial	Delgado	Biconvexa	4	6	1	0	11
		Plano-convexa	3	1	1	0	5
		Triangular	4	1	3	2	10
	Grueso	Biconvexa	1	2	1	0	4
		Plano-convexa	1	1	0	0	2
		Triangular	3	5	4	1	13
Total			24	19	32	7	82

Tabla 4.9. Tipos de fractura según la sección transversal de la pieza, el espesor relativo y la situación de los lascados sobre la cara de la pieza.

En relación con la **situación de los lascados sobre las caras de la pieza** (sensu Aschero 1975) (Tabla 4.8), en esta experimentación en particular, la mayor parte de las fracturas *snap* se produjeron en artefactos unificiales de sección triangular (Figura 4.17) y dentro de estos son más numerosas en los unificiales delgados a comparación de los gruesos (Tabla 4.9). Las fracturas de cono completo por su parte, se produjeron con mayor frecuencia entre los artefactos bifaciales delgados con sección biconvexa y además, dentro del grupo de los bifaciales gruesos, en los de sección triangular (Tabla 4.9).

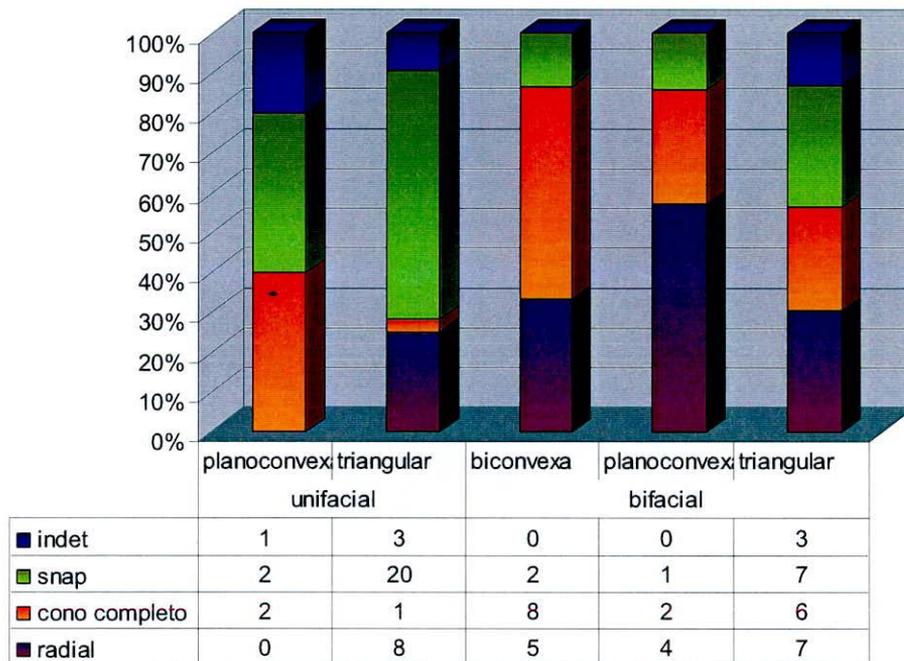


Figura 4.17. Tipo de fractura según la situación de los lascados sobre la cara de la pieza y la sección transversal.

Ahora se discute específicamente la incidencia de aquellas variables que resultaron tener una influencia significativa en el tipo de fractura intencional. De acuerdo con las pruebas estadísticas de independencia, la **sección transversal** de la pieza y la **dureza de la superficie** sobre la que las piezas son apoyadas para golpearlas, son las variables que más influyen, aunque no determinan, en el tipo de fractura que puede generarse. A continuación se cruzan estas variables para evaluar la incidencia de cada una sobre el tipo de fractura (Tabla 4.10 y Figura 4.18).

El análisis de las variables por separado, mostró que las **fracturas de cono completo** se produjeron más frecuentemente en piezas apoyadas sobre sustrato duro por un lado y por otro en piezas con sección biconvexa. Al cruzar las variables se observa efectivamente una proporción mucho más elevada de fracturas de cono completo ocurridas sobre sustrato duro (Figura 4.18). Pero al evaluar la distribución porcentual de esta variable en relación con la sección transversal de la pieza se observan proporciones similares de estas fracturas entre las piezas de sección transversal biconvexa y triangular y en un porcentaje algo menor en las de sección plano-convexa (Tabla 4.10). Las fracturas de cono completo ocurridas sobre sustrato blando tienen un porcentaje más bajo (Tabla 4.5) y se produjeron principalmente en las piezas con sección biconvexa. Por lo tanto, este tipo de fracturas es más frecuente en piezas con sección biconvexa, más allá del sustrato de apoyo, pero es altamente probable que se generen cuando el artefacto yace sobre una superficie dura.

Dureza del sustrato	Sección transversal	Tipo de fractura				Total
		Radial	Cono completo	Snap	indet..	
Duro	Biconvexa	5	6	1	0	12
	Plano-convexa	1	3	0	1	5
	Triangular	8	6	12	4	30
Blando	Biconvexa	0	2	1	0	3
	Plano-convexa	3	1	3	0	7
	Triangular	7	1	15	2	25
Total		24	19	32	7	82

Tabla 4.10. Tipo de fractura según la dureza del sustrato de apoyo y la sección transversal de la pieza.

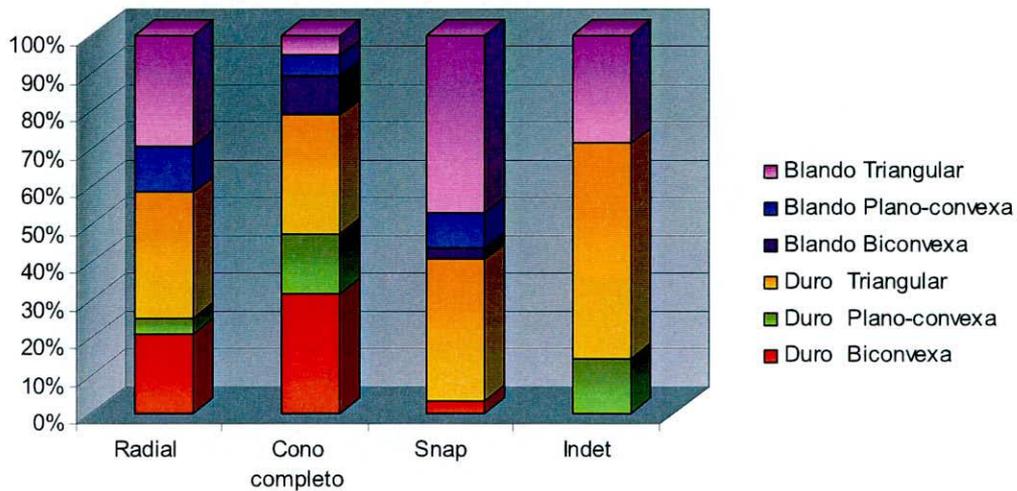


Figura 4.18. Distribución porcentual de los tipos de fracturas de acuerdo con la sección transversal de la pieza y la dureza del sustrato de apoyo

Las **fracturas radiales** se produjeron más frecuentemente sobre sustrato duro por un lado y en artefactos con sección transversal triangular por otro. Al cruzar la variables se observa (Figura 4.18) como se dijo, un mayor porcentaje de este tipo de fracturas sobre superficies duras. Sin embargo en este caso, las fracturas radiales presentan porcentajes similares entre las piezas de sección transversal triangular fracturadas sobre sustrato duro y sobre sustrato blando, con un ligero predominio del primero (Tabla 4.10). Entonces aquí puede pensarse también que la variable más relevante con relación al tipo de fractura es la sección triangular de la pieza, más que la dureza de la superficie de apoyo.

Respecto a las **fracturas *snap***, al considerar las variables separadamente se vio que estas fracturas ocurrieron más frecuentemente sobre superficies limo-arenosas y en piezas con sección transversal triangular. Al cruzar estas variables los resultados indican que el porcentaje más elevado para este tipo de fracturas corresponde efectivamente a piezas de sección transversal triangular fracturadas sobre sedimento blando (Tabla 4.10). Sin embargo, un porcentaje importante de las piezas triangulares con fractura *snap*, está representado por artefactos golpeados sobre sustrato duro (Figura 4.18). Este caso es similar al anterior y parece que las fracturas de este tipo se producen más frecuentemente en piezas con sección transversal triangular, más allá de la superficie sobre la que se apoyen, aunque serán más frecuentes sobre una superficie blanda en general y sobre artefactos de sección transversal triangular apoyados sobre sustrato blando en particular.

4.2.2.2. Los fragmentos y las superficies de fractura

A partir de las 82 piezas fracturadas intencionalmente se produjeron un mínimo de 229 fragmentos, ya que partes de las piezas se redujeron a astillas y algunos fragmentos pequeños no fueron recuperados. Aquí se describen las características de estos fragmentos producto de la rotura intencional de artefactos formatizados considerando la posición de la fractura, la sección de la fractura, la forma geométrica de la fractura, la forma de la superficie de fractura, el punto de origen de la fractura (según los criterios establecidos por Aschero 1975, 1983) (ver capítulo 2) y la forma de los fragmentos.

4.2.2.2.1. Posición de la fractura

Se presentaron todas las posiciones de la fractura en relación con el eje de orientación de la pieza. Las fracturas *snap* están asociadas casi exclusivamente a la posición transversal y a la oblicua. Los fragmentos generados por fractura radial en cambio, presentan principalmente fracturas de posición en ángulo. Los fragmentos producto de fracturas de cono completo, presentan una distribución algo más homogénea, siendo sólo un poco más frecuente la posición múltiple no diferenciada. Como se ve más adelante, estos fragmentos suelen tener tres planos de fractura: dos planos convergentes o paralelos entre sí, que son cortados por otro plano, formando con este último un ángulo obtuso.

En la Tabla 4.11 se observa además que las fracturas radiales y de cono completo también generaron fragmentos con fracturas de posición transversal u oblicua. Estos fragmentos, si estuvieran en un contexto arqueológico, se confunden fácilmente con las fracturas de tipo *snap*. Mas aún, como ya se mencionó, los fragmentos con esta característica en cualquiera de los tipos de fractura, que no presenten un punto de iniciación en una de las caras de la pieza, pasarán por una fractura curvada.

POSICIÓN	Tipo de fractura				Total
	Radial	Cono completo	Snap	Indet..	
Transversal	9	14	45	1	69
Oblicua	5	4	15	1	25
Longitudinal	1	0	0	0	1
En ángulo	48	15	0	0	63
Múltiples no diferenciadas	18	23	0	8	49
No diferenciada	5	7	4	6	22
Total	86	63	64	16	229

Tabla 4.11. Posición de la fractura en relación al eje de orientación de la pieza según el tipo de fractura intencional.

4.2.2.2.2. Sección de la fractura

Las superficies de fractura de los fragmentos presentaron una variedad de secciones, aunque en proporciones muy distintas (Tabla 4.12). En términos generales las secciones más representadas están asociadas a todos los tipos de fracturas (Tabla 4.13). Las más representadas son la plana ortogonal o recta transversal y la plana oblicua. También se presentó un gran número de secciones que no pudieron ser diferenciadas. Esto puede estar relacionado con las impurezas y la falta de homogeneidad interna de las ortocuarzitas, que habrían desviado el trayecto de la fractura generando en la superficie de la misma pequeños planos con distintas orientaciones.

Sección de la fractura	N	%
Plana ortogonal	89	40,4
Plana oblicua	52	23,6
En charnela transversal	10	4,5
En charnela oblicua	1	0,4
Cóncava-convexa	1	0,4
No diferenciada	67	30,4
Total	220	100

Tabla 4.12. Distintas secciones de fractura observadas en los fragmentos experimentales por fractura intencional

En cuanto a las secciones plana ortogonal y plana oblicua, están representadas en todos los tipos de fracturas (Figura 4.19). La sección plana ortogonal se presentó asociada más frecuentemente a los fragmentos resultantes de fracturas de tipo *snap* y la plana oblicua a los generados por fractura radial. Los filos conformados por esta sección de fractura son considerados por distintos investigadores como uno de los fines buscados mediante la fractura radial, para usarlos en el trabajo de sustancias duras en el alisado de superficies (Frison y Bradley 1980; Root *et al.* 1999). En este sentido, es interesante que un Test de Independencia de Chi cuadrado ($X^2 = 8,25$; $gl=2$; $p < 0,05$) mostró que hay una relación estadísticamente significativa entre estas dos secciones y el tipo de fractura.

Sección de la fractura	Tipo de fractura			Total
	Radial	Cono completo	Snap	
Plana ortogonal	26	19	44	89
Plana oblicua	24	15	13	52
En charnela transversal	4	2	4	10
En charnela oblicua	0	1	0	1
Cóncava-convexa	0	0	1	1
No diferenciada	36	29	2	67
Total	90	66	64	220

Tabla 4.13. Sección de la fractura según el tipo de fractura intencional

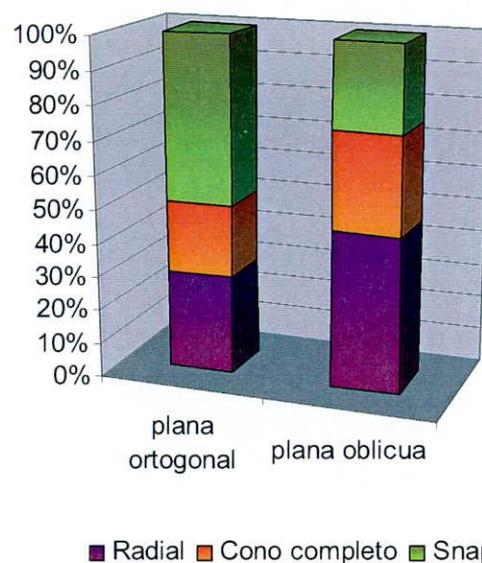


Figura 4.19. Distribución porcentual de la sección de fractura según el tipo de fractura.

4.2.2.2.3. Forma geométrica de la fractura

De un total de 229 superficies de fractura, pudo determinarse la forma geométrica de 155. Las más representadas son las formas geométricas en ángulo y la recta (Tabla 4.14).

Forma geométrica de la fractura	N	%
Recta	60	38,7
Cóncava	16	10,3
Convexa	12	7,7
En ángulo	68	43,8
Total	155	100

Tabla 4.14. Forma geométrica de la fractura en los fragmentos experimentales de fractura intencional.

Forma geométrica de la fractura	Tipo de fractura			Total
	Radial	Cono completo	Snap	
Recta	9	5	46	60
Cóncava	2	6	7	15
Convexa	6	2	4	12
En ángulo	47	21	0	68
Total	64	36	57	155

Tabla 4.15. Forma geométrica de la fractura según el tipo de fractura intencional

La forma geométrica en ángulo es característica de los fragmentos resultantes de fracturas radiales y de cono completo. La mayor frecuencia entre los fragmentos de fractura radial (Tabla 4.15) responde a que las fracturas de cono completo a veces se combinan con fracturas *snap*. Las formas geométricas recta, cóncava y convexa se presentaron asociadas a todos los tipos de fractura. Cuando se presentan en los fragmentos de fracturas radiales y de cono completo, están asociadas a aquellos

fragmentos que presentan una sola fractura de posición transversal u oblicua. Las superficies de fractura con forma geométrica recta están representadas principalmente en las fracturas *snip*. La forma cóncava se presentó con más frecuencia en los fragmentos de fracturas de cono completo, la concavidad que corresponde al negativo de extracción del cono es muy pronunciada en estas fracturas. Las superficies con forma convexa tienen un ligero predominio entre los fragmentos generados por fractura radial.

4.2.2.2.4. Punto de origen de la fractura

El punto de origen de la fractura en las piezas de esta experimentación se encuentra, por supuesto, en la cara de la pieza sobre la que se dio el golpe. Lo que se evalúa en este apartado es la posibilidad de diferenciar este punto de inicio en los fragmentos. Se consideran 218 fragmentos, los 11 restantes son fragmentos de cono.

De los 218 fragmentos analizados, 119 (54,6%) presentan el punto de inicio de la fractura diferenciado. De éstos, siete (5,8%) fragmentos presentan también marcas de iniciación en el lugar del contragolpe contra el sustrato de apoyo. En 99 (45,4%) fragmentos el punto de inicio de las fracturas no está claramente diferenciado. En este apartado se considera que el punto de inicio pudo ser diferenciado sólo cuando se presenta claramente el punto de impacto y/o las estrías divergentes sobre la superficie de fractura.

En el 54,6% de los casos fue posible diferenciar el punto de origen de la fractura, manteniendo un criterio conservador en el análisis de este rasgo. Este porcentaje aumenta si consideramos que la dirección de las ondas sobre las superficies de fractura puede indicar el punto de iniciación de la fractura.

Este rasgo de las fracturas es el más importante en las roturas intencionales. Como se vio más arriba, aunque los otros rasgos suelen estar asociados con mayor frecuencia a ciertos tipos de fractura que a otros, esto no siempre permite vincular los fragmentos a un tipo de fractura con seguridad -con excepción de los fragmentos de cono que son indicadores de fracturas de cono completo- cuando no están presentes otros fragmentos de la pieza. La importancia de poder identificar el punto de origen sobre una de las caras

de la pieza, radica especialmente en que permite decir que una rotura fue provocada intencionalmente. Luego tendremos que intentar explicar las razones por las que las personas en el pasado decidieron romper sus instrumentos de esta manera.

4.2.2.2.5. Morfología de los fragmentos

Este rasgo de los fragmentos es difícil de delimitar, ya que estará muy ligado a la morfología de la pieza original. Sin embargo, cuando un fragmento de artefacto formatizado presenta fracturas de posición “múltiples no diferenciadas” (dos o más planos de fractura) y “en ángulo” (sensu Aschero 1975, 1983) éstas pueden delimitar el contorno de los fragmentos artefactuales en morfologías que se pueden asignar a *grosso modo* a ciertas formas geométricas. Con fines descriptivos prácticos se delimitaron las siguientes formas según lo observado en las colecciones experimentales:

- Triangular: delimitado por dos planos de fractura que confluyen en un punto. Los dos planos de fractura que confluyen para formar el vértice pueden hacerlo en ángulo agudo, obtuso o recto. En este último caso algunos autores los denominan “en forma de cuña” (ver más abajo).
- Triangular truncado: tiene al menos por tres superficies de fractura. El extremo en el cual confluirían los planos de fractura para formar el vértice del triángulo, se encuentra truncado por otro plano de fractura. Este último puede ser recto, cóncavo o convexo (puede consignarse como triangular truncado recto, triangular truncado cóncavo y triangular truncado convexo).
- Cuadrangular: delimitado al menos por tres planos de fractura que se unen en ángulos aproximadamente rectos otorgando una morfología similar a un cuadrado.
- Rectangular: cuando se presentan dos planos de fractura paralelos entre sí. También es posible que este delimitado por tres planos de fractura.
- Irregular: cuando se presentan múltiples planos de fractura en diferentes posiciones.
- En forma de cuña (*wedge-shaped*): esta denominación es usada por Frison y Bradley (1980), Root *et al.* (1999) y Deller y Ellis (2001) para describir

fragmentos que tienen al menos un ángulo recto formado por la unión de dos planos de fractura, delimitando una punta no destacada (sensu Aschero 1975).

Para el análisis a continuación se consideraron aquellos fragmentos que presentan una forma que puede determinarse en base a las morfologías propuestas. Se observaron todas las formas. Los fragmentos más numerosos presentan forma triangular (N=38), seguidos de fragmentos en forma de cuña (N=12) y en menores proporciones cuadrangular (N=6), triangular truncada (N=5) y la rectangular (N=2). En general estas formas están asociadas a las fracturas radiales, pero también se presentan en proporciones bajas entre las fracturas de cono completo. La excepción es la forma triangular truncada que está estrechamente vinculada a las fracturas de cono completo. En este último caso, el vértice en el cual confluirían los planos de fractura está ausente porque allí se encuentra parte del negativo de la extracción cónica. No todos los fragmentos de las fracturas de cono completo tendrán estas características, pero cuando estas se presentan están íntimamente vinculadas con ese tipo de fractura. Además se recuperaron también 10 fragmentos de conos hertzianos. Como se mencionó, el cono no se extrae entero sino que se separa en varios fragmentos; muchas veces lo que se extrae no es un cono "completo" sino un semi-cono o la mitad de un cono hertziano. En general la forma de este fragmento y el negativo que deja, son diagnósticos de fractura intencional.

4.2.3. Síntesis de resultados

De acuerdo con los resultados obtenidos a partir de la rotura intencional de artefactos formatizados de ortocuarcita GSB, podemos decir que:

- Las fracturas que se produjeron con más frecuencia mediante un golpe con un percutor sobre alguna de las caras de un artefacto formatizado fueron las de tipo *snap* y radial.

- El tipo de fractura intencional está estrechamente vinculado con la sección transversal de la pieza y con la dureza del sustrato o de la matriz sedimentaria sobre la que la pieza se encuentra apoyada al ser golpeada.
- La fractura intencional de artefactos formatizados genera fragmentos de morfologías variadas, que en gran medida dependerán de la morfología de la pieza original. En este caso pudieron distinguirse fragmentos triangulares y en forma de cuña, asociados preferentemente a las fracturas radiales, aunque los primeros se presentan también en las de cono completo. Los fragmentos de forma triangular truncada se presentaron más estrechamente vinculados a las fracturas de cono completo y son diagnósticos de este tipo de fracturas cuando el vértice está truncado por el negativo de la extracción cónica. Los fragmentos de cono hertziano también son diagnósticos de este tipo de fractura.
- Las fracturas intencionales pueden presentar todos los tipos de posición de la fractura respecto al eje de orientación de la pieza. Las más frecuentes fueron las de posición en ángulo y múltiples no diferenciadas, seguidas de las de posición transversal. Las primeras se asocian a las fracturas radiales con más frecuencia que a las de cono completo. Las fracturas de posición transversal y oblicua son más frecuentes en las fracturas *snap*, aunque los otros tipos de fractura pueden generar también algunos fragmentos con esta característica.
- Las secciones de fractura registradas principalmente fueron la plana oblicua y la plana ortogonal. Sin embargo, en las ortocuarzitas GSB el porcentaje mayor corresponde a secciones no diferenciadas.
- Las formas geométricas de la fractura predominantes fueron en ángulo - asociada principalmente a las fracturas radiales y de cono completo- y la recta, relacionada más estrechamente con fracturas de tipo *snap*.
- Por último, algo más de la mitad de los fragmentos resultantes de la rotura intencional de artefactos formatizados presentaron el punto de iniciación diferenciado sobre alguna cara de la pieza o sobre la superficie de fractura, con indicación clara del punto de impacto. Este resulta ser uno de los rasgos más importantes para la identificación de fracturas intencionales. Cuando en un conjunto arqueológico, encontramos relaciones de

ensamblaje entre los fragmentos de manera tal que nos permita identificar el tipo de fractura, las fracturas radiales y las de cono completo son diagnósticas de rotura intencional. En cambio, para que las fracturas de tipo *snap* sean diagnósticas, deben presentar claros indicios de un golpe sobre una de las caras de la pieza o sobre la superficie de fractura. Ya se mencionó antes que muchos fragmentos con fractura de posición transversal sin el punto de origen diferenciado, serán similares a una fractura curvada. Los fragmentos triangulares también pueden ser producto del pisoteo, del uso o de errores de talla (Frison y Bradley 1980; Miller 2006; Root *et al.* 1999; Woods 1988). Si los fragmentos que resultan de fracturas intencionales se encuentran aislados en el registro arqueológico, la única manera de reconocer la causa de la fractura es que estos presenten el negativo de extracción de un cono hertziano o evidencias del punto de impacto sobre alguna cara o sobre la superficie de fractura.

4.3. Fracturas por pisoteo

El pisoteo como actividad es importante tanto en la modificación de los atributos formales de los materiales a través de la rotura, el microretoque y la abrasión como en la modificación de sus atributos espaciales (Nielsen 1991). Esta actividad ha sido tratada como un proceso sólo de carácter depositacional (Gifford-Gonzalez *et al.* 1985), como perturbación ocupacional en el contexto sistémico y post-depositacional una vez enterrados los materiales (Pintar 1989) y también como un proceso cultural accidental post-descarte (Flenniken y Haggarty 1980). Estas posturas no son contradictorias, ya que el pisoteo puede actuar en cualquiera de estas formas o en todas ellas a través del tiempo. Por lo tanto, el pisoteo puede ser responsable tanto de estructurar la distribución espacial de los artefactos como de transformar la integridad de los depósitos.

En términos generales los trabajos sobre pisoteo se enfocan en dos temas de interés principales (Nielsen 1991). Por un lado, la perturbación de las secuencias estratigráficas resultantes de la dispersión vertical y horizontal de los materiales (Gifford-Gonzalez *et al.* 1985; Nielsen 1991; Pintar 1987, 1989; Vila 1982) y por otro lado, en la posibilidad de distinguir los daños sobre los filos para aislarlos de aquellos resultantes del uso de los

artefactos (Flemmiken y Haggarty 1980; Fischer *et al.* 1984; Mansur-Franchomme 1983; McBrearty *et al.* 1998; Pryor 1988; Tringham *et al.* 1974; Yacobaccio 1983). Asimismo, se sugirió la posibilidad de inferir áreas de actividad y delimitar habitaciones, zonas de tránsito u otros espacios (Nielsen 1991). En estos experimentos de pisoteo, que incluyen artefactos líticos se utilizaron lascas en su mayoría de obsidiana a excepción de Pintar (1987, 1989) quien empleó lascas de basalto y McBrearty que además de obsidiana utilizó chert. Además de considerar matrices sedimentarias con diferente dureza y compactación, las dimensiones registradas para los artefactos líticos son el tamaño, el peso y/o la longitud.

En este caso se presenta un experimento de pisoteo humano diseñado para evaluar por un lado, la incidencia que pudo tener este proceso como generador de fracturas en artefactos formatizados de ortocuarcitas GSB y por otro, las características de estas fracturas para poder compararlas con aquellas presentes en el registro arqueológico. Una versión reducida de este trabajo fue publicada por Flegenheimer y Weitzel (2007). Tomando en cuenta las consideraciones expuestas al principio del capítulo se tomaron como variables:

- El espesor de las piezas
- El tipo de matriz sedimentaria sobre la que se apoyaron las piezas: las experiencias se realizaron sobre un sustrato limo arenoso con cubierta de vegetación baja y sobre un sustrato duro irregular de ladrillos.
- el tipo de calzado usado para caminar sobre los artefactos: con suela de goma blanda y descalzo.

4.3.1. *Materiales y procedimiento*

Se fabricaron 99 artefactos formatizados de ortocuarcita GSB mediante retoque marginal unifacial y bifacial y por reducción unifacial y bifacial (Figura 4.20). Se llevaron a cabo todos los momentos de la manufactura con percutores de piedra y de asta. En términos cualitativos el espesor relativo de las piezas corresponde, igual que en el experimento anterior, a piezas delgadas (N=75) y gruesas (N=24) (sensu Aschero 1975,

1983). Cuantitativamente el espesor máximo de las piezas varía entre 4mm y 15mm con un promedio de 8mm (Figura 4.21).



Figura 4.20. Colección experimental confeccionada para pisoteo.

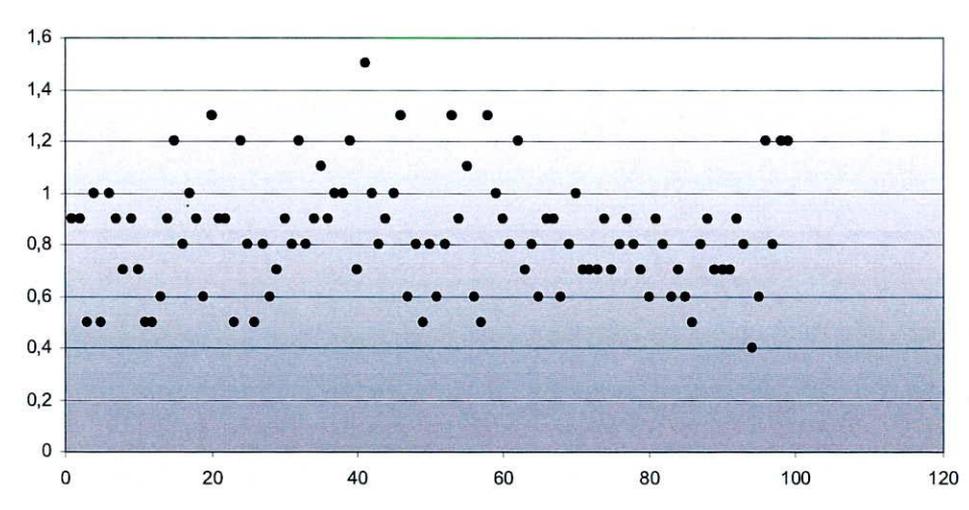


Figura 4.21. Distribución del espesor máximo de las piezas pisoteadas.

Los instrumentos fueron pintados con aerosol usando color gris para la cara dorsal y amarillo para la cara ventral. Esto permitió observar la rotación de las piezas durante la experiencia y facilitó la identificación del daño sobre los filos de artefactos formatizados, aunque aquí no me extenderé sobre este último punto.

Los artefactos tallados se separaron en cuatro grupos para pisotear sobre los dos sustratos elegidos, con calzado y sin calzado. Esto resultó en cuatro experiencias diferentes que fueron registradas de la siguiente manera (Tabla 4.16):

Experiencia A

Sitio 1: sustrato limo arenoso con vegetación baja, pisoteo con calzado de suela de goma blanda.

Sitio 2: sustrato limo arenoso con vegetación baja, pisoteo sin calzado.

Experiencia B

Sitio 3: superficie dura irregular de ladrillos y cemento, pisoteo con calzado de suela de goma blanda.

Sitio 4: superficie dura irregular de ladrillos y cemento, pisoteo sin calzado.

Experiencia	Sitio	Nº de piezas
A	1	37
	2	10
B	3	40
	4	12
Total		99

Tabla 4.16. Cantidad de piezas pisoteadas en cada experiencia.

El procedimiento fue el mismo en los cuatro sitios. Para cada una de las experiencias se marcaron cuadrículas de 2m x 2m. Los materiales se dispusieron separados entre ellos, en el centro de las cuadrículas y apoyados sobre la cara dorsal (Figura 4.22).

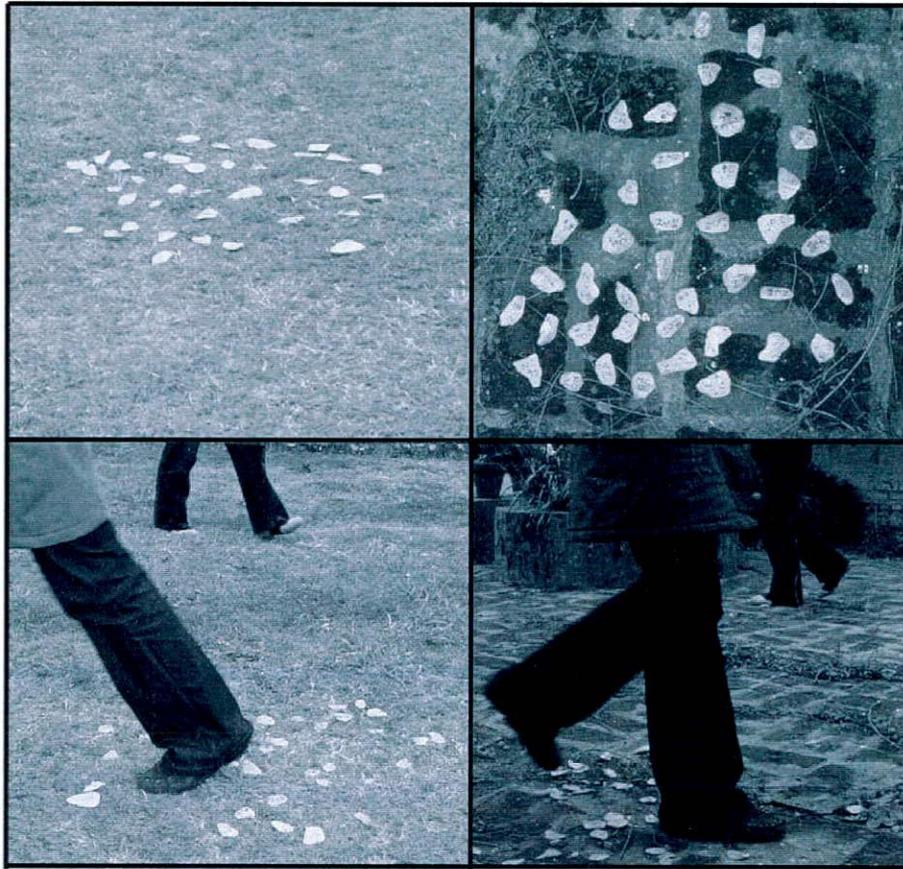


Figura 4.22. Cuadrículas experimentales antes del pisoteo y durante el pisoteo.

Cada cuadrícula fue caminada por una persona de entre 50 y 60kg, entrando y saliendo de las mismas en distintas direcciones, durante una hora a intervalos de diez minutos (Figura 4.22). En los intervalos se registraba la rotación de los artefactos, así como las fracturas y la dispersión de los mismos. No se tomaron los datos tridimensionales de la ubicación de los artefactos, dado que en esta ocasión sólo nos interesaba observar la potencialidad del proceso para causar fracturas. Sin embargo, se registró la dispersión horizontal máxima aproximada de los artefactos, tomando la medida desde el centro de la cuadrícula hasta la posición final de los mismos.

4.3.2. Resultados

Experiencia A

En las experiencias sobre la matriz sedimentaria limo-arenosa, tanto en el sitio 1 como en el sitio 2, se observó en términos generales una mayor fragmentación, rotación y dispersión de los artefactos entre los primeros 20 y 30 minutos de caminata. Luego los materiales comenzaron a entrar en una fase de estabilidad tanto en relación al movimiento como a la fragmentación. Esto se debió a que las piezas se fueron acomodando y hundiendo progresivamente en el sustrato, aunque ningún artefacto ni fragmento quedó enterrado. Las piezas más pequeñas y los fragmentos fueron los primeros en hundirse y los que más penetraron en el sustrato. La dispersión horizontal máxima registrada fue de 1,5 m aproximadamente. El artefacto más alejado quedó fuera del área de tránsito.

En el sitio 1 se fracturaron el 11% (N=4) de las 37 piezas. Todas se separaron en dos fragmentos. El máximo espesor de la fractura registrado fue de 7mm y el mínimo de 3mm (Tabla 4.17). Una vez que los artefactos se rompieron, los fragmentos permanecieron uno al lado del otro durante un tiempo y luego se separaron. La separación máxima entre los fragmentos de la misma pieza que se registró en esta experiencia fue de 30 cm.

En el sitio 2 se fracturó un artefacto formatizado (10%). Esta pieza también se separó en dos fragmentos que permanecieron cerca el uno del otro. El espesor de esta fractura es de 5mm.

Se observa (Tabla 4.17, Figura 4.23) que la diferencia en los porcentajes de fracturas que se produjeron en el sitio 1 y en el sitio 2, es mínima. Aún así, para evaluar esta observación se usó el test de diferencia entre dos proporciones muestrales ($z=0,1$; a dos colas; $ns=0,05$) que mostró que la diferencia entre los porcentajes de fractura no es significativa en los sitios con sedimento limo-arenoso según el calzado utilizado.

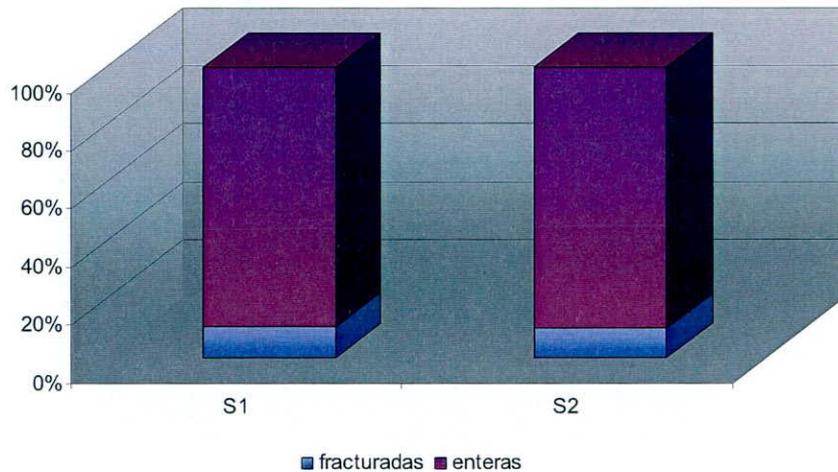


Figura 4.23. Frecuencias relativas de piezas fracturadas y enteras en los sitios con suelo limo-arenoso.

		Enteros	Fracturados	% fracturas
Experiencia A	Sitio 1	33	4	11
	Sitio 2	9	1	10
Experiencia B	Sitio 3	29	11	27,5
	Sitio 4	9	3	25
Total		80	19	100

Tabla 4.17. Porcentajes de fractura por pisoteo en sedimentos de dureza diferente.

Experiencia B

Los materiales líticos pisoteados sobre el piso de ladrillo sufrieron varias fracturas durante los primeros 10 minutos. Este índice siguió en aumento durante la hora de pisoteo. En los últimos 15 minutos, este aumento en el índice de fragmentación estuvo representado por la rotura de los fragmentos más pequeños y más delgados producto de las fracturas previas. Aunque no se puede decir que se alcanzó una fase estable, en los últimos minutos disminuyó el movimiento de los artefactos. En esta experiencia, la dispersión horizontal máxima registrada fue de aproximadamente 2m.

En el sitio 3 se fracturaron 11 (27,5%) de los 40 artefactos formatizados. La mayoría de las roturas separaron a las piezas en dos fragmentos (N=8). En dos piezas se produjeron fracturas múltiples y en otras dos se produjeron fracturas que seccionaron sólo un pequeño extremo del artefacto. El espesor máximo registrado para las fracturas es de 7mm y el mínimo de 3mm.

En el sitio 4 se fragmentaron tres (25%) de los 12 artefactos formatizados pisoteados sin calzado sobre el piso de ladrillos. Dos de estas piezas sufrieron fracturas múltiples y la tercera se fragmentó en dos. El espesor máximo de las fracturas en este caso fue de 7mm y el mínimo de 4mm.

En esta experiencia también se observó que los porcentajes de fractura entre el sitio 3 y el sitio 4, tuvieron una diferencia muy pequeña (Figura 4.24), aunque un poco mayor que los sitios de la experiencia A (Tabla 4.17). En este caso, al igual que para la experiencia A, un test de diferencia de proporciones ($z= 0,17$; a dos colas; $ns= 0,05$) mostró que esta diferencia en los porcentajes de fracturas no es estadísticamente significativa.

Por lo tanto, para el resto del análisis consideraremos juntos a ambos sitios de la experiencia A por un lado (pisoteo sobre matriz limo-arenosa) y a los de la experiencia B por otro (pisoteo sobre piso irregular de ladrillos). A continuación se evalúan las diferencias en las cantidades de fracturas que puede generar el pisoteo humano de acuerdo a la dureza de la matriz sedimentaria sobre la que yacen los materiales líticos.

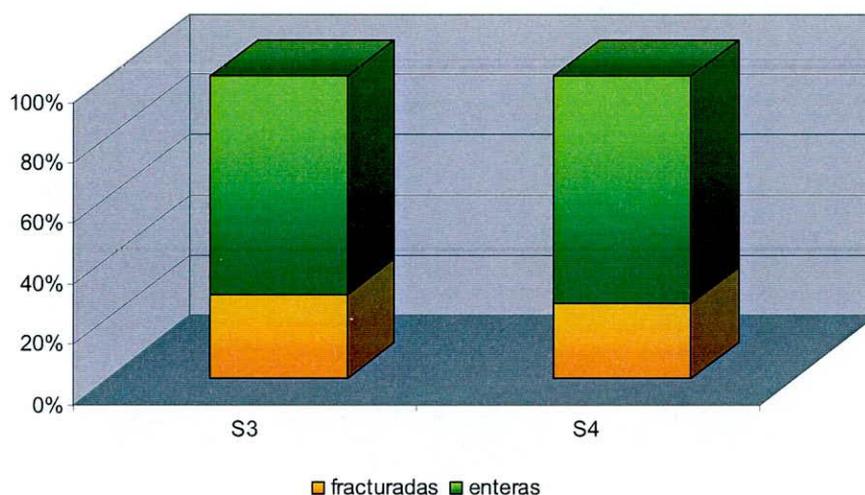


Figura 4.24. Porcentajes de piezas enteras y fracturadas en los dos sitios con piso de ladrillo.

	Enteros	%	Fracturados	%	N
Exp. A	42	89,3%	5	10,6%	47
Exp. B	38	73%	14	26,9%	52
Total	80		19		99

Tabla 4.18. Porcentaje de fracturas por pisoteo en sustrato de diferente dureza.

En las piezas pisoteadas sobre sedimento limo-arenoso, se fracturaron en total 5 (10,6%) artefactos formatizados, mientras que sobre el sedimento duro se fracturaron 14 piezas (26,9%) (Tabla 4.18). El test de diferencia entre proporciones ($z= 2,14$, a dos colas, $ns= 0,05$) y la prueba de Fisher ($p= 0,04$; $p < 0,05$) mostraron que existe una diferencia estadísticamente significativa entre la dureza de la superficie sobre la que yacen las piezas al momento de pisotearlas y el porcentaje de fracturas, aunque es una diferencia muy pequeña. El porcentaje de fracturas por pisoteo humano para el experimento en su totalidad es de 19,2%.

Otra diferencia que se observó entre ambas experiencias es que los artefactos apoyados sobre el piso duro presentaron fracturas múltiples, que no se produjeron sobre el sedimento blando. Las piezas de la experiencia B presentaron también una mayor cantidad de rastros complementarios producto del pisoteo, aunque la cantidad no fue alta

en términos generales. Estos rastros están representados por lascados aislados, cortos y anchos, marginales y ultramarginales. En un caso se produjo una muesca de lascado simple (sensu Aschero 1983).

En relación con el **espesor** de las piezas experimentales, el espesor máximo de los artefactos formatizados tallados, como ya se mencionó varía entre 4mm y 15mm (ver Apéndice, Tabla A 4.2). La aplicación de una prueba T-Student ($t=3,35$, $p= 0,002$, $p< 0,05$) mostró que existe una diferencia altamente significativa entre las medias muestrales del espesor máximo de los artefactos enteros y el de los artefactos fracturados (Figura 4.25). Por lo tanto, el espesor es una variable que tuvo una influencia importante en el estado de los materiales. Lógicamente, el porcentaje de fracturas generalmente es mayor en los artefactos más delgados. La mayoría de los artefactos se fracturaron en sectores de la pieza con espesores menores al espesor máximo (Figura 4.26). De este modo, el espesor de las fracturas no supera los 7mm. Todos los espesores entre estos dos valores se encuentran representados en las piezas fragmentadas en ambas experiencias (Tabla 4.19) en proporciones aproximadamente similares (Figura 4.27). Es decir, que no se observó una asociación entre el espesor de la fractura y la dureza del sustrato sobre el que estaban apoyadas.

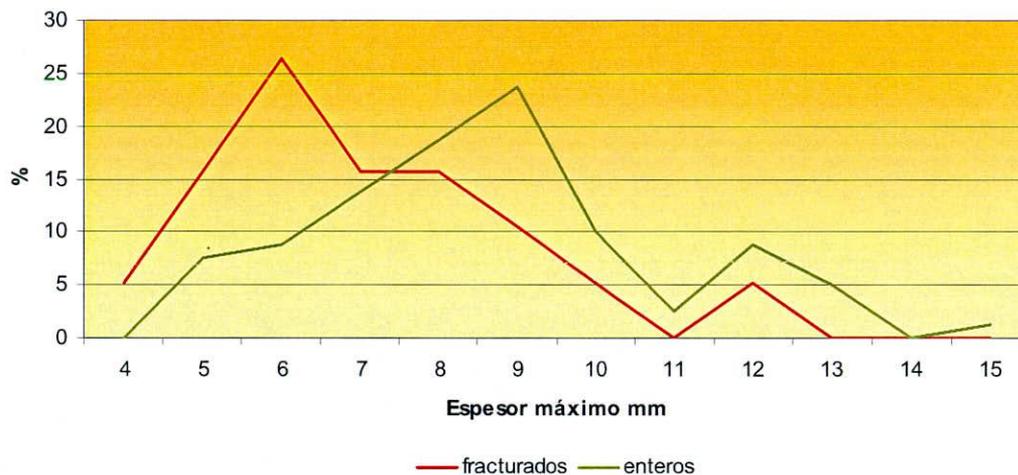


Figura 4.25. Distribución relativa del espesor de las piezas enteras y las piezas fracturadas

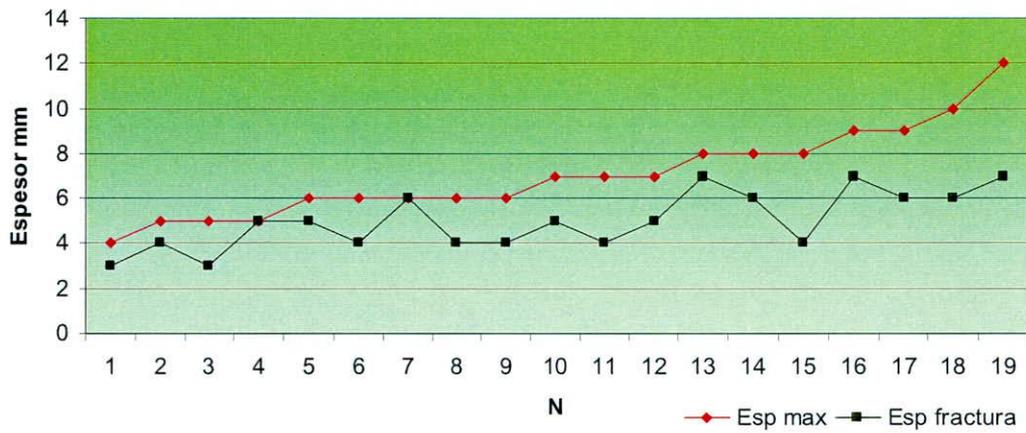


Figura 4.26. Distribución del espesor de la fractura según el espesor máximo de la pieza.

Espesor de la fractura	Experiencia A	Experiencia B	Total
3mm	1	1	2
4mm	1	5	6
5mm	1	3	4
6mm	1	3	4
7mm	1	2	3
Total	5	14	19

Tabla 4.19. Espesor de la fractura por pisoteo en artefactos experimentales en cada experiencia.

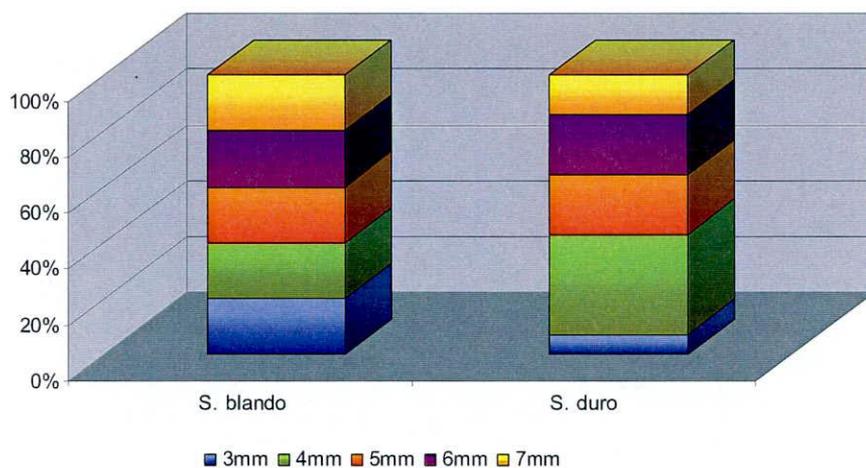


Figura 4.27. Distribución relativa del espesor de la fractura según la dureza del sustrato de pisoteo

Otra variable que fue considerada por otros autores con relación al pisoteo y la rotura de los artefactos es el **tamaño**, que registraron según el largo o la dimensión máxima del artefacto (Gifford-Gonzalez *et al.* 1985; Pryor 1988). De acuerdo con los resultados de estos autores, los artefactos con un tamaño menor a 2cm tienden a presentar índices de fractura bajos cuando son pisoteados sobre sustratos compactos o duros y menores aún sobre sedimentos arenosos. Una forma de explicar esto es por lo que en física se denomina el “efecto tamaño”: según Luedtke (1992) cuanto más grande sea un artefacto lítico, tendrá más fallas y micro-grietas internas y por lo tanto más posibilidades de romperse.

Aunque el tamaño de los artefactos no fue una variable controlada, porque no se consideró en el diseño inicial, a continuación se analiza la relación entre esta variable y el estado de las piezas. En este experimento, el largo mínimo registrado en los artefactos es de 2,6cm y el máximo de 6,8cm. Los artefactos con un largo menor a 3cm no se fracturaron. El mayor índice de fractura se observó en aquellas piezas con dimensiones de entre 4,1cm y 5cm de largo (Tabla 4.20). Dos pruebas T-Student, una para la longitud ($t = -0,8$, $p = 0,42$, $p > 0,05$) y otra para el módulo de longitud ($t = -1,32$, $p = 0,19$, $p > 0,05$) mostraron que las medias muestrales de la longitud de las piezas enteras y fracturadas (Figura 4.28) y del módulo de longitud de las piezas enteras y fracturadas (Figura 4.29) no son diferentes estadísticamente. Es decir, que estas variables no tuvieron una influencia significativa en la fractura de los artefactos pisoteados en esta experiencia.

Largo mm	Fracturadas	%	Enteras	%
26-30	0	0%	5	6,25%
31-40	6	31,6%	25	31,25%
41-50	10	52,63%	41	51,25%
51-60	1	5,26%	6	7,5%
61-68	2	10,52%	3	3,75%

Tabla 4.20. Longitud de piezas enteras y piezas fracturadas por pisoteo.

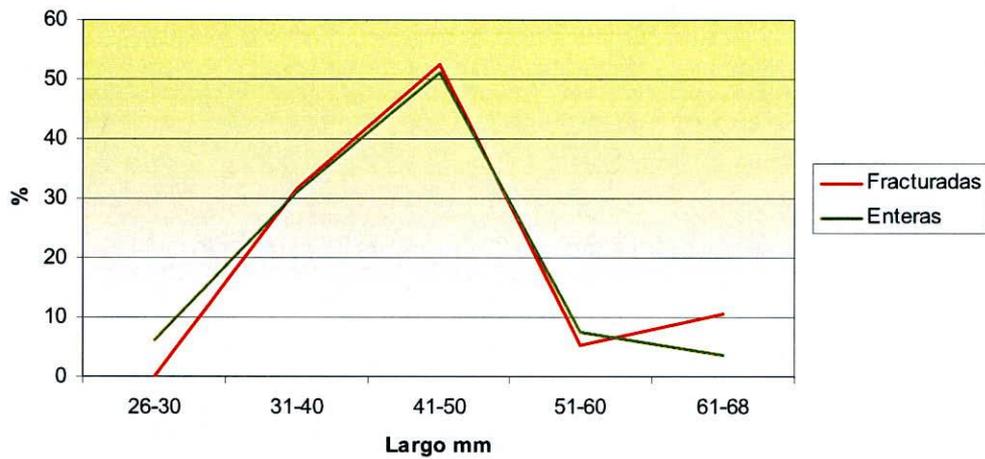


Figura 4.28. Distribución del largo de piezas enteras y piezas fracturadas por pisoteo.

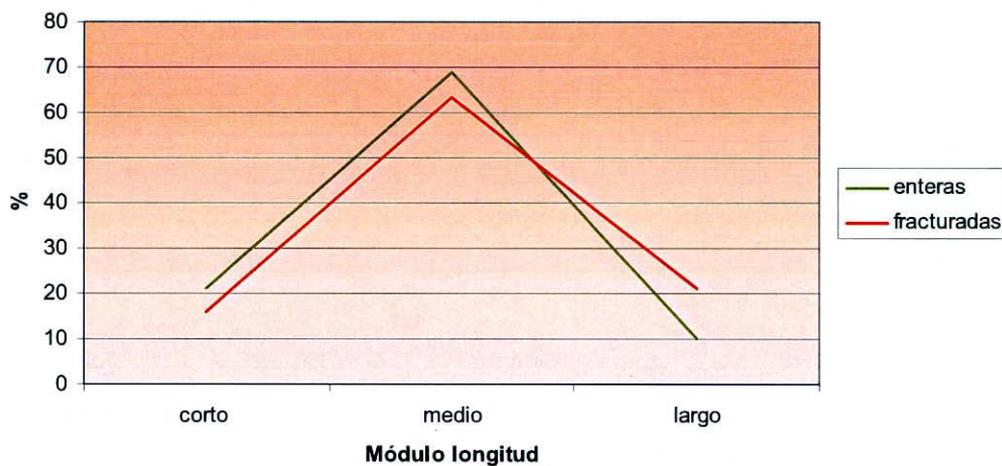


Figura 4.29. Distribución de los módulos de longitud en piezas enteras y piezas fracturadas por pisoteo

4.3.2.1. Tipos de fractura

Las fracturas generadas por pisoteo en este experimento se reconocen como fracturas curvadas o de flexión. De los 19 artefactos formatizados fracturados, en 15 se reconoce claramente el tipo de fractura. En los casos restantes existe cierta dificultad para establecer el tipo de fractura por la presencia de impurezas e irregularidades internas de la roca que hicieron que la superficie de fractura se vea astillada. Se recuperaron 47 fragmentos al finalizar la experiencia.

4.3.2.2. Posición de la fractura

Al considerar aquellos fragmentos en los que es posible diferenciar el eje de orientación de la pieza (N=19), la mayoría de las fracturas son de posición transversal, pero también se presentan fracturas de posición oblicua, múltiples no diferenciadas y longitudinal (Tabla 4.21). Cuando se consideran todos los fragmentos recuperados en la experiencia (N=47), la mayoría de las fracturas siguen siendo de posición transversal pero aumentan considerablemente las de posición múltiple no diferenciada y aparecen fracturas de posición en ángulo.

Todas las fracturas de posición múltiple y en ángulo, están asociadas a la experiencia realizada sobre el piso irregular de ladrillos (Tabla 4.22). El resto se registró en piezas pisoteadas en ambas experiencias y no se presentan diferencias importantes. La única fractura de posición longitudinal registrada, es transversal con respecto al eje mayor de la pieza. Prácticamente todas las posiciones de fractura están asociadas a todos los espesores de la fractura, aunque se observa que las fracturas de posición múltiples no diferenciadas y en ángulo, se vinculan con espesores más delgados (Figura 4.30).

POSICION	N	%
Transversal	10	52,63
Oblicua	5	26,3
Múltiples no diferenciadas	3	15,8
Longitudinal	1	5,26
Total	19	100

Tabla 4.21. Posición de la fractura en fragmentos que conservan el eje de orientación.

POSICION	Experiencia A	Experiencia B	N
Transversal	4	12	16
Oblicua	2	3	5
Múltiples no diferenciadas	0	9	9
En ángulo	0	6	6
Longitudinal	0	1	1
No diferenciada	4	6	10
Total	10	37	47

Tabla 4.22. Posición de la fractura en la totalidad de los fragmentos recuperados en la experiencia de pisoteo.

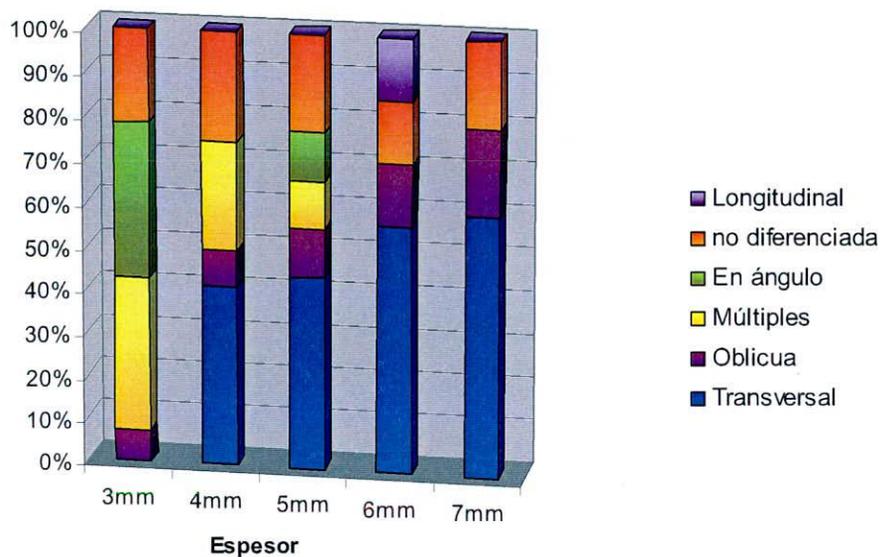


Figura 4.30. Distribución relativa de la posición de la fractura según el espesor de la fractura.

4.3.2.3. Sección de la fractura

Las secciones de fractura registradas en los fragmentos producto del pisoteo¹² se muestran en la Tabla 4.23. La sección que se registró con más frecuencia fue la plana ortogonal. La mayor variabilidad en la sección de la fractura está presente en las piezas de

¹² No se consigna la sección de fragmentos muy pequeños con fracturas múltiples (N=9)

la experiencia sobre piso de ladrillos (Figura 4.31), sin embargo, la distribución de las secciones de fractura de los fragmentos resultantes de ambas experiencias, es similar (Figura 4.32). Los resultados de este experimento no indican ninguna relación entre la sección de la fractura y la dureza del sustrato. En cuanto a la relación entre la sección de la fractura y el espesor de las piezas rotas, la única tendencia que se observa es que la sección plana ortogonal aparece más frecuentemente entre los espesores más bajos y la sección plana oblicua se asocia a los más altos (Figura 4.33).

Sección de la fractura	Experiencia A	Experiencia B	Total
En ángulo	0	2	2
En charnela transversal	3	6	9
Plana oblicua	0	5	5
Plana ortogonal	4	12	16
No diferenciada	3	2	5
Total	10	27	37

Tabla 4.23. Sección de la fractura en fragmentos por pisoteo.

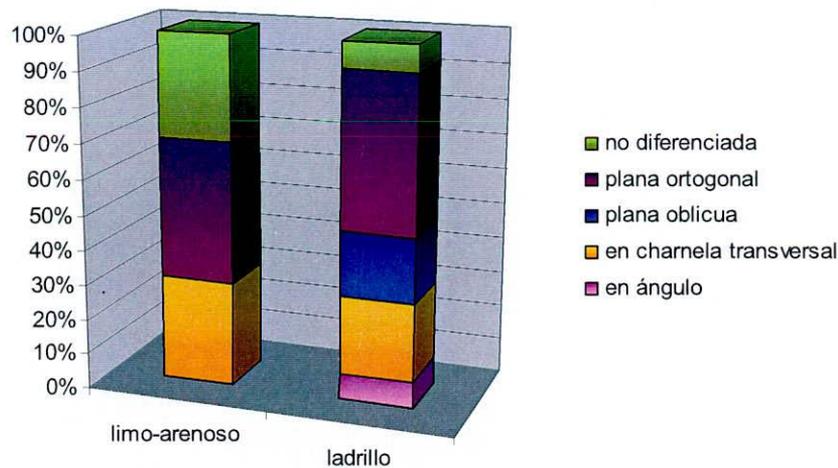


Figura 4.31. Distribución relativa de la sección de la fractura según la dureza del sustrato

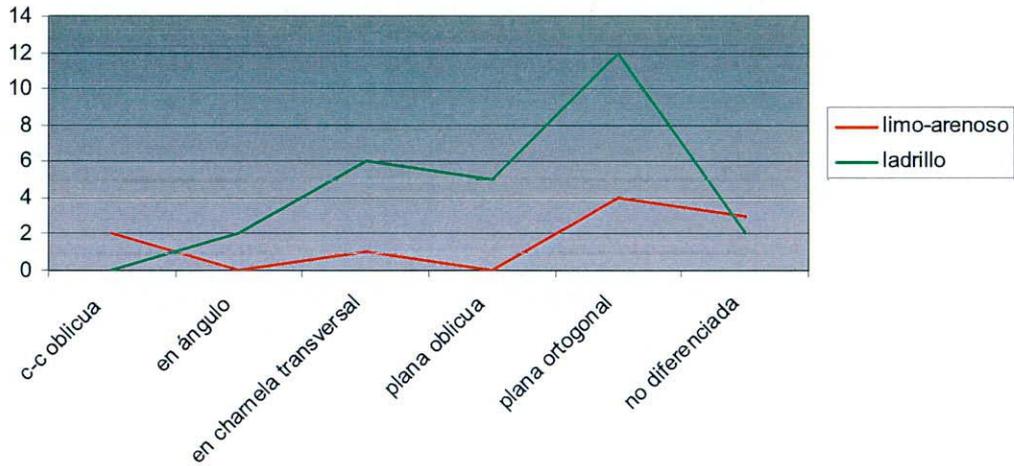


Figura 4.32. Distribución de la sección de la fractura según la dureza del sustrato.

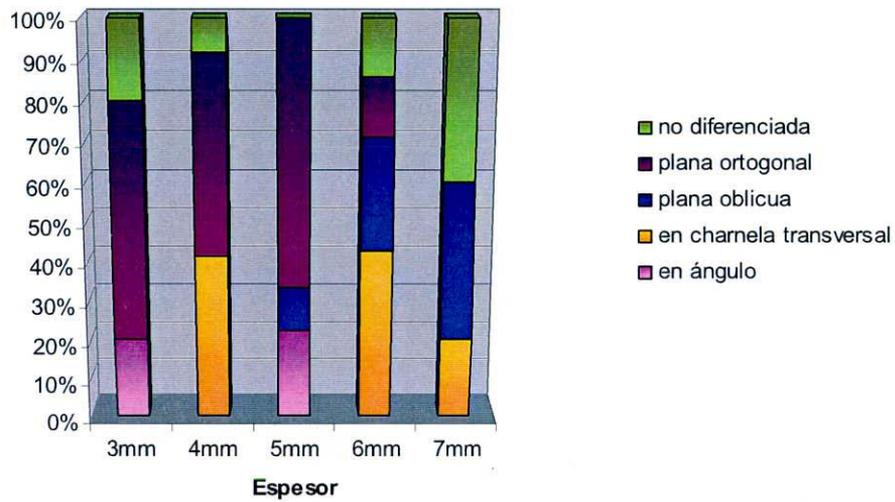


Figura 4.33. Distribución relativa de la sección de la fractura según el espesor de la fractura.

4.3.2.4. Forma geométrica de la fractura

Se reconocieron una variedad de formas geométricas de la fractura. Las más frecuentes fueron las formas recta y en ángulo (Tabla 4.24). La distribución de las distintas formas geométricas de las fracturas es bastante homogénea en la experiencia sobre sedimento limo-arenoso. Las piezas pisadas sobre el piso más duro revelan en

cambio, una frecuencia más alta de fracturas con forma recta y en ángulo. Estas últimas sólo están presentes en los fragmentos de la experiencia B (Figura 4.34).

Forma geométrica de la fractura	Experiencia A	Experiencia B	Total
Recta	4	15	19
Cóncava	3	4	7
Convexa	2	4	6
En ángulo	0	10	10
No diferenciada	1	4	5
Total	10	37	47

Tabla 4.24. Forma geométrica de la fractura según la dureza del sustrato.

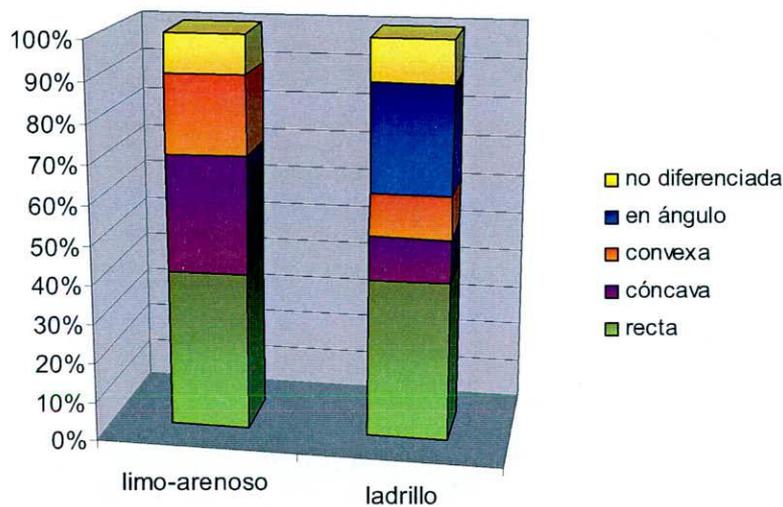


Figura 4.34. Distribución relativa de la forma geométrica de la fractura según la dureza del sustrato

4.3.2.5. Punto de origen de la fractura

Estas fracturas no presentan un punto de iniciación claramente diferenciado como el que se identifica en las roturas intencionales, pero cuando es posible ver la dirección de propagación de las ondas sobre la superficie de fractura (41,3% de los casos de esta

experiencia), éstas se mueven desde una de las caras hacia la otra. La proporción de piezas con un punto de origen diferenciable y no diferenciable tiene una distribución relativa similar en ambas experiencias de pisoteo (Figura 4.35). Este rasgo no está asociado necesariamente a la superficie sobre la que se apoyaron los materiales cuando fueron pisados.

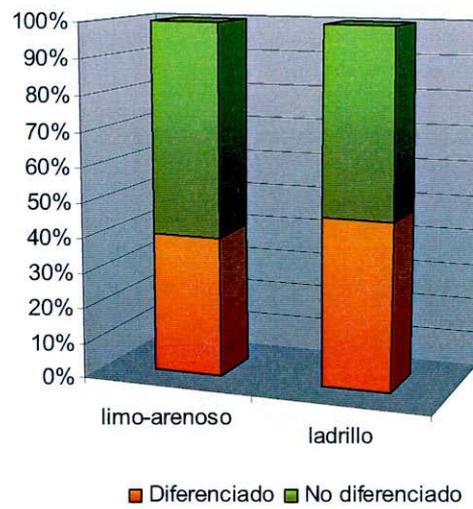


Figura 4.35. Punto de origen de la fractura según la dureza del sustrato.

c

4.3.2.6. Morfología de los fragmentos

En este apartado se hace la misma salvedad que para el experimento de fractura intencional: sólo se considera la forma de los fragmentos en aquellos que presentan fracturas de posición múltiples no diferenciadas y en ángulo.

Los fragmentos con fracturas de posición en ángulo (N=6), tienen morfología triangular. De los fragmentos que tienen posición múltiple no diferenciada, dos tienen morfología cuadrangular y otro tiene forma triangular. El resto de las fracturas de posición múltiple no diferenciada responde a fracturas en distintos sectores del artefacto, que no se cruzan entre sí. Esto prácticamente no sucede en las fracturas de posición múltiple en roturas intencionales. Los fragmentos triangulares y cuadrangulares son similares a aquellos producidos mediante la rotura intencional de artefactos, pero no

presentan evidencias del punto de inicio. Otros autores (Root *et al.* 1999) también mencionan que obtuvieron fragmentos con estas formas por pisoteo.

4.3.3. Síntesis de resultados

Los resultados alcanzados en la experiencia de pisoteo humano realizada con artefactos formatizados sobre ortocuarcitas GSB indican que:

- El índice de fractura es más elevado en los materiales pisoteados sobre el piso de ladrillo que sobre el sedimento limo-arenoso y ésta diferencia es significativa, resultando una variable importante en la rotura de los artefactos. Estos resultados coinciden con las observaciones de otros investigadores con relación a la dureza y la compactación del sustrato (Gifford-Gonzalez *et al.* 1985; Mc Brearty *et al.* 1998). Estas investigaciones fueron realizadas comparando sitios de suelo arenoso con sitios de suelo limo-arenoso y usando lascas de obsidiana y chert. Obtuvieron como resultado una mayor fragmentación sobre suelo limo-arenoso y un índice de fractura más elevado en los artefactos de obsidiana.
- En ninguna de las experiencias se registraron índices de fracturas elevados y si se considera el índice de fracturas para el experimento en su totalidad, este no supera el 20%. El intervalo de caminata sistemática de una hora sobre los materiales es considerado por los investigadores citados arriba como más intenso del que sería esperable en una situación de ocupación real en un sitio (Gifford-Gonzalez *et al.* op. cit.; Mc Brearty *et al.* op. cit.). Sin embargo, creo que sería conveniente realizar experimentos con tiempos de pisoteo más prolongados. En comparación con otras experiencias realizadas sobre suelos limo-arenosos, el porcentaje de fracturas del 10,6% registrado en los artefactos de ortocuarcita GSB es algo menor al 16,34% registrado para el chert (Mc Brearty *et al.* op. cit.), aunque esta no es una diferencia significativa. En cambio esta diferencia se torna significativa respecto al 50,4% de fracturas registrado para artefactos de obsidiana (Gifford-Gonzalez *et al.* op. cit), siendo la materia prima un factor de incidencia importante en los porcentajes de fractura.

- El espesor es otra variable que influye significativamente en la fractura de los artefactos. En esta experiencia en particular el espesor de las fracturas no supera los 7mm.
- En contraposición a otras investigaciones (Gifford-Gonzalez *et al.* op.cit.; Pryor 1988) que encuentran una asociación entre el mayor tamaño de los artefactos y un mayor índice de fragmentación, en esta investigación ni el largo ni el módulo de longitud resultaron estar asociadas con un mayor número de fracturas en artefactos formatizados. En relación con las características de las piezas la variable más relevante parece ser el espesor.
- El pisoteo produce fracturas curvadas (Cotterell y Kamminga 1987; Frison y Bradley 1980), aunque en algunos fragmentos no podría diferenciarse el tipo de fractura fuera del contexto de la experimentación.
- Las fracturas curvadas que resultaron en este experimento presentaron una variabilidad importante en cuanto a la posición de la fractura, la sección de la fractura y la forma geométrica de la misma. En su mayoría se registraron fracturas de posición transversal, sección plana ortogonal y forma geométrica recta, aunque estos rasgos no necesariamente están ligados entre sí. Una diferencia se presenta en las piezas en las que el pisoteo se efectuó sobre suelo duro, estrechamente vinculadas a fracturas de posición múltiple no diferenciada y en ángulo y forma geométrica en ángulo.
- Estas fracturas no presentan un punto de origen claro, aunque en varios fragmentos resultado de pisoteo, el punto de origen puede inferirse por las ondas de la superficie de fractura que señalan hacia alguna de las caras. El problema es que estos rasgos superficiales tienden a obliterarse con el paso del tiempo y tal vez sea difícil reconocerlos en piezas arqueológicas.
- El pisoteo puede generar fragmentos de formas triangulares y cuadrangulares, similares a los fragmentos de fractura intencional radial. No se produjeron fragmentos con negativos cónicos como los que resultan de las fracturas de cono completo.
- Esta experiencia resultó relevante a la hora de evaluar los índices de fracturas en sitios con ocupaciones prolongadas o con ocupaciones reiteradas (Flegenheimer y Weitzel 2007). Según los resultados alcanzados hasta el momento, se podría decir que el pisoteo humano puede provocar la

rotura de artefactos delgados de ortocuarcitas GSB, sin embargo no sería un factor de incidencia importante como generador de un alto índice de instrumentos fracturados.

4.4. Fracturas por errores de talla

La rotura de los artefactos como resultado de errores de talla es una de las más estudiadas, especialmente para la fabricación de bifaces y puntas bifaciales y en estrecha relación con los trabajos de tecnología lítica experimental que florecieron en las décadas de 1970 y 1980 (Callahan 1979; Crabtree 1972; Johnson 1979, 1981; Miller 2006; Nami 1983; Rondeau 1981; Whittaker 1995). Las fracturas conocidas por errores de talla, que rompen los artefactos en dos o más fragmentos son la fractura perversa (Crabtree 1972; Johnson 1979; Miller 2006; Nami 1983), la fractura curvada (Crabtree 1972; Frison y Bradley 1980; Johnson 1979; Nami 1983; Whittaker 1995) y la fractura lateral (*“lateral snap”*)(Johnson 1979, 1981; Rondeau 1981).

4.4.1. Materiales y procedimiento

Aquí no se realizó una experimentación orientada a obtener errores de manufactura u orientada a la fabricación de bifaces, tampoco se realizaron experimentos replicativos de clases específicas de artefactos. En este apartado simplemente se analizan aquellos artefactos que se rompieron durante la fabricación de la colección experimental para realizar fracturas intencionales. Para todos aquellos aspectos vinculados con la producción de bifaces y con las variables que influyen en estas fracturas se remite a las investigaciones mencionadas arriba, realizadas por talladores experimentados.

Durante la talla de la colección experimental para intencional, cuando una pieza se fracturaba, se tomaban los datos del lugar del golpe, la forma en que se sostenía la pieza y la fuerza relativa del golpe; estas piezas se apartaron para formar una colección de errores de talla (N=18). Por lo tanto, la muestra incluye artefactos que no pasaron de los primeros intentos de formatización inicial, artefactos con reducción unifacial, artefactos con reducción bifacial y bifaces en momentos más avanzados de la secuencia de

producción. Cabe mencionar que gran parte de esos errores de manufactura son resultado del trabajo de talladores inexpertos y pueden resultar relevantes en el estudio de actores sociales, como los estudios sobre aprendices que se están desarrollando en tecnología lítica (Hocsman 2006, 2007). Además, se incluye una colección conformada por artefactos formatizados rotos por errores de talla, donados por Mariano Colombo (N=5) y Salomón Hocsman (N=1). Estos incluyen tres bifaces tallados en vidrio, dos en basalto y uno en caliza silicificada. El objetivo principal del análisis de estas piezas fue el de aportar y contar con elementos descriptivos para evaluar las posibilidades de diferenciar estas fracturas de otras fracturas o de fracturas similares pero con causas de origen diferente.

4.4.2. Resultados

4.4.2.1. Tipos de fracturas

En las 18 piezas de la muestra inicial, están representados todos los tipos de fracturas conocidos como producto de errores de talla. La mayoría de estas son fracturas curvadas y las menos frecuentes fueron las fracturas laterales (Figura 4.36). Las roturas ocurrieron tanto en artefactos bifaciales como en artefactos unifaciales en los momentos iniciales de formatización. De las seis piezas donadas a la colección experimental, cinco presentan fracturas curvadas y las otras dos fracturas perversas. En total se analizaron 24 artefactos formatizados: 14 con fracturas curvadas, 7 con fracturas perversas y 3 con fractura lateral.

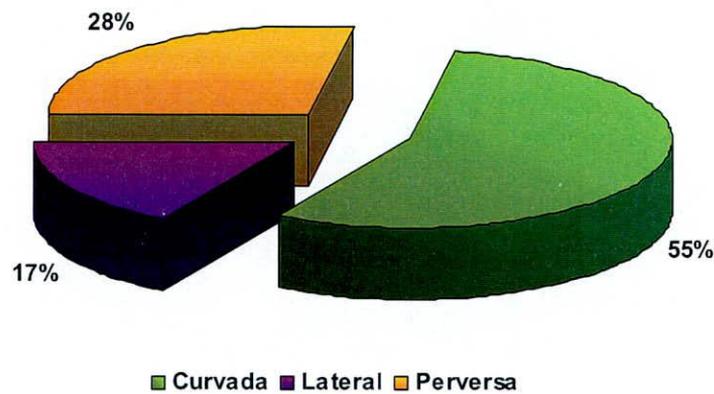


Figura 4.36. Porcentaje de tipos de fractura por errores de talla.

Fracturas curvadas

Las fracturas curvadas son, en términos de Johnson (1979), fracturas indirectas o remotas, es decir, que se inician en un lugar alejado al punto en el que se ejerció la percusión o la presión. Al menos seis de las fracturas analizadas, se produjeron cerca del centro del cuerpo de la pieza que se estaba tallando, en o cerca del punto en el que estaba siendo sostenida por los dedos, que ejercían presión sobre las caras de la pieza y lejos del punto de aplicación de la fuerza. Otras fracturas se iniciaron en un lugar más cercano al lugar del golpe y lo que produjo la fractura fue la presión ejercida por los dedos en el punto de sostén. Muchas veces la pieza se encontraba mal sostenida y otras veces los golpes fueron demasiado fuertes.

En una de las piezas bifaciales de vidrio (Figura 4.37) un golpe en uno de los extremos para rebajar el bulbo, extrajo una lasca ancha y corta con terminación en charnela que se llevó gran parte del mismo. A su vez, la pieza se rompió en dos partes cerca del centro, por una fractura curvada, ya que estaba mal sostenida por el otro extremo. Esto mismo sucedió con la pieza CT 3 (Figura 4.38) cuando un golpe en uno de los extremos desprendió exitosamente una lasca con terminación normal, pero el bifaz se fragmentó en dos por el medio. En otras piezas de cuarcita (Figura 4.39) ocurrió algo similar, sólo que en algunos casos no alcanzó a extraerse la lasca y la fractura se produjo más cerca del lugar del golpe.

Algunos autores (Quinn 2007; Whittaker 1995) afirman que estas fracturas son fácilmente reconocibles porque las superficies presentan un labio pronunciado en uno de los fragmentos y el negativo de ese labio en el otro fragmento. En dos bifaces tallados en vidrio (Figura 4.37 y 4.38) y en uno de basalto se presenta este rasgo. Sin embargo, ninguna de las fracturas curvadas sobre las piezas talladas en ortocuarcita GSB presentó una superficie de fractura con labio pronunciado. Pero presentan un pequeño reborde o resalto, perceptible al tacto, en la intersección entre el plano de fractura y una de las caras de la pieza.

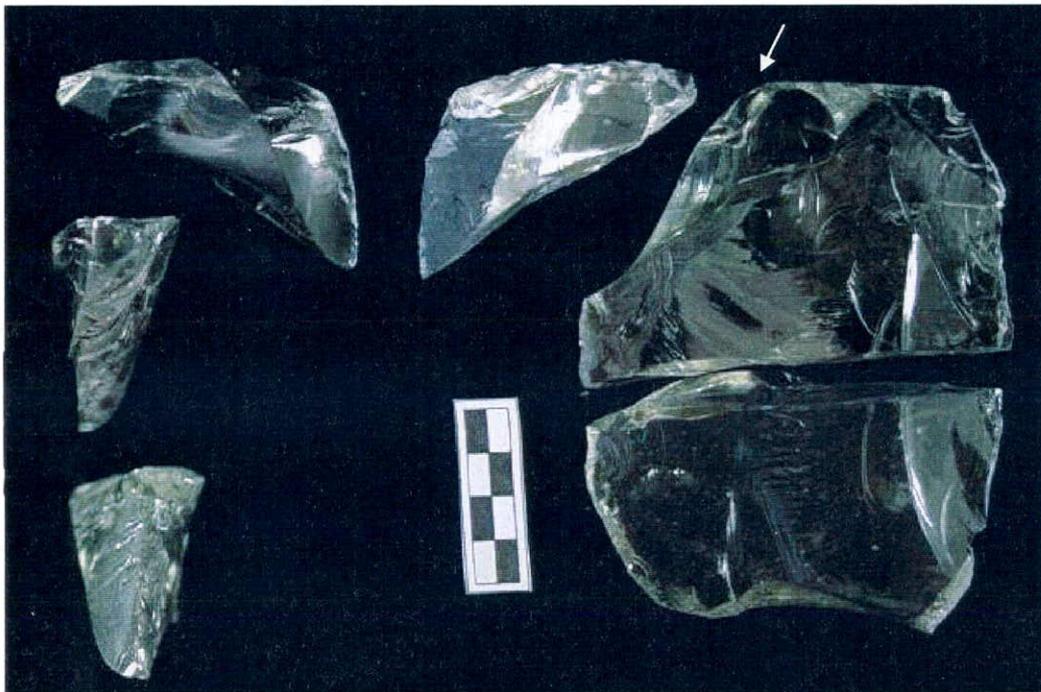


Figura 4.37. Fractura curvada en artefacto experimental de vidrio. Se observa el labio en el fragmento inferior. La flecha indica el lugar del golpe.

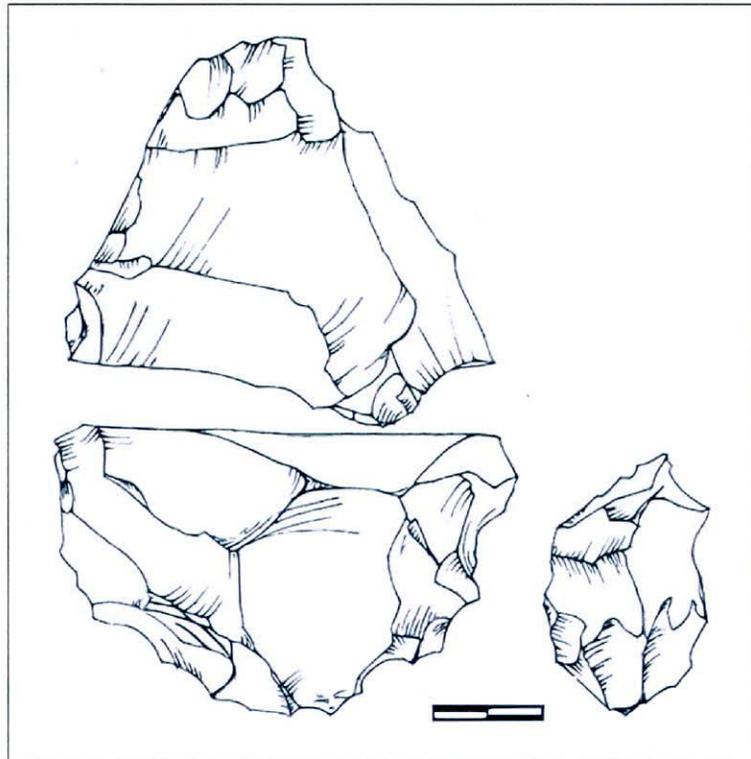


Figura 4.38. Fractura curvada en bifaz experimental de vidrio. El labio se observa en el fragmento distal.



Figura 4.39. Fracturas curvadas en artefactos experimentales de ortocuarcita GSB. Las flechas indican el lugar del golpe.

Fracturas perversas

Estas fracturas son las más fáciles de reconocer por su superficie de fractura torcida o helicoidal y son roturas diagnósticas de errores de talla (Crabtree 1972; Frison y Bradley 1980; Whittaker 1995). Como se menciona en el capítulo 3, Miller (2006) separa tres “sub-tipos”: bifurcada, periférica y radial. En las piezas experimentales se registraron cuatro fracturas perversas bifurcadas, que son las más comunes según Miller (op. cit.) y dos perversas periféricas. En un caso la determinación es difícil ya que el golpe se dio sobre una plataforma con ángulo prácticamente recto y no se alcanzó a extraer una lasca.

La mayoría de las fracturas perversas se produjeron sobre piezas con reducción o adelgazamiento bifacial, pero hay tres casos en los que este tipo de fractura se produjo en artefactos unificiales (Figura 4.40). En uno de estos casos se estaba tallando una lasca muy delgada, a la que se le había dado una forma ovalada. Esta pieza presentaba una sección prácticamente biconvexa excepto en la porción que todavía retenía el bulbo. El segundo golpe para rebajar el bulbo fue demasiado fuerte, generando una fractura típicamente perversa (Figura 4.41). Esta observación es interesante, ya que todos los trabajos dedicados a los errores de talla tratan con la fabricación de bifaces y todas las descripciones de fracturas resultado de errores de manufactura están referidas a este tipo de artefactos (Crabtree 1972; Johnson 1979; Miller 2006; Nami 1983).

Dos de estas roturas, no se iniciaron directamente en el punto en el que se dio el golpe, sino en un lugar un poco alejado. En ambas piezas, la extracción fallida previa de una lasca lateral, aunque no generó la rotura de la pieza, adelgazó notablemente la sección de la misma e inició una fractura que se detuvo dentro del cuerpo del artefacto. Más tarde, otro golpe fuerte provocó que la fractura terminara de desarrollarse. Esto concuerda con lo observado por Miller (op. cit.) con respecto a que muchas veces la fractura perversa comienza a propagarse y se detiene dentro del cuerpo de la pieza. De esta manera, un golpe posterior con excesiva fuerza o sobre una plataforma espesa hace que la fractura se desarrolle completa (Figura 4.42).

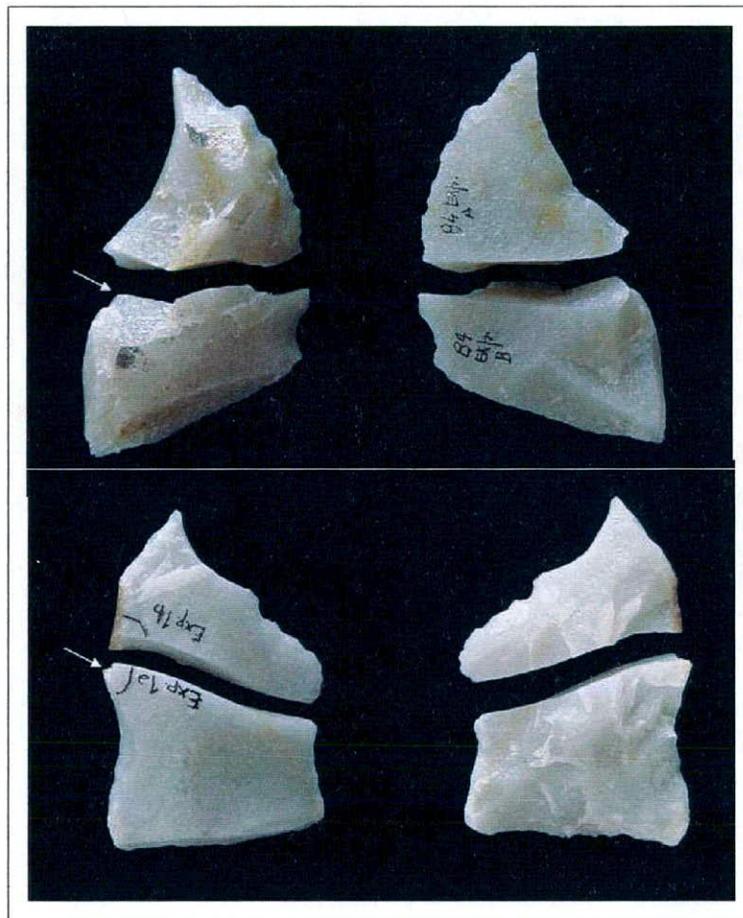


Figura 4.40. Fractura perversa en instrumentos con reducción unifacial

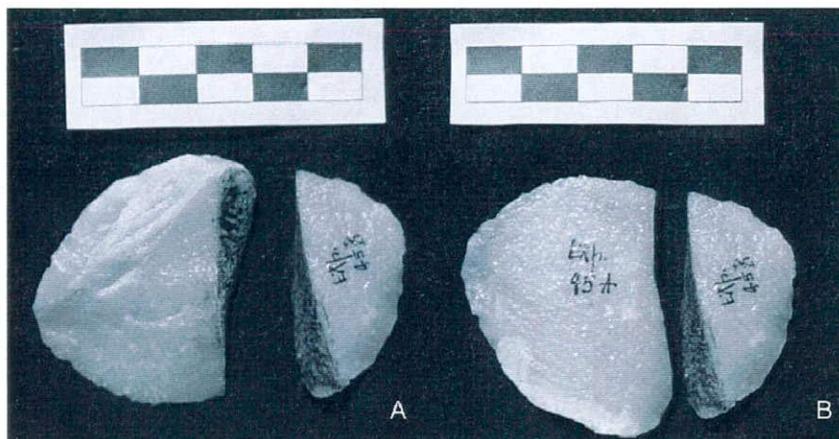


Figura 4.41. Fractura perversa durante la formatización inicial. A: cara dorsal. B: cara ventral.

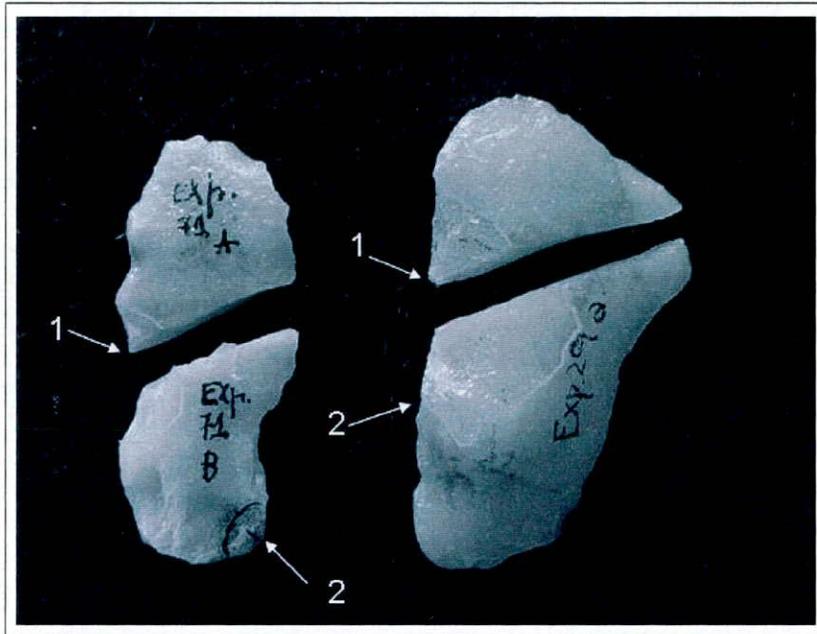


Figura 4.42. Fractura perversa luego de una extracción lateral. 1: golpe original y negativo de lascado.
2: golpe que produjo la fractura.

Fracturas laterales

Este tipo de fractura es el que se produjo con menos frecuencia. Todas estas roturas se originaron por un golpe mal dirigido, que golpeó bastante dentro de la pieza, lejos de la plataforma de percusión. Esto generó que se rompa una parte del filo, dejando una concavidad sobre el borde de la pieza y extrayendo una lasca ancha y corta. A su vez, las piezas se fragmentaron en dos. La fractura se inició en el lugar del golpe, cortando el negativo de lascado en dos, por el lugar en que se encuentra el negativo del bulbo (Figura 4.43). Esto coincide con la descripción de la fractura lateral de Rondeau (1981) para piezas bifaciales, pero aquí esto sucedió también en piezas con reducción unifacial que estaban en los primeros momentos de formatización.



Figura 4.43. Fractura lateral

4.4.2.2. Posición de la fractura

Las fracturas analizadas sólo presentaron posición transversal en relación con el eje de orientación de la pieza, oblicua y longitudinal (Tabla 4.25). Algunos autores mencionan que pueden producirse fracturas múltiples como resultado del mismo golpe (Frison y Bradley 1980; Miller 2006; Nami 1983), pero esto no sucedió en ninguna de las piezas de esta colección.

La mayoría de las fracturas son de posición transversal. Además hay dos fracturas de posición longitudinal al eje técnico de las piezas, pero que son transversales al eje de mayor longitud. En términos generales no hay una asociación específica entre el tipo de fractura y la posición de la fractura, con la única salvedad de que ninguna de las fracturas laterales de este experimento tiene posición oblicua (Figura 4.44).

POSICIÓN	N	%
Transversal	15	62,5
Oblicua	7	29,2
Longitudinal	2	8,4
Total	24	100

Tabla 4.25. Posición de la fractura en fracturas por errores de talla.

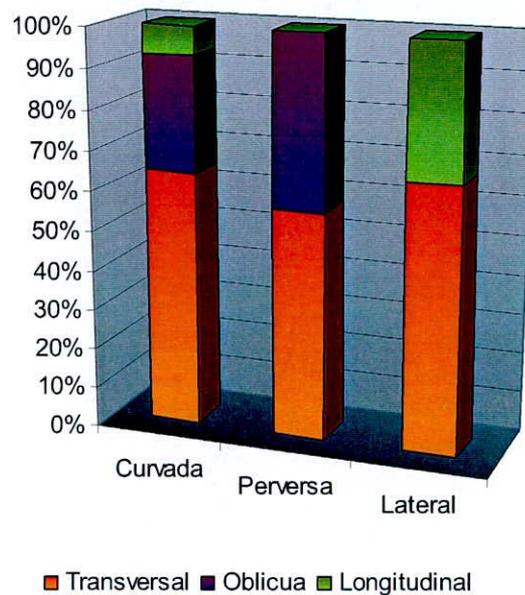


Figura 4.44. Posición de la fractura en fracturas por errores de talla.

4.4.2.3. Sección de la fractura

Las secciones de fractura presentaron cierta variabilidad, sin embargo esta variabilidad está asociada únicamente a las fracturas curvadas (Tabla 4.26). Las secciones más frecuentes registradas fueron la plana ortogonal y la cóncava-convexa oblicua. Esta última sección se presentó exclusivamente en las fracturas perversas. Las fracturas laterales sólo presentaron sección plana ortogonal (Figura 4.45). Aunque el tamaño tan pequeño de la muestra no permite afirmar que esto último sea así siempre, coincide con las descripciones de otros investigadores (Johnson 1979; Rondeau 1981).

En cuanto a las fracturas curvadas, las secciones cóncava-convexa transversal y en charnela oblicua, son las que se asocian a las secciones “labiadas” descritas por Whittaker (1995). Estas se presentaron sólo en las piezas experimentales de vidrio y basalto, pero no se observaron en las confeccionadas sobre ortocuarzitas GSB, tal como se mencionó más arriba.

Sección de la fractura	Tipo de fractura			Total
	Curvada	Perversa	Lateral	
Plana ortogonal	6	0	3	9
Plana oblicua	3	0	0	3
Cóncava-convexa oblicua	0	7	0	7
Cóncava-convexa transversal	2	0	0	2
En charnela transversal	1	0	0	1
En charnela oblicua	1	0	0	1
No diferenciada	1	0	0	1
Total	14	7	3	24

Tabla 4.26. Sección de la fractura en fracturas por errores de talla.

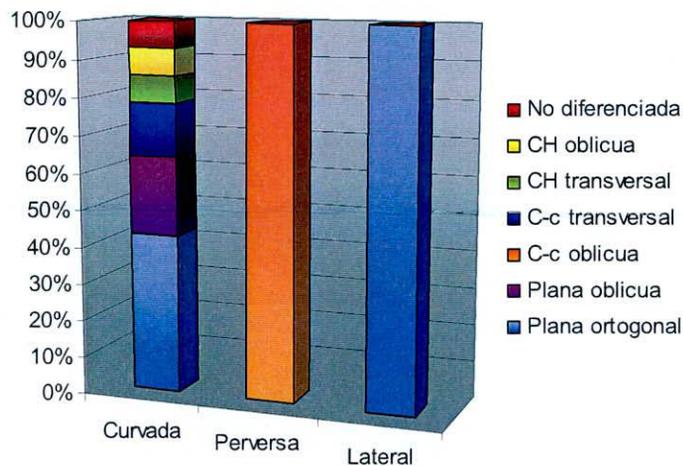


Figura 4.45. Distribución relativa de las secciones de fractura según los tipos de fractura de manufactura.

4.4.2.4. Forma geométrica de la fractura

Para este rasgo de la superficie de fractura se consideran los 48 fragmentos, ya que éstas no siempre son iguales en los dos fragmentos. Las formas geométricas más representadas son la recta y la cóncava-convexa (Tabla 4.28). Aquí también la mayor variabilidad en las formas geométricas está asociada a las fracturas curvadas. Las fracturas perversas presentan como rasgo distintivo, forma geométrica de la fractura cóncava-convexa (Figura 4.46).

Forma geométrica de la fractura	Tipo de fractura			Total
	Curvada	Perversa	Lateral	
Recta	18	0	4	22
Cóncava	3	0	1	4
Convexa	3	0	1	4
Cóncava-convexa	0	14	0	14
No diferenciada	4	0	0	4
Total	28	14	6	48

Tabla 4.27. Forma geométrica de la fractura según el tipo de fractura de manufactura

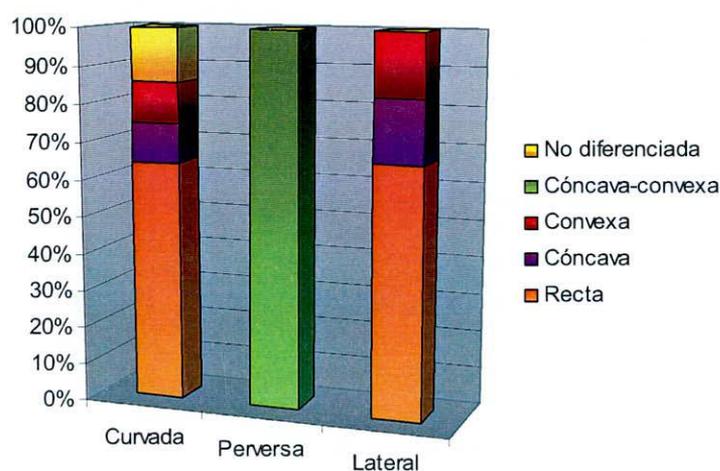


Figura 4.46. Distribución relativa de las formas geométricas de las fracturas según el tipo de fractura por error de talla.

4.4.2.5. Punto de origen de la fractura

Tal como se menciona en la bibliografía, generalmente las fracturas perversas se originan en alguno de los bordes del artefacto, en el lugar en que se da un golpe, ya sea por defectos internos de la roca, por un golpe muy fuerte, por ejemplo para rebajar un volumen espeso (Crabtree 1972) o por golpes errados de acuerdo al eje de simetría (Miller 2006, ver capítulo 5). Aunque también se vio que es posible que la fractura comience a propagarse dentro de la pieza y se detenga y que luego se complete por un golpe alejado del punto de inicio. El lugar en que se inicia la fractura puede estar

asociado a un negativo de lascado (ver Figura 5.2, capítulo 5). Si este negativo está atravesado en el centro por la fractura, pasando por el negativo del bulbo, entonces será una perversa bifurcada (*sensu* Miller 2006). Si la fractura corre a lo largo del borde del negativo de lascado será una perversa periférica (*sensu* Miller op. cit.). Las ondas sobre la superficie de fractura pueden ser también un indicador del inicio sobre el borde.

Las fracturas laterales también se originan en el borde de la pieza. El punto de inicio de la fractura estará asociado a una rotura cóncava sobre el filo desde la que parte un negativo de lascado ancho y con una concavidad marcada que estará cortado en dos por la fractura por el centro del negativo del bulbo de percusión.

Todas las definiciones de fracturas curvadas mencionan la ausencia de relación entre la fractura y un punto de origen. Son fracturas que se originan alejadas del punto en el que se ejerce la presión o la percusión, por la presión de los dedos al sostener la pieza o por tenerla mal sostenida por alguno de los extremos. Muchas veces las ondas sobre la superficie de fractura están orientadas hacia alguna de las caras –como sucede en las curvadas por pisoteo– y otras veces pueden presentar cierta inclinación hacia alguno de los bordes. En el caso de las piezas experimentales, se pudo documentar el lugar del golpe que inició la fractura, pero este dato es muy difícil de recuperar en las colecciones arqueológicas.

4.4.3. Síntesis de resultados

- Las fracturas más frecuentes por errores de talla fueron las fracturas curvadas, aunque las fracturas perversa y lateral son las únicas diagnósticas de errores de talla (Crabtree 1972; Frison y Bradley 1980; Rondeau 1981).
- La posición de la mayor parte de las fracturas es transversal al eje de mayor longitud de la pieza, independientemente de que este sea el eje técnico o el morfológico.
- Las fracturas curvadas presentaron cierta variabilidad en cuanto a la sección de la fractura, aunque la mayoría son planas ya sea ortogonal u oblicua. También tienen ciertas variaciones en la forma geométrica de la fractura

aunque se restringen a las variedades recta, cóncava y convexa. Esto último también es cierto para las fracturas laterales.

- Las fracturas perversas en cambio se encuentran asociadas exclusivamente con la sección cóncava-convexa oblicua y con la forma geométrica cóncava-convexa. En cuanto a la sección sin embargo, como se verá en los casos arqueológicos, esta puede ser también cóncava-convexa transversal.
- Una observación interesante se refiere a la producción de fracturas por errores de talla en artefactos unifaciales así como en artefactos en los primeros momentos de formatización, ya que todas las definiciones de fracturas por errores de talla en la bibliografía sobre el tema, están referidas a piezas bifaciales. Diversos autores encontraron una correlación entre la fractura perversa y los últimos estadios de formatización y regularización (Johnson 1979; Miller 2006; Nami 1983). En la experimentación que nos ocupa, al menos la mitad de las fracturas perversas se produjeron durante la formatización inicial, debido a la falta de pericia y también ocurrieron en instrumentos unifaciales.

4. 5. Fracturas de uso

Este apartado, al igual que los anteriores, se ocupa de fracturas macroscópicas, que rompen el cuerpo de los artefactos formatizados en dos o más fragmentos. No se hace referencia a ningún tipo de rastro microscópico resultado del uso.

Según algunos investigadores durante el uso del instrumental de mantenimiento (sensu Binford y Binford 1966) o de instrumentos “generalizados” (sensu Bleed 1986) – cuchillos, raederas, raspadores, perforadores, etc- pueden producirse fracturas curvadas en las piezas (Frison y Bradley 1980; Sollberger 1986; Whittaker 1995), pero no hay experimentos en los que se registre o se definan las características de fracturas generadas de esta manera. En cambio, otro grupo de artefactos líticos recibió mucha más atención en el estudio de las fracturas diagnósticas de uso: las puntas de proyectil (Fischer *et al.* 1984; Martínez 2001; Odell y Cowan 1986; Titmus y Woods 1986).

A continuación se presentan dos experimentaciones de uso. La primera se realizó con instrumental de mantenimiento utilizado en distintas tareas. La segunda es una experiencia de lanzamientos de puntas de proyectil *cola de pescado* usadas como puntas de dardo y de lanza. El primer experimento no fue exitoso la producción de fracturas de uso.

Experimentación de uso con instrumental de mantenimiento

Se realizó un experimento de uso de artefactos formatizados sobre ortocuarzitas GSB con dos objetivos. Por un lado se buscó crear una colección de referencia experimental de micro-rastros de uso y por otro, evaluar los tipos de fracturas que podían sufrir los instrumentos durante su uso.

Se talló una colección de 13 instrumentos bifaciales y unifaciales (Figura 4.47). Los distintos filos fueron utilizados sobre pieles frescas y secas, madera fresca y seca, hueso y valva; en acciones de corte, raspado y desbaste con diferentes tiempos de uso (Apéndice Tabla A 4.3). En total se utilizaron 26 filos, el tiempo mínimo de uso fue de 30 minutos y algunas piezas se usaron 110 minutos y hasta 150 minutos. El espesor de los artefactos tallados cubre un rango entre los 7 mm y los 18 mm, con un promedio de 11,5 mm. Es decir, que son artefactos de espesores relativos delgados y gruesos (sensu Aschero 1983).

El objetivo de la experimentación no fue caracterizar los tipos de fracturas según la tarea realizada o el material trabajado, ni realizar una adscripción funcional a los artefactos fragmentados en base a las roturas, sino simplemente observar qué tipos de fracturas podían producirse por el uso para evaluar si era posible diferenciarlas de fracturas originadas por otros procesos. Lamentablemente, en el transcurso de esta experimentación ninguno de los instrumentos resultó roto. Otros investigadores realizaron experimentaciones con un mayor número de instrumentos (N=157, Leipus 2006) sobre la misma materia prima y tampoco se produjo la fragmentación de los artefactos (Leipus com. pers). Esto no quiere decir que los instrumentos de cuarcita no se rompan como resultado del uso, pero será necesario realizar experimentos con tiempos de uso mucho más amplios y también con artefactos de espesores muy delgados. Otro inconveniente relacionado con estas fracturas es el enmangue. Es posible que muchos instrumentos hayan estado enmangados, esto debe generar esfuerzos y cargas diferentes al

cuerpo de las piezas, de los que se dan por prehensión manual. El problema es que aún no se efectuaron experiencias de este tipo, ni se conocen los modos de empuñe utilizados por las poblaciones de la Región Pampeana en el pasado. Por lo tanto, evaluar esta alternativa requiere del análisis de numerosas variables sobre las que no se tiene un control independiente. Por ahora este es un problema no resuelto.



Figura 4.47. Colección experimental de artefactos formatizados de OGSB, luego de su uso.

Experimentación de uso de puntas de proyectil

Aquí se analizan las fracturas producto de una serie de lanzamientos de puntas de proyectil *cola de pescado* utilizadas como puntas de dardo y de lanza. El experimento fue realizado por N. Flegenheimer, J. Martínez y M. Colombo (ver Flegenheimer *et al.* 2010 para una descripción detallada del mismo).

La experiencia fue realizada con el objetivo de evaluar el desempeño de las puntas, la relación entre el diseño y su resistencia al impacto, las opciones de sistemas de armas y el comportamiento de sus componentes y conocer la dinámica de uso de estas puntas

(Flegenheimer *et al.* op. cit.). Para ello, se fabricaron 23 puntas de proyectil *cola de pescado* sobre ortocuarzitas GSB, que fueron enmangadas en seis lanzas arrojadizas y 17 dardos de propulsor. Estas armas fueron lanzadas por un mismo operador, usando como blanco una oveja muerta suspendida y tensada por los extremos, a una distancia de 5 metros (Figura 4.48). Se realizaron un total de 297 lanzamientos (Flegenheimer *et al.* op. cit.).

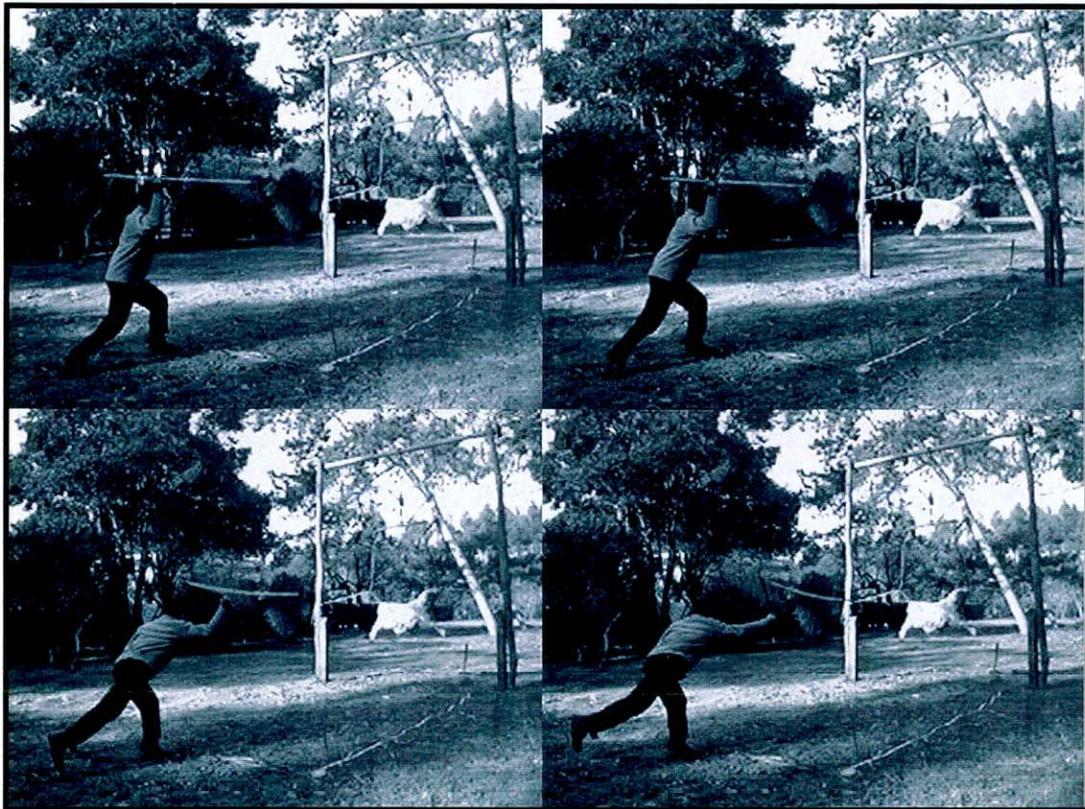


Figura 4.48. Lanzamiento experimental de puntas *cola de pescado*. Foto cortesía de N. Flegenheimer, J. Martínez y M. Colombo.

Dieciséis puntas de proyectil sufrieron algún tipo de daño macroscópico. Diez puntas sufrieron daños y fracturas que no permiten su reparación, por el impacto sobre distintos materiales (Tabla 4.29). De estas, ocho sufrieron fracturas en el área de enmangue y dos también tienen daño menor en el ápice. Una sufrió fracturas múltiples que afectaron al pedúnculo y al limbo y la última presentó daños importantes en el

extremo distal del limbo. De las ocho restantes, en seis se partió la aleta de la base y otras dos presentan fracturas en el ápice, que permitirían la reactivación.

Ubicación de la fractura	Superficie de impacto	N	Total
En área de empuñadura	Madera	2	8
	Tierra	1	
	Hueso	4	
	Carne	1	
Múltiples (limbo y pedúnculo)	Hueso	1	1
Ápice	Hueso	1	1
Total			10

Tabla 4.28. Localización de las fracturas en puntas de proyectil *cola de pescado* experimentales.

4.5.1. Tipos de fracturas

Distintos tipos de fracturas en puntas de proyectil fueron reconocidas experimentalmente como resultado de su uso como puntas de armas y al menos cuatro son consideradas diagnósticas (Fischer *et al.* 1984; Odell 1981; Odell y Cowan 1986; Whittaker 1995). En las puntas analizadas aquí se registraron muchas de estas fracturas como resultado del uso, que se describen a continuación.

Fracturas curvadas

Este tipo de fracturas se encuentra representado en seis puntas experimentales (Figura 4.49). Cinco de estas fracturas corresponden a roturas que afectaron a la raíz del pedúnculo -entre estas se encuentra la punta con fracturas múltiples- y la restante es la rotura que afectó al limbo (Tabla 4.30). La sección de las fracturas es predominantemente plana, aunque se registraron otras secciones (Tabla 4.31) y la forma geométrica más representada es la recta (N=4), junto a una fractura de forma cóncava y otra de forma convexa.

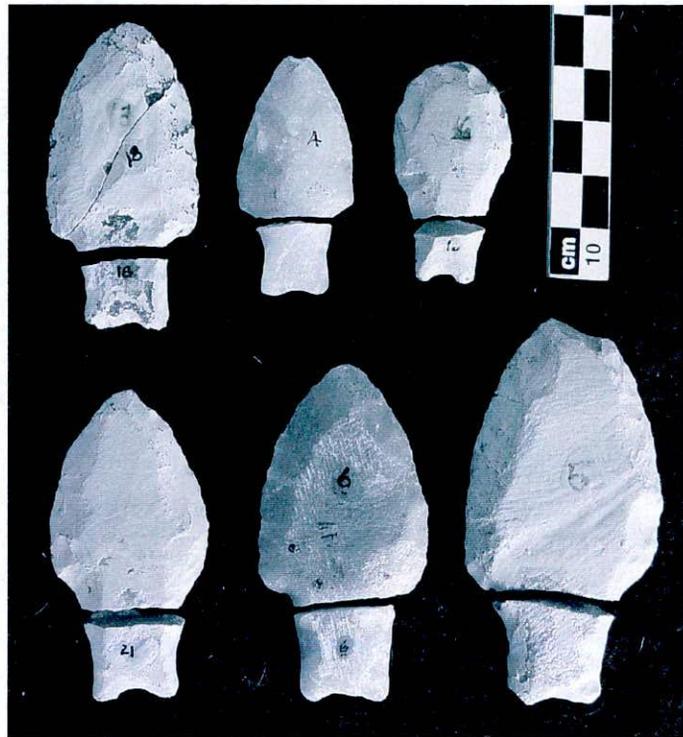


Figura 4.49. Fracturas curvadas en puntas de proyectil *cola de pescado* experimentales.

POSICIÓN	N	%
Pedúnculo-transversal	5	83,3
Limbo-oblicua	1	16,7
Total	6	100

Tabla 4.29. Posición de la fractura en puntas *cola de pescado* experimentales

Sección transversal de la fractura	N	%
Plana-ortogonal	3	50
Plana-oblicua	1	16,6
En charnela transversal	1	16,6
Cóncava-convexa transversal	1	16,6
Total	6	100

Tabla 4.30. Sección transversal de la fractura en puntas *cola de pescado* experimentales.

Estas fracturas son las fracturas curvadas con terminación recta ("*snap terminating bending fractures*") de Fischer *et al.* (1984), que según estos autores no es diagnóstica de uso como punta de proyectil ya que también las obtuvieron por pisoteo. Es preciso agregar que estas fracturas también pueden producirse durante la manufactura (Truncer 1988). Dockall (1997) agrupa estas fracturas como "fracturas distales o transversales". Johnson (1979) las denomina "fracturas de empuñadura", como se discute en el capítulo 5, considero que las otras denominaciones son más adecuadas.

En esta experiencia, las fracturas no parecen asociadas a una superficie de impacto en particular. Algunas resultaron de impactos acertados en el blanco, que al penetrar golpearon sobre hueso, otras fueron producto de tiros errados que golpearon sobre madera y una de estas fracturas ocurrió cuando luego de rebotar sobre el blanco, la lanza cayó sobre el piso de tierra. Esta última es la única fractura en la raíz del pedúnculo que tiene forma geométrica convexa.

Fracturas curvadas con terminación quebrada

Estas son las "*step terminating bending fractures*" de Fischer *et al.* (op. cit). Estos autores las consideran diagnósticas del uso de las puntas líticas como puntas de proyectil. Odell y Cowan (1986) las denominan "*snap-and-step fracture*". Pueden ocurrir en el ápice de las puntas, con el desprendimiento de una o más lascas de terminación quebrada o puede ocurrir más adentro del cuerpo de la punta, en la porción media, cerca la base o a la altura del pedúnculo (Fischer *et al.* op. cit. Fig. 7: 25 y Fig. 13:30, Odell y Cowan op. cit.).

Este tipo de fractura se encuentra representada en dos puntas de la colección experimental y se produjeron en el ápice. En una de las puntas, la fractura se produjo sólo en el ápice por el impacto sobre madera (Figura 4.50 A). En la otra punta, que ya fue mencionada en el apartado anterior, el impacto sobre hueso luego de penetrar la carne, produjo la fractura del ápice. Luego el arma cayó al piso de tierra y se rompió el pedúnculo con una fractura curvada (Figura 4.50 B).

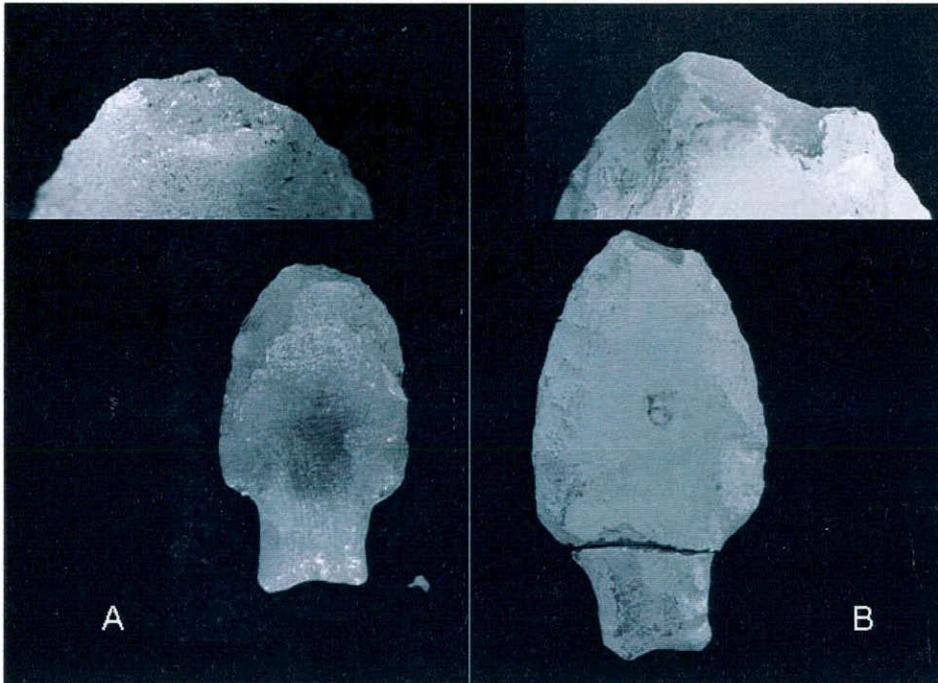


Figura 4.50. Fractura curvada con terminación quebrada en puntas de proyectil *cola de pescado* experimentales.

Fracturas derivadas

Estas fracturas, llamadas "*spin-off*" fractures por Fischer *et al.* (op. cit.) se caracterizan por la extracción de lascas con iniciación cónica, que nacen desde el borde de la superficie de una fractura curvada y se propagan a lo largo de una o ambas caras de la punta (Figura 4.51). Estas fracturas son diagnósticas del uso de las puntas de proyectil cuando se presentan en ambas caras. Si se presentan en una sola de las caras el criterio diagnóstico depende del tamaño de los lascados. En puntas de flecha deben tener 1mm o más de longitud y en puntas de lanza 6 mm o más (Fischer *et al.* op. cit.).



Figura 4.51. Esquema de fractura derivada, adaptado de Fischer *et al.* 1984.

En la experiencia con puntas *cola de pescado*, se registraron cuatro fracturas de este tipo. Todas derivan de fracturas curvadas de posición transversal, algunas extracciones se desprendieron sobre la cara del pedúnculo y otras sobre la cara del limbo. Tres se produjeron por impacto sobre hueso y otra cuando la punta quedó trabada en la lana del blanco y balanceándose, con el astil colgando. En una de las puntas, las fracturas derivadas se encuentran sobre las dos caras y tienen 5mm de largo (Figura 4.52 A). En las otras tres están sobre una sola cara y tienen 2mm, 3mm y 4mm respectivamente (Figura 4.52 B). Se necesita realizar experimentos con otras causas de fractura para evaluar el tamaño diagnóstico de estas extracciones en este tipo de puntas.

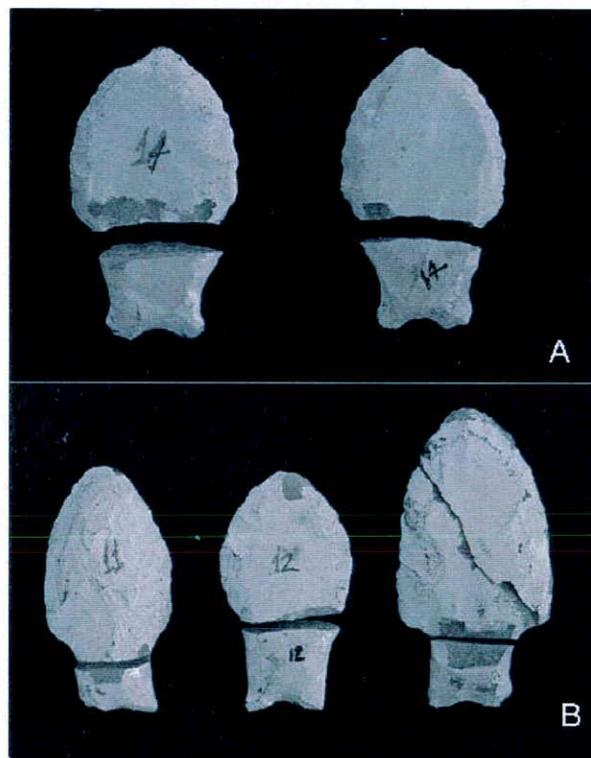


Figura 4.52. Fracturas derivadas en puntas de proyectil *cola de pescado* experimentales.

Impacto longitudinal

Bajo la denominación de impacto longitudinal se englobaron dos fracturas que son consideradas como diagnósticas del uso de puntas líticas como puntas de proyectil en

distintas armas: la “acanaladura de impacto” y la “burinación de impacto” (Dockall 1997; Odell y Cowan 1986; Titmus y Woods 1986; Whittaker 1995 ver capítulo 3).

Una de las puntas en la experimentación presenta fractura por impacto longitudinal del tipo de la acanaladura de impacto, pero combinada con otra fractura, que Dockall denomina “*crushing*” o múltiples fracturas quebradas (Figura 4.53). En esta punta se observan dos negativos de lascado con terminación normal que corren a lo largo de una de las caras, desde el extremo distal. A su vez, el ápice de la punta fue eliminado por una serie de fracturas abruptas y cortas, con terminaciones quebradas y en charnela (Flegenheimer *et al.* 2010). Esta fractura, que se restringe al extremo distal del limbo, se produjo cuando la punta se clavó en el hueso del blanco.



Figura 4.53. Acanaladura de impacto y “*crushing*” en punta de proyectil *cola de pescado* experimental.

Fracturas con iniciación cónica

Estas fracturas también son definidas por Fischer *et al.* (1984), como fracturas que se inician en un punto o en un área pequeña y definida. Es decir, son una lasca de iniciación cónica o hertziana. Estas fracturas no son diagnósticas del uso de puntas de proyectil y pueden ocurrir por una serie de causas accidentales y también por el uso de los artefactos como cuchillo (Fischer *et al.* op. cit.). Este tipo de daño está presente en el ápice de dos puntas de proyectil experimentales. Una presenta dos extracciones en el ápice -una sobre cada cara- resultado de tiros errados que impactaron sobre chapa y madera, dejando la punta sin otro tipo de fractura (Figura 4.54 B). La otra es una punta que se fragmentó en el pedúnculo con una fractura derivada y el extremo del ápice presenta la extracción cónica (Figura 4.54 A).

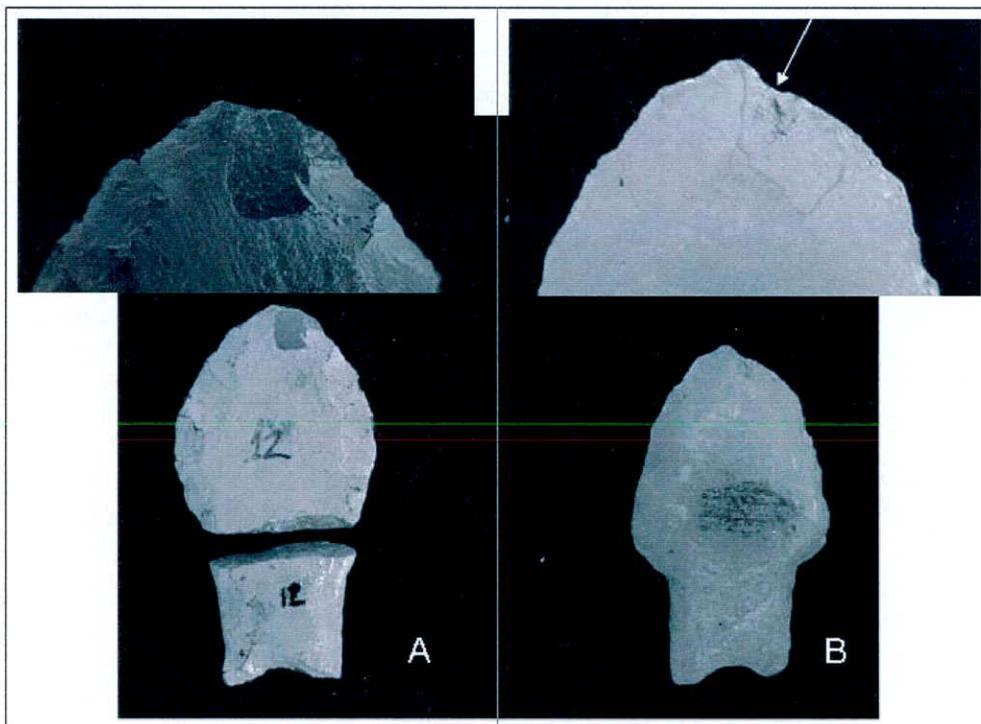


Figura 4.54. Fracturas de iniciación cónica en puntas de proyectil *cola de pescado* experimentales.

Además seis puntas presentan fracturas de iniciación cónica en la aleta de la base, la mayoría son muy pequeñas (entre 2mm y 3mm de largo). Una de estas fracturas pequeñas trunco la aleta (Figura 4.55 A), mientras las demás no generaron

modificaciones mayores en la forma (Figura 4.55 B-E). Otra de estas fracturas es más grande (7mm de largo) y se llevó la aleta completa, extendiéndose sobre parte de la superficie del pedúnculo (Figura 4.55 F).

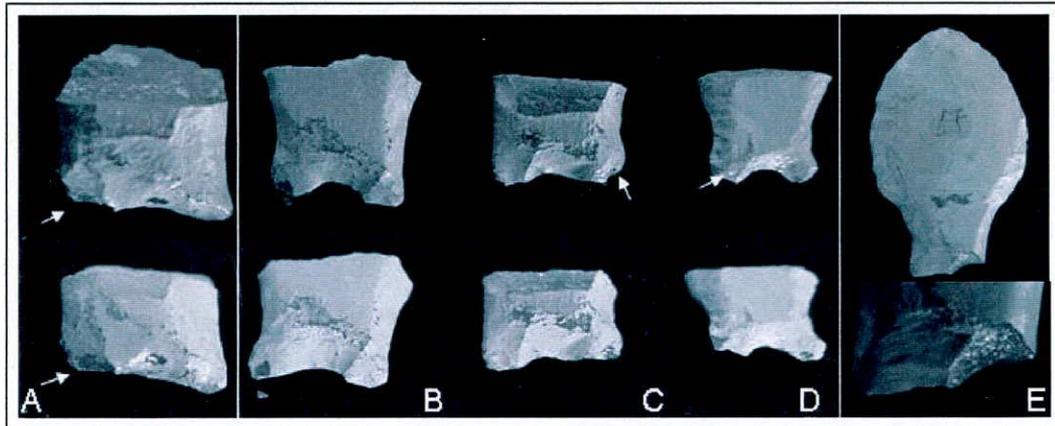


Figura 4.55. Fracturas de la aleta en puntas de proyectil *cola de pescado* experimentales.

4.5.2. Síntesis de resultados

- Como resultado de la experiencia de lanzamiento de puntas de proyectil *cola de pescado* se produjeron varios de los tipos de fracturas conocidos para puntas de proyectil. Al menos tres de estas son consideradas diagnósticas.
- La mayoría de las fracturas fueron fracturas curvadas, o curvadas de terminación recta en términos de Fischer *et al.* (1984), que pueden generarse también por otras causas, como errores de talla, pisoteo o accidentes.
- Una observación importante se refiere a la localización de las fracturas, ya que prácticamente el 90% de las fracturas se produjeron a la altura de la raíz del pedúnculo, si tenemos en cuenta aquella que sufrió fracturas en el pedúnculo y el limbo. El patrón recurrente de fragmentación en sectores específicos de las piezas, sugiere que la posición de la fractura puede estar vinculada al impacto de puntas de proyectil enmangadas. Pero la localización de la fractura en las puntas *cola de pescado* experimentales no

parece asociada ni al lugar en que termina el empuje, ni al tamaño de la punta, ni a la superficie de impacto (Flegheimer *et al.* 2010).

- Aunque la posición, la sección y la forma de la fractura no parecen estar asociadas al impacto sobre alguna superficie en particular, todas las fracturas consideradas diagnósticas de uso de puntas líticas como puntas de arma se produjeron cuando la punta impactó contra el blanco, especialmente sobre hueso. Por otro lado, las fracturas curvadas se produjeron tanto por tiros errados como por impacto sobre el blanco.
- Aunque los resultados del experimento no son concluyentes en cuanto a qué fracturas pueden resultar de tiros errados y cuáles son resultado de tiros acertados, en principio permiten considerar a las fracturas del pedúnculo o de la raíz del pedúnculo como un indicador importante del uso de las puntas empujadas como puntas de proyectil. Además resulta relevante que en las puntas experimentales de este morfo-tipo pudieron reconocerse distintas fracturas características del uso que son reconocidas en otros tipos de puntas de proyectil. Flegheimer *et al.* (op. cit.) pudieron relacionar los patrones de fracturas experimentales con los de puntas *cola de pescado* arqueológicas.

4.6. Resultados experimentales

En los apartados anteriores se presentaron los resultados de distintos experimentos que fueron diseñados tomando como eje principal diferentes causas que pueden ser responsables de la rotura de los artefactos líticos formatizados. Cada una de estas experiencias sirvió para evaluar los tipos de fracturas generados por distintos procesos o actividades, para caracterizar los rasgos y los atributos descriptivos de cada una de ellas y para evaluar las variables relacionadas con el origen de estos rasgos o con la ocurrencia de las fracturas. Tomando como base las descripciones de otros investigadores, pudieron reconocerse distintos tipos de fracturas como resultado de las experiencias, siendo las más frecuentes las fracturas curvadas (Figura 4.56). En total se analizaron las fracturas en 135 artefactos formatizados, junto con los atributos de los 343 fragmentos producto de la rotura de dichos artefactos. A continuación se presenta una síntesis de las observaciones y los datos experimentales considerando todas las experiencias en conjunto.

Entre las **roturas intencionales** las más frecuentes fueron las fracturas de tipo *snap*. Las variables con una influencia más significativa, aunque no determinante, en el tipo de rotura intencional fueron la dureza de la superficie sobre la que se apoyó el artefacto para golpearlo y la sección transversal de la pieza. De estas dos variables, la más importante parece ser la sección transversal. Las fracturas radiales y las *snap* fueron más frecuentes en piezas con sección transversal triangular, pero las radiales ocurrieron principalmente en piezas golpeadas sobre una superficie dura y las *snap* sobre el suelo blando. Las fracturas de cono completo se produjeron mayormente en piezas de sección biconvexa (bifaces), principalmente sobre superficies duras.

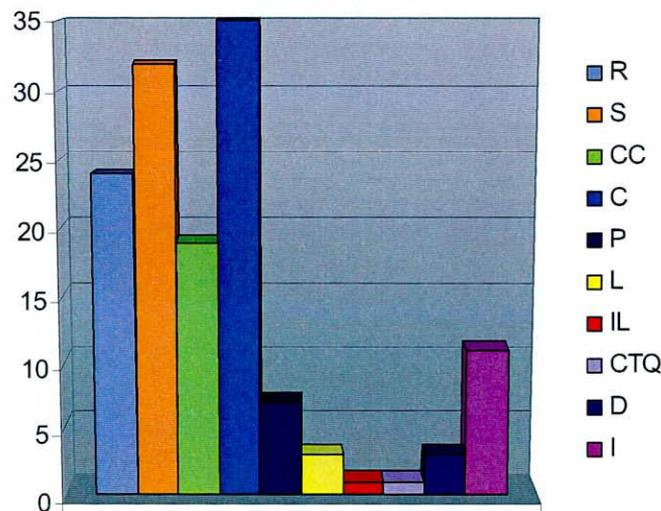


Figura 4.56 .Tipos de fracturas producto de la totalidad de los experimentos. R: radial, S: snap, CC: cono completo, C: curvada, P: perversa, L: lateral, IL: impacto longitudinal, CTQ: curvada con terminación quebrada, D: derivada, I: indeterminada.

En cuanto a las **fracturas accidentales**, la fractura más común es la curvada (Tabla 4.32). Estas fracturas representan un porcentaje importante del total en cualquiera de las experimentaciones. Este tipo de fractura se produjo prácticamente en todas las experiencias, están asociadas al pisoteo, a la manufactura y al impacto de puntas de proyectil. Incluso dentro de las fracturas intencionales, se registran varios fragmentos que

no presentan rasgos diagnósticos de su origen, que podrían ser consideradas fácilmente como una fractura curvada en un contexto arqueológico.

Tipo de fractura	N	%
Curvada	35	70
Perversa	7	14
Lateral	3	6
Impacto longitudinal	1	2
Curvada con terminación quebrada	1	2
Derivada	3	6
Total	50	100

Tabla 4.31. Fracturas accidentales.

Los rasgos y los atributos de las diferentes fracturas experimentales fueron analizados en base a la propuesta de Aschero (1975, 1983) que incluye la posición de la fractura, la sección transversal de la fractura, la forma geométrica de la fractura y el punto de origen; además se observó la morfología de los fragmentos en aquellos que presentan fracturas múltiples y en ángulo.

La **posición de la fractura** más representada, tomando en cuenta todas las experiencias, es la transversal que además es la única que está asociada a todos los tipos de fractura (Tabla 4.33). Las fracturas de posición longitudinal no son comunes en general y en este caso, a excepción de un fragmento en una pieza con fractura radial, las fracturas longitudinales al eje técnico de la pieza, son transversales al eje de mayor longitud. Las fracturas de posición múltiple y en ángulo también tienen una representación alta. Las primeras están más asociadas a las fracturas de cono completo y las segundas, están estrechamente vinculadas a los fragmentos de fracturas radiales (Figura 4.57).

POSICIÓN	Tipos de fractura									Total
	R	S	CC	C	P	L	D	IL	I	
Transversal	9	45	14	41	8	4	7	1	4	133
Oblicua	5	15	4	13	6	0	0	0	3	46
Longitudinal	1	0	0	3	0	2	0	0	0	6
Múltiples	18	0	23	7	0	0	0	0	18	66
En ángulo	48	0	15	4	0	0	0	0	0	67
No diferenciada	5	4	7	8	0	0	0	0	8	32
Total	86	64	63	76	14	6	7	1	33	350

Tabla 4.32. Posición de la fractura según el tipo de fractura. R: radial, S: snap, CC: cono completo, C: curvada, P: perversa, L: lateral, IL: impacto longitudinal, D: derivada, I: indeterminada.

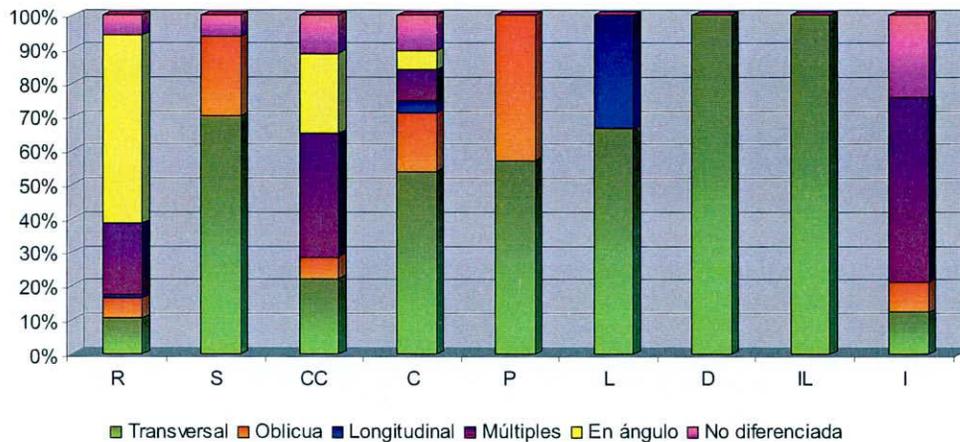


Figura 4.57. Distribución relativa de la posición de la fractura según el tipo de fractura. R: radial, S: snap, CC: cono completo, C: curvada, P: perversa, L: lateral, IL: impacto longitudinal, D: derivada, I: indeterminada.

De acuerdo al origen de la fractura, las fracturas intencionales y las producidas por pisoteo son las que presentan mayor variabilidad respecto a la posición de la fractura (Figura 4.58). Las fracturas de posición múltiple y en ángulo, se encuentran representadas de manera significativa como resultado de estas actividades en las muestras experimentales (Figura 4.59). Cuando son producto de fracturas intencionales, los distintos planos de fractura son resultado de un único evento. En cambio durante el pisoteo, en general son resultado de la rotura de un fragmento roto con anterioridad. Aunque en los experimentos expuestos aquí no se produjeron fracturas de posición

múltiple durante la manufactura, estas sí son mencionadas por ejemplo, por Callahan (1979), Frison y Bradley (1980), Miller (2006) y Nami (1983). Las fracturas como resultado de impacto en las puntas de proyectil tienen casi exclusivamente posición transversal, a la altura de la raíz del pedúnculo. La única fractura oblicua es una fractura de limbo y la fractura de posición múltiple está representada por dos planos de fractura separados, uno oblicuo en el limbo y uno transversal a la altura de la raíz. Además en las puntas de proyectil se produjeron pequeñas fracturas en el ápice, que no afectan la reutilización de las puntas y fracturas en la aleta de la base, también pequeñas.

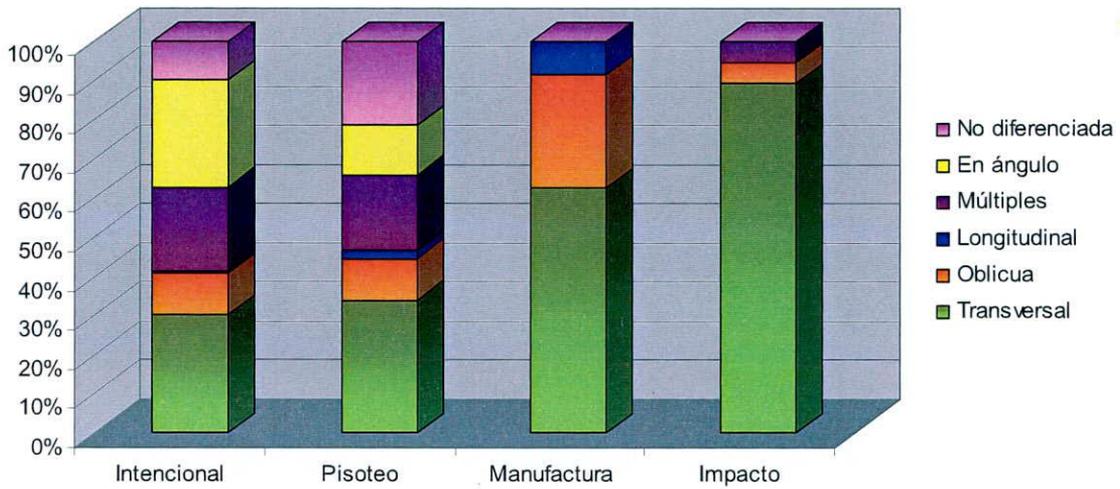


Figura 4.58. Relación entre causa de origen y posición de la fractura.

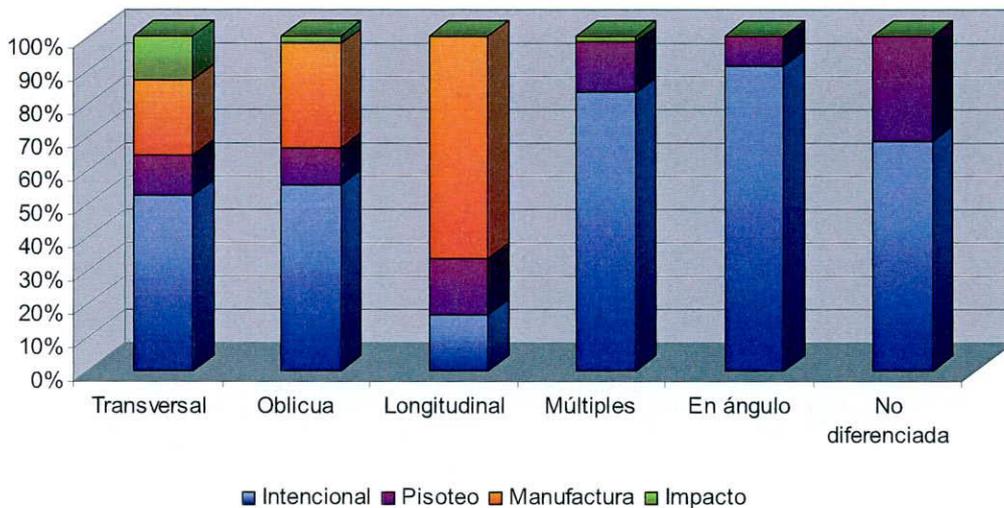


Figura 4.59. Distribución relativa de las posiciones de fractura según la causa de origen.

En cuanto a la **sección de la fractura** la más frecuentemente representada es la plana ortogonal o recta, que mayormente está presente en fracturas de posición transversal que provocan la rotura de los artefactos en dos fragmentos como la fractura *snap*, la curvada y la lateral (Tabla 4.34). Los fragmentos producto de esta última fractura en la colección experimental tienen únicamente sección plana ortogonal.

Considerando la causa de origen de la rotura, en los fragmentos de las piezas fracturadas intencionalmente se registró una gran variabilidad en las secciones de fractura. Lo mismo sucede con los fragmentos que presentan fractura curvada. En cambio, en los fragmentos de artefactos formatizados resultado de errores de talla, a excepción de los que tienen fractura curvada- y por impacto en puntas de proyectil-, la variedad de la sección de la fractura es algo más restringida (Figura 4.60). Ya se dijo que en las fracturas laterales sólo se registró la sección plana ortogonal. Es notoria también la estrecha asociación entre la fractura perversa y la sección cóncava-convexa oblicua, que es la única que se registró para esta fractura.

Sección transversal	Tipo de fractura								Total
	R	S	CC	C	P	L	CQT	D	
Plana ortogonal	27	44	21	33	0	6	0	4	134
Plana oblicua	29	13	19	12	0	0	0	0	74
Cóncava convexa oblicua	0	1	0	2	14	0	0	0	17
En charnela oblicua	0	0	1	1	0	0	2	0	4
En charnela transversal	4	4	2	12	0	0	0	1	23
Cóncava convexa transversal	0	0	0	5	0	0	0	0	5
No diferenciada	36	2	29	3	0	0	0	0	70
Total	96	64	72	68	14	6	2	5	327

Tabla 4.33. Sección transversal de la fractura para cada tipo de fractura. R: radial, S: snap, CC: cono completo, C: curvada, P: perversa, L: lateral, IL: impacto longitudinal, CTQ: curvada con terminación quebrada, D: derivada.

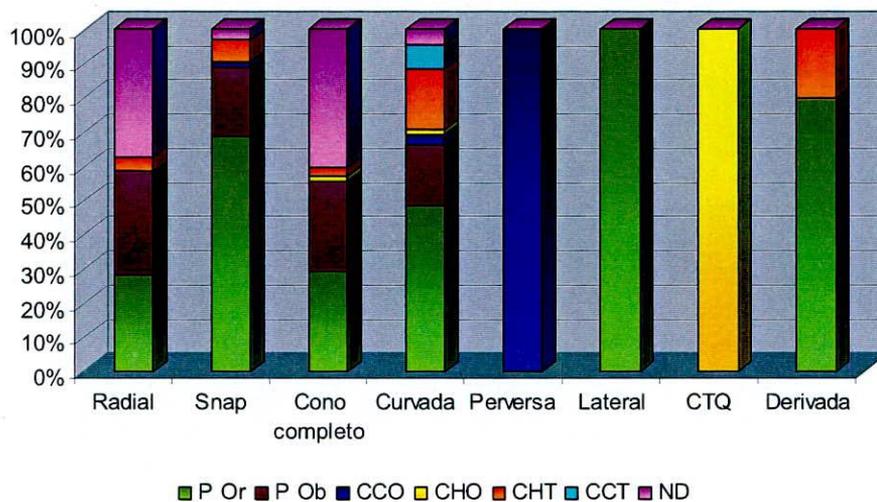


Figura 4.60. Distribución relativa de la sección transversal de la fractura según el tipo de fractura. PO: plana ortogonal, PO: plana oblicua, CCO: cóncava-convexa oblicua, CHO: en charnela oblicua, CHT: en charnela transversal, CCT: cóncava-convexa transversal, ND: no diferenciada.

Con respecto a la **forma geométrica de la fractura**, la forma recta es la más ampliamente representada y es denominador común en la casi totalidad de los diferentes tipos de fracturas (Tabla 4.35). También hay una frecuencia importante de formas geométricas en ángulo y no diferenciadas. Esta última está muy vinculada a las fracturas de posición múltiples no diferenciadas.

Teniendo en cuenta la causa de origen, nuevamente son los fragmentos de las roturas intencionales los que presentan la mayor variabilidad, junto con las fracturas curvadas. Estas últimas junto con las fracturas radiales y las de cono completo son las únicas asociadas a fragmentos con forma geométrica de la fractura en ángulo. En los fragmentos de piezas pisoteadas, esta forma geométrica se presentó asociada a los sectores más delgados de los artefactos (3mm). Las fracturas que se produjeron por impacto en puntas de proyectil –sin considerar las fracturas representadas por extracciones pequeñas en el ápice y en las aletas– presentan forma geométrica recta. Las fracturas perversas, como se mencionó anteriormente, se caracterizan por tener forma geométrica cóncava-convexa, que no se encuentra representada en ninguno de los demás tipos de fractura (Figura 4.61).

Forma geométrica de la fractura	Tipo de fractura								Total
	R	S	CC	C	P	L	D	IL	
Recta	9	46	5	43	0	4	7	1	115
Cóncava	2	7	6	10	0	1	0	0	26
Convexa	6	4	2	10	0	1	0	0	23
Cóncava-convexa	0	0	0	0	14	0	0	0	14
En ángulo	47	0	21	5	0	0	0	0	73
No diferenciada	21	5	28	6	0	0	0	0	60
Total	85	62	62	74	14	6	7	1	311

Tabla 4.34. Forma geométrica de la fractura en cada tipo de fractura. R: radial, S: snap, CC: cono completo, C: curvada, P: perversa, L: lateral, IL: impacto longitudinal, CTQ: curvada con terminación quebrada, D: derivada.

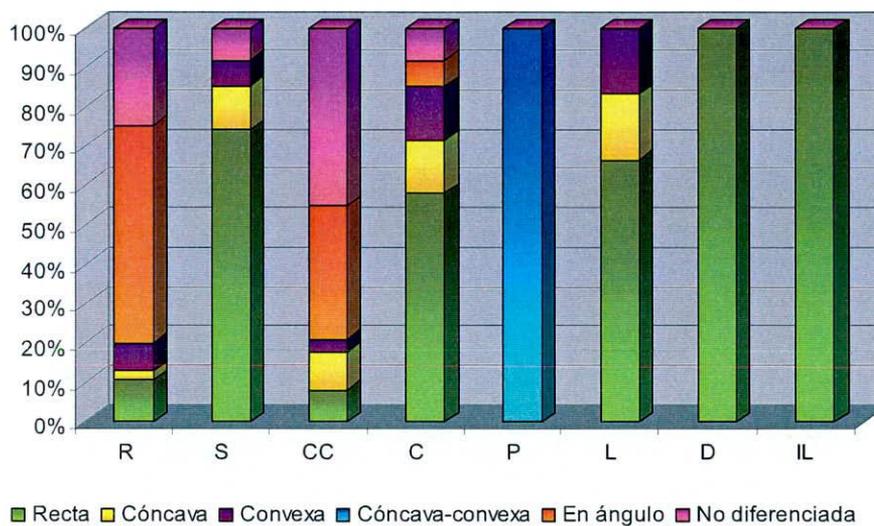


Figura 4.61. Distribución relativa de la forma geométrica de la fractura en los distintos tipos de fractura.

Una de las observaciones más problemáticas se refiere a las fracturas curvadas o de flexión. Estas fracturas son las más comunes (Whittaker 1995) y no suelen estar asociadas con puntos de inicio de las fracturas, negativos de bulbos de percusión, etc. En estas experimentaciones, en concordancia con lo observado por otros investigadores, no sólo son las más frecuentes, sino que además pueden originarse como resultado de cualquiera

de las actividades y procesos analizados aquí, incluso pueden ocurrir fracturas similares por rotura intencional.

Con el objetivo de explorar las posibilidades de diferenciar las fracturas curvadas originadas por distintas causas, se tomaron todos los fragmentos que resultaron de fracturas de este tipo en las diferentes experimentaciones. Se analizaron los diferentes atributos considerados en el análisis de las fracturas, comparando su ocurrencia en relación con las diferentes causas de origen.

La posición de la fractura presenta distribuciones muy similares en las fracturas curvadas resultado de pisoteo, manufactura e impacto, siendo la transversal la más frecuente en todos los casos (Figura 4.62). La diferencia más grande está representada por las fracturas de posición en ángulo y múltiples no diferenciadas, que no están representadas en las piezas experimentales fracturadas por errores de talla. Sin embargo, como se mencionó, se debe tener en cuenta que otros investigadores sí mencionan fracturas curvadas múltiples y en ángulo durante la manufactura (por ejemplo, Frison y Bradley 1980; Miller 2006; Nami 1983).

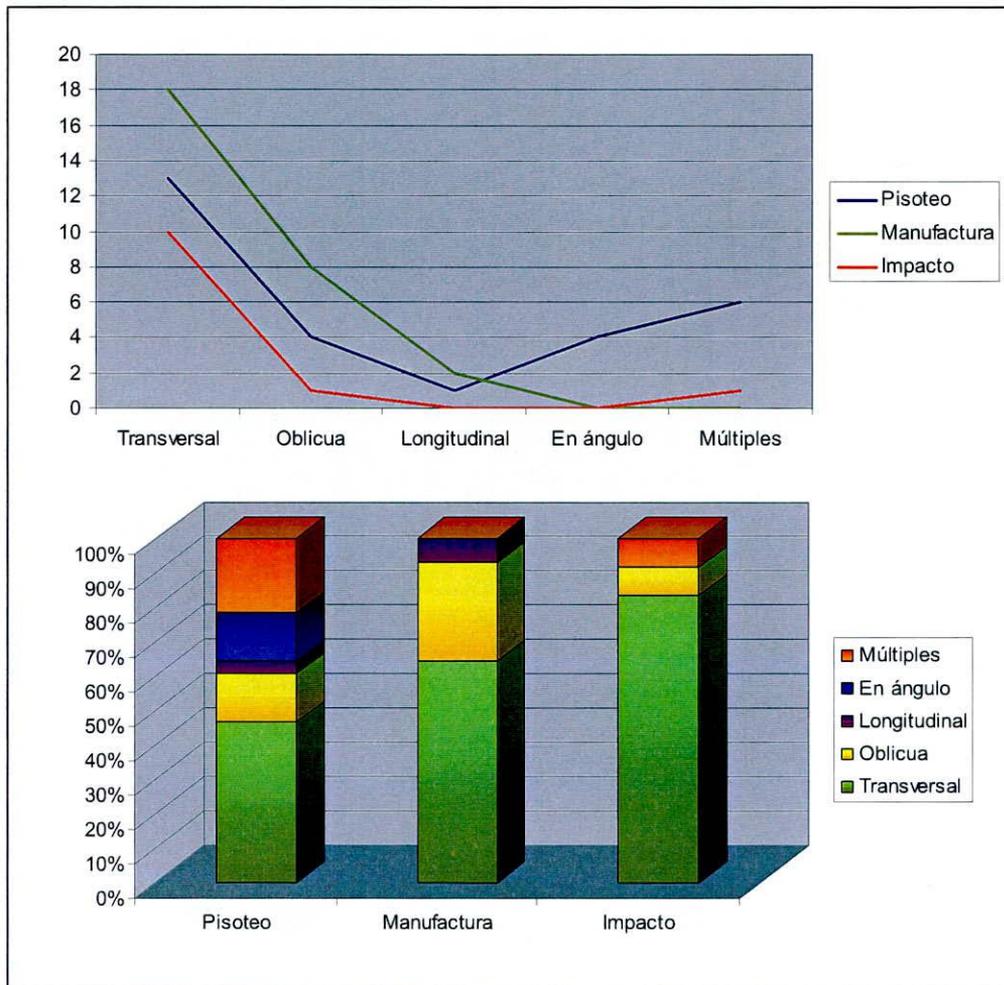


Figura 4.62. Distribuciones de la posición de la fractura en fracturas curvadas según las causas de origen.

Algo similar se observa con respecto a la forma geométrica de la fractura. En todos los casos la más frecuente es la forma geométrica recta y las distribuciones de las formas geométricas son similares en las fracturas curvadas producidas por distintos procesos (Figura 4.63). Las fracturas curvadas producto de errores de talla, muestran un ligero predominio de la forma recta en comparación con el resto de las fracturas curvadas, pero este predominio no es significativo. Otra diferencia es la ocurrencia de fracturas con forma en ángulo, que sólo aparecen asociadas a las fracturas curvadas producto del pisoteo. Aquí es necesario hacer dos salvedades, la primera es la misma que la referida a las fracturas múltiples y los errores de talla que podrían, en caso de suceder, presentar formas en ángulo. Otra se refiere a los fragmentos de pisoteo con formas en ángulo, que en esta experimentación ocurrieron en fragmentos bastante delgados.

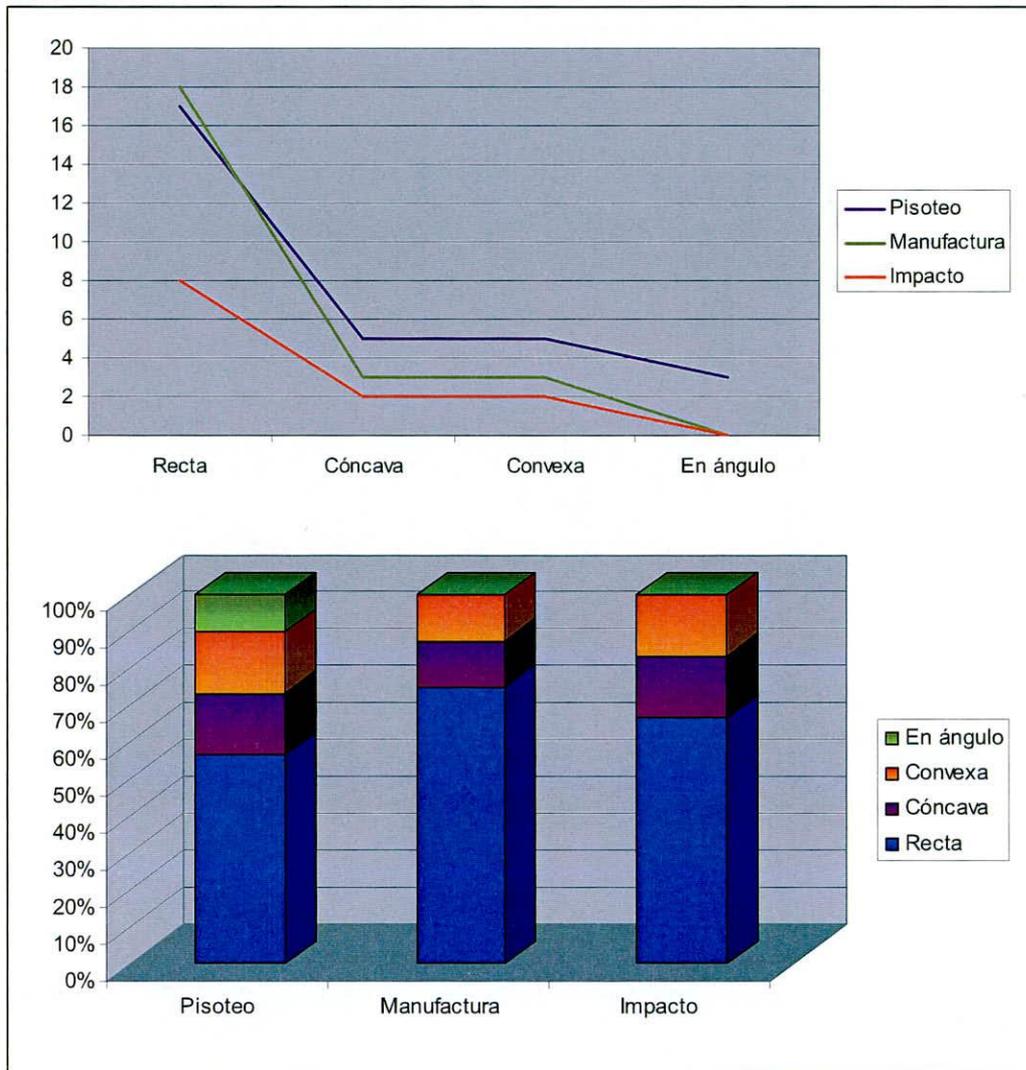


Figura 4.63. Distribuciones de la forma geométrica en fracturas curvadas según la causa de origen.

Respecto a la sección transversal de la fractura, en todas las fracturas curvadas se encuentra principalmente representada la sección plana ortogonal. Aunque las fracturas curvadas por errores de talla son las que presentan mayor variedad en la sección transversal de la fractura (Figura 4.64 b), el comportamiento de las distribuciones es similar entre las fracturas curvadas por manufactura y las resultado de impacto (Figura 4.64 a). Se observa una diferencia en la distribución de las secciones de las fracturas curvadas de piezas pisoteadas, debido a la ausencia de fracturas con secciones en charnela oblicua, cóncava-convexa transversal y cóncava-convexa oblicua (Figura 4.64 a). Como se mencionó anteriormente, la sección transversal “labiada” es un rasgo que se menciona en

asociación importante con las fracturas curvadas (Lintz y Dockall 2002; Whittaker 1995). Este rasgo estaría representado por las secciones en charnela oblicua, cóncava-convexa transversal y cóncava-convexa oblicua. Como se observa en la Figura 4.64, estas secciones se encuentran con diferentes frecuencias en las fracturas curvadas generadas por distintos procesos. Sin embargo, todas estas secciones resultan en la presencia de un labio o resalto sobre la superficie de fractura. Este rasgo, se encuentra asociado -aunque por la ocurrencia de distintas secciones transversales- a las roturas por accidentes de talla y por impacto, pero no se registró en el experimento de pisoteo. En el caso de las fracturas por errores de talla, este rasgo se presentó únicamente en las piezas de vidrio y basalto, pero no en las de ortocuarcitas GSB. En cambio, en las fracturas por impacto, si se produjeron secciones con este resalto o “labio” en esta última materia prima.

De estos análisis se desprende, por lo tanto, que no hay un atributo o rasgo macroscópico que pueda ser diagnóstico para diferenciar la causa de origen de las fracturas curvadas. Estas fracturas no sólo presentan una variabilidad importante en sus atributos descriptivos, sino que además presentan características similares cualquiera sea el proceso que las originó.

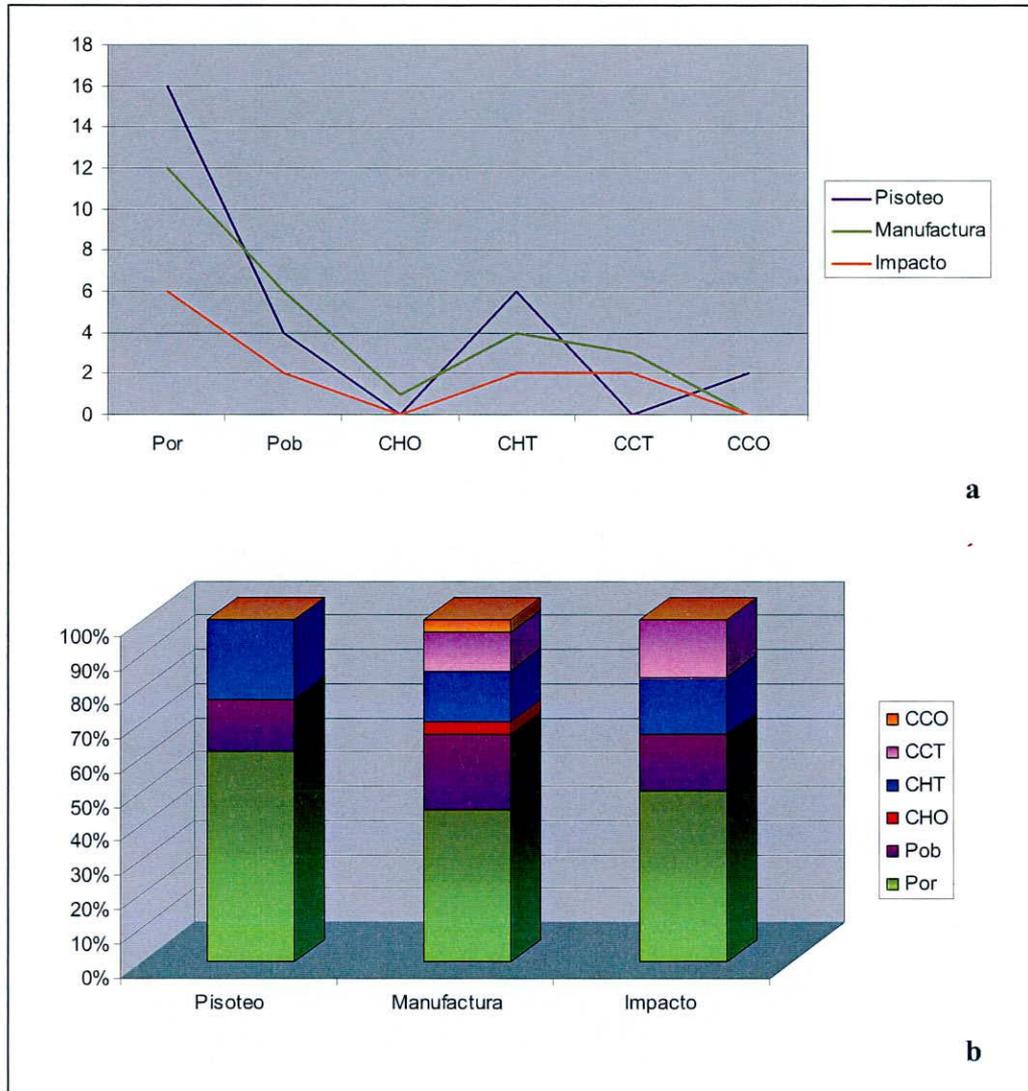


Figura 4.64. Distribuciones de la sección transversal en fracturas curvadas según la causa de origen.

A partir de estos resultados, se recurrió al análisis microscópico de las superficies de fractura de los fragmentos de artefactos formatizados sobre ortocuarzitas GSB, para indagar si las diferentes escalas de observación resultaban operativas para distinguir rasgos diagnósticos. En primera instancia, las superficies de fractura fueron observadas a bajos aumentos con una lupa binocular. Este análisis no brindó resultados sugerentes. Al magnificar los cristales de cuarzo a bajos aumentos, las superficies de fractura se tornan más rugosas y los rasgos de direccionalidad que a veces se observan a ojo desnudo, se pierden bajo la lupa binocular.

Luego se procedió a analizar las superficies de fractura a altos aumentos, con un microscopio metalográfico OLYMPUS BX51M con aumentos de 200X. A estos aumentos es posible observar sobre la superficie de fractura de los cristales de cuarzo, rastros tecnológicos producto de la propagación de la fractura en el interior de las rocas (Mansur 1999; Leipus 2006). Estos rastros tecnológicos son las ondas de percusión y las estrias tecnológicas que son convergentes hacia el punto de impacto del percutor y los *estigmas en forma de cometa* que son rasgos lineales que se desarrollan a partir de una impureza. De esta manera se forma una “cabeza” circular orientada en dirección a la aplicación de la fuerza y una “cola” lineal en el sentido de la propagación de la fuerza (Mansur op. cit., Leipus op. cit.). Estos micro-rastros tecnológicos resultan ser por lo tanto, indicadores direccionales importantes. Todos estos rasgos microscópicos fueron observados sobre los cristales de cuarzo. Aunque no todos los rasgos lineales (estigmas en forma de cometa y estrias) indican hacia la misma dirección, si puede observarse un patrón direccional principal, que indica desde dónde se inició la fractura y hacia dónde se propagó. El análisis microscópico de las superficies de fracturas curvadas generadas por distintos procesos no mostró diferencias en la orientación de estos micro-rastros tecnológicos según el origen de la fractura. A escala microscópica se observa en detalle, básicamente lo mismo que puede deducirse de la observación a ojo desnudo, en lo que a las fracturas se refiere. Por lo tanto, abordar el análisis microscópico de las superficies de fractura, sólo sería útil en casos particulares en los que por alguna razón interese conocer exactamente la dirección de propagación de la fractura. En lo que respecta a las fracturas curvadas, todas independientemente de la causa que las originó, presentan los micro-rastros mencionados orientados perpendicularmente y de manera oblicua en relación con las caras de la pieza.

4.7. Comentarios finales

En base al análisis sistemático de distintas series experimentales que corresponden a cuatro experimentos, delineados principalmente en torno a distintos procesos y actividades que provocan la rotura de los artefactos líticos formatizados por talla, se desprenden una serie de observaciones relevantes. Éstas conllevan implicaciones importantes a nivel arqueológico, relacionadas con decisiones y prácticas en torno a los materiales líticos y con procesos tafonómicos y post-depositacionales.

Existe una serie de fracturas que tienen características diagnósticas que permiten relacionarlas, principalmente, con sus causas. Entre estas se cuentan algunas fracturas intencionales, fracturas de manufactura y fracturas por impacto en puntas de proyectil.

Las roturas producidas por golpes intencionales sobre alguna de las caras de un artefacto pueden ser identificadas fácilmente cuando presentan claras iniciaciones cónicas que señalan el punto donde impactó el percutor. Las fracturas radiales y de cono completo, generan además ciertos fragmentos con morfologías particulares que permiten reconocer el tipo de fractura. Esto dependerá, cuando analizamos colecciones arqueológicas, de dos situaciones. Por un lado, resultará más sencillo reconocer el tipo de fractura si se encuentran relaciones de ensamblaje entre los fragmentos. Si este no fuera el caso, dichos fragmentos deben presentar necesariamente indicadores claros de un golpe intencional, ya que como se vio más arriba, también pueden resultar de otras actividades.

Otras fracturas que suelen ser diagnósticas son la fractura perversa y la fractura lateral, resultado de errores de talla. A veces las fracturas perversas pueden provocar que el instrumento se fragmente en más de dos fragmentos, generando fragmentos triangulares (Miller 2006) similares a los que se producen en las fracturas intencionales. En este caso, el fragmento triangular desprendido por una fractura perversa, conservará en uno de sus planos de fractura al menos parte de la superficie de desarrollo helicoidal que la caracteriza. También se encontró en las fracturas perversas una asociación estrecha entre la sección transversal de la fractura y la forma geométrica de la fractura, que son características de este tipo de fractura.

Una situación que precisa solución está representada por las fracturas curvadas. Estas fracturas son las más frecuentes y las más comunes y nos enfrentan a un problema de equifinalidad. Pueden ser originadas básicamente por todos los procesos y actividades examinadas aquí. Es posible también que se produzcan por procesos de muy largo plazo, como la acción del peso de los sedimentos sobre los materiales enterrados. Los diferentes análisis realizados aquí en el intento de diferenciar fracturas curvadas provocadas por diferentes causas, resultaron infructuosos. Las fracturas curvadas presentan características similares cualquiera sea el proceso que las originó, lo que hace muy difícil poder relacionar este tipo de fractura con su causa. Lamentablemente a partir de estas

experiencias y análisis no se pudo acceder a una solución adecuada a este problema. Algunas aproximaciones que pueden tenerse en cuenta para inferir las causas de las fracturas curvadas, se sugieren a partir de los resultados experimentales. Las fracturas producto de pisoteo, suelen presentarse en los sectores más delgados de las piezas o en piezas más delgadas. Producen fracturas de posición múltiples no diferenciada, que pueden presentarse como fracturas cortas y continuas o discontinuas (en distintos sectores de la pieza, sin converger en ningún punto). Además suelen presentarse cerca de los bordes de la pieza, donde la sección se adelgaza y es común que tengan sección transversal plana (la denominada fractura curvada con terminación recta), al menos en las ortocuarcitas GSB. Las fracturas curvadas provocadas por errores de talla, no suelen presentar posiciones múltiples o en ángulo, aunque esto pueda suceder. Se sugiere que en instrumentos con fracturas curvadas de espesores mayores a 9-10mm, éstas podrían considerarse resultado de errores de talla, ya que no se produjeron roturas con espesores mayores a 7mm por pisoteo ni por uso. Otro problema al analizar el material arqueológico, es que una pieza puede presentar más de una fractura curvada, resultado de distintos procesos. Como se ve, entonces, aunque existen ciertos parámetros que podemos considerar al analizar estas fracturas, la identificación de las causas específicas de su origen es muy difícil.

Los experimentos que se realizaron en esta investigación no sólo fueron de utilidad para identificar aquellos rasgos característicos de ciertas fracturas y su génesis, sino que también sirvieron como base para reflexionar acerca de las posibilidades y limitaciones de identificarlos correctamente en el registro arqueológico. En el siguiente capítulo se propone una clasificación de las fracturas en un intento por ordenar la información dispersa en distintos trabajos y se brinda una descripción detallada de cada tipo de fractura. A través de su confrontación con los resultados experimentales se pretende comenzar a generar una base de datos que resulte útil a cualquier conjunto lítico.

APÉNDICE

Pieza N°	Situac. de los lascados respecto a las caras de la pieza	Espesor relativo	Percutor	Sustrato	Módulo de espesor	Sección transversal	Tipo de fractura
3	bifacial	delgado	duro	duro	3,3	biconvexa	radial
5	bifacial	delgado	duro	duro	4	biconvexa	cono completo
6	unifacial	delgado	duro	duro	3,87	plano convexa	cono completo
15	bifacial	delgado	duro	blando	4,26	plano convexa	cono completo
16	bifacial	delgado	blando	blando	3,13	plano convexa	radial
17	bifacial	delgado	blando	duro	2,94	biconvexa	radial
19	bifacial	delgado	duro	blando	3,56	triangular	snap
21	bifacial	delgado	blando	duro	2,5	biconvexa	cono completo
24	bifacial	delgado	blando	duro	3,85	triangular	radial
25	bifacial	delgado	duro	duro	3,62	triangular	indet
26	bifacial	delgado	blando	blando	3	biconvexa	cono completo
29	bifacial	delgado	duro	duro	3,29	triangular	cono completo
30	bifacial	delgado	blando	blando	4	biconvexa	cono completo
32	bifacial	espesor	duro	blando	2,92	triangular	snap
35	bifacial	delgado	duro	duro	3,5	triangular	radial
36	bifacial	espesor	duro	duro	2,24	biconvexa	cono completo
37	bifacial	delgado	blando	blando	3,66	plano convexa	snap
38	bifacial	delgado	duro	blando	4,8	biconvexa	snap
39	bifacial	delgado	duro	duro	3,1	triangular	snap
40	bifacial	espesor	blando	duro	2,69	triangular	indet
41	unifacial	delgado	blando	duro	1,9	triangular	snap
42	bifacial	espesor	blando	duro	2,7	biconvexa	snap
46	bifacial	espesor	duro	duro	2,95	triangular	cono completo
47	unifacial	delgado	blando	blando	3,83	plano convexa	snap
48	bifacial	delgado	blando	blando	3,53	triangular	indet
51	bifacial	espesor	duro	duro	2,58	plano convexa	cono completo
54	bifacial	espesor	duro	duro	2,6	triangular	cono completo
55	bifacial	delgado	blando	duro	2,3	biconvexa	cono completo
56	unifacial	delgado	blando	blando	4,5	triangular	snap
58	unifacial	delgado	blando	duro	2,09	triangular	snap
59	bifacial	espesor	duro	duro	2,9	triangular	snap
62	bifacial	delgado	blando	duro	2,9	plano convexa	radial
64	bifacial	espesor	duro	blando	2,4	triangular	snap
65	bifacial	espesor	duro	blando	1,82	triangular	snap
66	bifacial	espesor	duro	blando	3	triangular	radial
67	bifacial	delgado	duro	duro	3,78	biconvexa	radial
68	bifacial	espesor	duro	blando	3,28	triangular	radial
70	unifacial	espesor	duro	blando	2,75	plano convexa	snap
72	bifacial	delgado	duro	duro	3,29	biconvexa	radial
76	bifacial	delgado	duro	duro	3,8	biconvexa	cono completo
78	bifacial	espesor	blando	duro	2,13	triangular	cono completo
79	unifacial	espesor	duro	duro	2,05	plano convexa	indet
80	bifacial	delgado	blando	duro	3,37	triangular	snap
82	bifacial	espesor	duro	blando	1,6	triangular	radial
83	bifacial	espesor	duro	blando	1,62	plano convexa	radial
85	bifacial	espesor	duro	duro	3,09	biconvexa	cono completo
89	unifacial	delgado	duro	duro	3,5	triangular	snap
90	unifacial	delgado	duro	duro	3,46	triangular	snap
91	bifacial	delgado	blando	duro	6,7	triangular	radial
92	unifacial	espesor	duro	duro	2,08	triangular	snap
93	bifacial	delgado	duro	blando	5,9	plano convexa	radial

94	bifacial	espesor	duro	duro	3,25	biconvexa	radial
95	unifacial	delgado	blando	duro	2,9	triangular	radial
96	unifacial	delgado	blando	duro	2,4	triangular	radial
97	bifacial	espesor	duro	duro	2,06	triangular	cono completo
99	bifacial	espesor	duro	blando	2,18	triangular	cono completo
101	unifacial	espesor	duro	duro	1,9	triangular	snap
102	unifacial	delgado	duro	duro	4,12	plano convexa	cono completo
103	unifacial	espesor	duro	duro	3,7	triangular	cono completo
105	unifacial	espesor	duro	blando	1,68	triangular	snap
106	unifacial	delgado	duro	blando	4,16	triangular	snap
107	unifacial	espesor	duro	duro	2,9	triangular	radial
108	unifacial	delgado	blando	blando	4,9	triangular	radial
109	unifacial	delgado	blando	blando	3,4	triangular	radial
110	unifacial	espesor	duro	blando	2	triangular	snap
111	unifacial	delgado	duro	duro	5,3	triangular	indet
113	unifacial	delgado	blando	duro	3,1	triangular	snap
114	unifacial	delgado	duro	blando	2,2	triangular	snap
115	unifacial	espesor	duro	duro	2,4	triangular	snap
116	unifacial	espesor	duro	blando	1,3	triangular	snap
117	unifacial	espesor	duro	duro	1,8	triangular	snap
118	unifacial	delgado	duro	blando	4,57	triangular	snap
119	unifacial	delgado	duro	blando	3,8	triangular	snap
120	unifacial	espesor	duro	duro	1,5	triangular	indet
121	unifacial	delgado	duro	blando	2,6	triangular	snap
122	unifacial	espesor	duro	duro	1,5	triangular	radial
123	unifacial	delgado	blando	blando	3,8	triangular	snap
124	unifacial	delgado	blando	blando	4,8	triangular	indet
127	unifacial	espesor	duro	blando	2,7	triangular	radial
128	unifacial	espesor	duro	duro	2,5	triangular	radial
129	unifacial	espesor	duro	blando	1,8	triangular	snap
133	bifacial	delgado	duro	blando	3,81	triangular	radial

Tabla A 4.1. Colección experimental de piezas fracturadas intencionalmente

Pieza N°	Largo cm	Ancho cm	Módulo long	Espesor max cm	Experiencia	Estado
NC1	4,7	4,5	1	0,9	A2	entero
NC2	4,1	3,8	1,1	0,9	A2	entero
NC3	3,8	2,9	1,3	0,5	A2	entero
NC4	5,7	4,1	1,4	1	A2	entero
NC5	4,6	3,4	1,4	0,5	A2	entero
NC6	4,8	3,5	1,4	1	A2	entero
NC7	4,7	4,6	1	0,9	A2	entero
NC8	6,6	2	3,3	0,7	A2	fragmentado
NC9	3,7	3,4	1,1	0,9	A2	entero
NC10	2,9	5	0,6	0,7	A2	entero
NC11	4,1	2,5	1,6	0,5	A1	entero
NC12	4,1	2,9	1,4	0,5	A1	fragmentado
NC13	3,1	4,4	0,7	0,6	A1	entero
NC14	3,1	2,5	1,2	0,9	A1	entero
NC15	4,3	4,3	1	1,2	A1	entero
NC16	3,7	3,8	1	0,8	A1	entero
NC17	3,5	4,8	0,7	1	A1	entero
NC18	3,9	4,1	1	0,9	A1	entero
NC19	3,6	2,5	1,4	0,6	A1	entero
NC20	5,7	2,7	2,1	1,3	A1	entero
NC21	5,7	2,7	2,1	0,9	A1	entero

NC22	4,6	2,9	1,6	0,9	A1	entero
NC23	4,8	2,4	2	0,5	A1	entero
NC24	2,6	5,2	0,5	1,2	A1	entero
NC25	5,1	3,9	1,3	0,8	A1	entero
NC26	3,3	3,2	1	0,5	A1	fragmentado
NC27	3,5	3,4	1	0,8	A1	entero
NC28	3,1	3,3	0,9	0,6	A1	entero
NC29	4,2	3,3	1,3	0,7	A1	entero
NC30	4,3	2,8	1,5	0,9	A1	entero
NC31	3,4	3,5	1	0,8	A1	entero
NC32	6,6	4	1,7	1,2	A1	entero
NC33	3,2	3,1	1	0,8	A1	entero
NC34	5	3,1	1,6	0,9	A1	entero
NC35	4,4	3,8	1,2	1,1	A1	entero
NC36	3,4	2,7	1,3	0,9	A1	entero
NC37	4,6	2,8	1,6	1	A1	entero
NC38	3,7	3,4	1,1	1	A1	fragmentado
NC39	6,3	3,6	1,8	1,2	A1	fragmentado
NC40	3	2,8	1,1	0,7	A1	entero
NC41	6,8	4,2	1,6	1,5	A1	entero
NC42	4,4	4	1,1	1	A1	entero
NC43	3,8	2,2	1,7	0,8	A1	entero
NC44	4,1	2,5	1,6	0,9	A1	entero
NC45	4,6	2,8	1,6	1	A1	entero
NC46	5,2	3,5	1,5	1,3	A1	entero
NC47	4,6	2,8	1,6	0,6	A1	entero
NC48	4	3,3	1,2	0,8	B4	entero
NC49	4,4	2,1	2,1	0,5	B4	entero
NC50	3,8	3	1,3	0,8	B4	entero
NC51	4,7	2,2	2,1	0,6	B4	fragmentado
NC52	4,2	2,9	1,4	0,8	B4	entero
NC53	3,7	3,2	1,2	1,3	B4	entero
NC54	4,7	2,6	1,8	0,9	B4	fragmentado
NC55	3,3	4,3	0,8	1,1	B4	entero
NC56	4,4	3,4	1,3	0,6	B4	fragmentado
NC57	3	2,6	1,2	0,5	B4	entero
NC58	6,3	4	1,6	1,3	B4	entero
NC59	5,1	3,4	1,5	1	B4	entero
NC60	4,2	2,8	1,5	0,9	B3	entero
NC61	3,6	3	1,2	0,8	B3	entero
NC62	4,1	3,9	1,1	1,2	B3	entero
NC63	5	2,8	1,8	0,7	B3	entero
NC64	4,5	2,6	1,7	0,8	B3	entero
NC65	4,1	2,6	1,6	0,6	B3	entero
NC66	4,9	3,1	1,6	0,9	B3	entero
NC67	4,4	2,8	1,6	0,9	B3	entero
NC68	5,3	3	1,8	0,6	B3	fragmentado
NC69	4,7	3,2	1,5	0,8	B3	entero
NC70	4,3	2,8	1,5	1	B3	entero
NC71	4,9	4	1,2	0,7	B3	entero
NC72	3,7	3,6	1	0,7	B3	entero
NC73	4,1	3,1	1,3	0,7	B3	fragmentado
NC74	4	2,7	1,5	0,9	B3	entero
NC75	4,4	3,1	1,4	0,7	B3	entero
NC76	4,3	2,9	1,5	0,8	B3	fragmentado
NC77	4	2,9	1,4	0,9	B3	fragmentado
NC78	3,1	4,7	0,7	0,8	B3	fragmentado
NC79	4,7	2,4	2	0,7	B3	fragmentado

NC80	3,7	3	1,2	0,6	B3	fragmentado
NC81	4,2	2,4	1,8	0,9	B3	entero
NC82	4,6	3,6	1,3	0,8	B3	fragmentado
NC83	4,5	2	2,3	0,6	B3	entero
NC84	4,5	1,8	2,5	0,7	B3	entero
NC85	4,4	2,3	1,9	0,6	B3	fragmentado
NC86	4,3	2,2	2	0,5	B3	fragmentado
NC87	5	2,3	2,2	0,8	B3	entero
NC88	4,5	2,5	1,8	0,9	B3	entero
NC89	2,8	4,6	0,6	0,7	B3	entero
NC90	5	3,2	1,6	0,7	B3	entero
NC91	3,5	3	1,2	0,7	B3	entero
NC92	4,5	2,3	2	0,9	B3	entero
NC93	3,5	2,8	1,3	0,8	B3	entero
NC94	3,8	4,5	0,8	0,4	B3	fragmentado
NC95	4,2	3,4	1,2	0,6	B3	entero
NC96	4,8	4,5	1,1	1,2	B3	entero
NC97	3,2	2,7	1,2	0,8	B3	entero
NC98	3,6	3,5	1	1,2	B3	entero
NC99	4,3	3,5	1,2	1,2	B3	entero

Tabla A 4.2. Colección experimental de piezas pisoteadas

Pieza	Grupo tipológico	Actividad	Material trabajado	Tiempo de uso
Exp. MC 7	Raedera	corte	hueso fresco	15 min
	Raedera	raspado	hueso fresco	25 min
	Raedera	raspado	hueso fresco	25 min
	Raedera	raspado	hueso fresco	25 min
Exp. MC 8	Raedera	corte	hueso fresco	15 min
	Raedera	raspado	hueso fresco	15 min
Exp. MC 1	Raedera	raspado (descortez)	madera seca	75 min
Exp. MC 2	Raedera	raspado	madera seca	35 min
	Raedera	raspado	madera seca	75 min
Exp. MC6	Cuchillo	corte	carne	30 min
Exp. MC 12	Cuchillo	corte	carne	30 min
Exp. MC 5	Raspador	raspado	piel seca	75 min
	Raspador	raspado	piel seca	75 min
Exp. MC 4	Raspador	raspado	piel seca	25 min
	Raspador	raspado	piel seca	35 min
Exp. MC 9	Raedera	raspado	madera fresca	60 min
	Raedera	desbaste	madera fresca	75 min
Exp. MC 3	Raedera	raspado	madera fresca	75 min
	Raedera	raspado (descortez)	madera fresca	60 min
Exp. MC 13	Raspador	raspado	piel fresca	75 min
	Cuchillo	corte	piel fresca	75 min
Exp. MC 14	Raspador	raspado	piel fresca	30 min
	Cuchillo	corte	piel fresca	20 min
Exp. MC 15	Raedera	corte	valva	20 min
	Perforador	perforado	valva	15 min

Tabla A 4.3. Instrumentos experimentales de ortocuarzitas GSB usados sobre distintos materiales en diferentes tareas.

5.1. Introducción

Este capítulo tiene como objetivo ofrecer una descripción detallada de los distintos tipos de fractura, ordenar las definiciones de las mismas dispersas en un número de trabajos y proponer una forma de clasificarlas. Esta propuesta se basa en la revisión exhaustiva de las definiciones, ilustraciones y figuras publicadas por distintos investigadores, sumadas al análisis sistemático de los artefactos formatizados fracturados en las experimentaciones desarrolladas en el capítulo anterior.

El análisis de los artefactos formatizados fracturados por distintas causas, de los fragmentos aislados resultado de dichas fracturas y el análisis comparativo de los fragmentos, mostró que en muchos casos ciertos atributos de las fracturas pueden ser similares en distintos tipos de fracturas o que ciertos rasgos diagnósticos pueden perderse si no se recupera el fragmento que conserva dicho rasgo. Esto dificulta la identificación de distintas fracturas y -lo que considero más importante- de los procesos o de las actividades que pudieron originarlas cuando nos enfrentamos a conjuntos líticos arqueológicos.

Sin embargo, también se mostró la posibilidad de reconocer algunas fracturas diagnósticas y su origen. A continuación se desarrolla una caracterización de los rasgos y atributos macroscópicos de las distintas fracturas y de los fragmentos resultantes, que

pretende contribuir al reconocimiento de las fracturas y de las situaciones que las originaron. De esta manera se puede incluir a los artefactos formatizados fracturados como una línea más de evidencia al momento de hacer inferencias sobre los patrones de descarte, actividades, decisiones y/o prácticas de los grupos humanos en el pasado, relacionadas con los materiales líticos; así como contribuir al estudio de procesos tafonómicos y post-depositacionales.

FRACTURA PERVERSA

Esta fractura que se caracteriza por tener una superficie de fractura con forma “en espiral”, “torcida o retorcida” (Crabtree 1972; Miller 2006) o “helicoidal” (Aschero 1975; Crabtree 1972), es la única que tiene esta característica. Es una fractura típica y diagnóstica de un error durante la talla de artefactos formatizados.

Estas fracturas se inician en o cerca del filo del artefacto y en su producción pueden intervenir distintos factores (Crabtree 1972; Miller 2006). Uno de ellos puede ser un golpe con excesiva fuerza, que usualmente se asocia a otros errores de talla, como la acumulación de charnelas repetidas en un sector de la pieza, que crean domos (sensu Pintar 2004) o una plataforma espesa, que requiere de un golpe fuerte para ser extraído (Crabtree 1972). Otras veces, la plataforma de percusión se encuentra mal alineada respecto al plano central de un bifaz o el golpe impacta en un lugar inapropiado en relación con dicho plano (Miller op. cit.). La Figura 5.1 muestra las distintas posiciones que puede tener la plataforma de percusión según el eje de simetría longitudinal (Hocsman 2006) o el plano central (Callahan 1979).

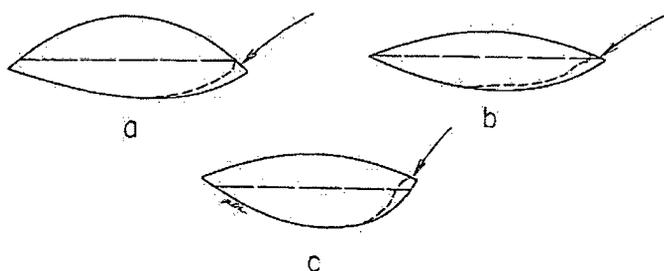


Figura 5.1. Posición de la plataforma en relación al plano central de la pieza (tomado de Whittaker 1995:197)

Un golpe por debajo de este eje de simetría (Figura 5.1a) o por encima de dicho eje (Figura 5.1c), puede provocar una fractura perversa. De acuerdo con la alineación de la plataforma respecto al plano central de la pieza, el lugar de origen de la fractura y el recorrido o propagación de la misma, Miller (op. cit.) define tres tipos o sub-tipos de fracturas perversas:

- 1- *Fractura perversa bifurcada*: Este es el tipo más común de fractura perversa. Siempre presenta el punto de inicio en el negativo del bulbo de percusión de la extracción que produjo la fractura. El negativo del bulbo se encuentra, por lo tanto, segmentado en el centro por la fractura perversa (Figura 5.2). Esta rotura ocurre cuando la plataforma de percusión está alineada por encima del plano de simetría (Miller 2006).

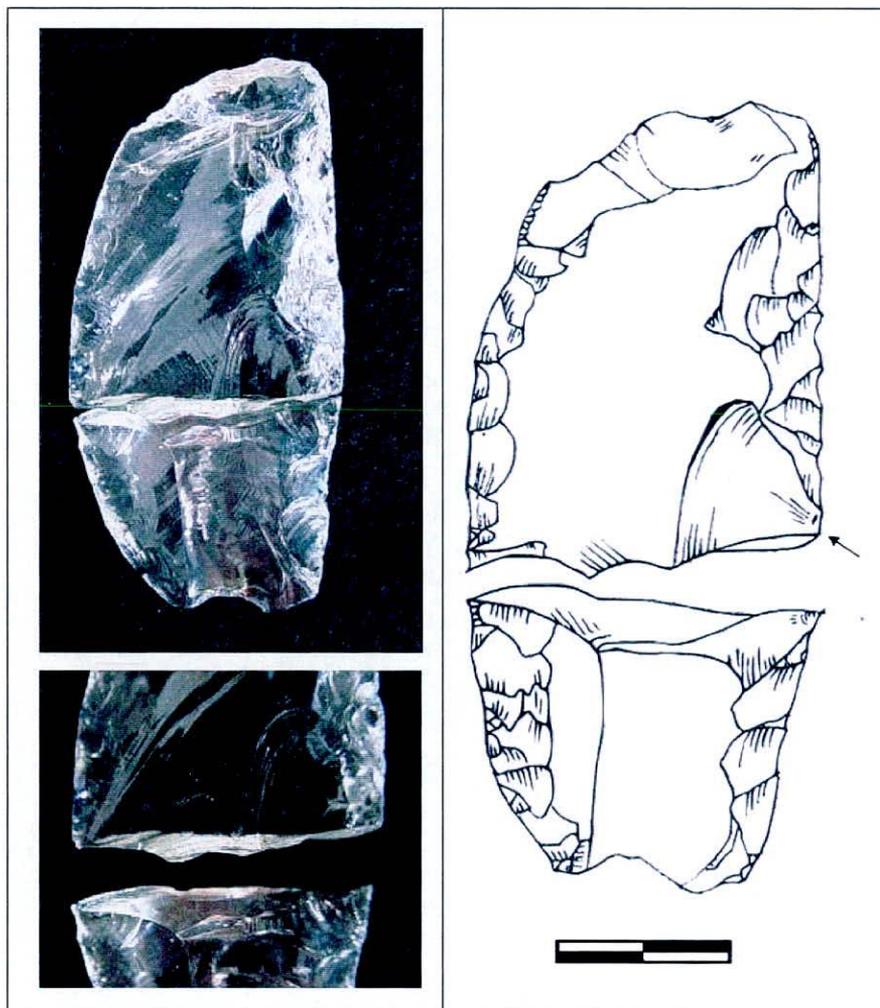


Figura 5.2. Fractura perversa bifurcada en pieza bifacial experimental de vidrio (gentileza M. Colombo)

- 2- *Fractura perversa periférica*: este tipo también se inicia en el filo de la pieza, pero la fractura en lugar de pasar por el centro del negativo de lascado, corre a través de alguno de los márgenes del mismo. Esto hace que el margen del negativo de lascado por donde corre la fractura se vea en ocasiones como una fractura quebrada, si la pieza no se rompe. En los raros casos en que la pieza se fragmenta, el negativo puede quedar cortado en uno de sus márgenes y la “fractura quebrada” queda en la otra mitad de la pieza y se asemeja a un labio (Figura 5.3). Esta fractura se produce cuando la plataforma de percusión está alineada por debajo del plano central (Miller 2006).

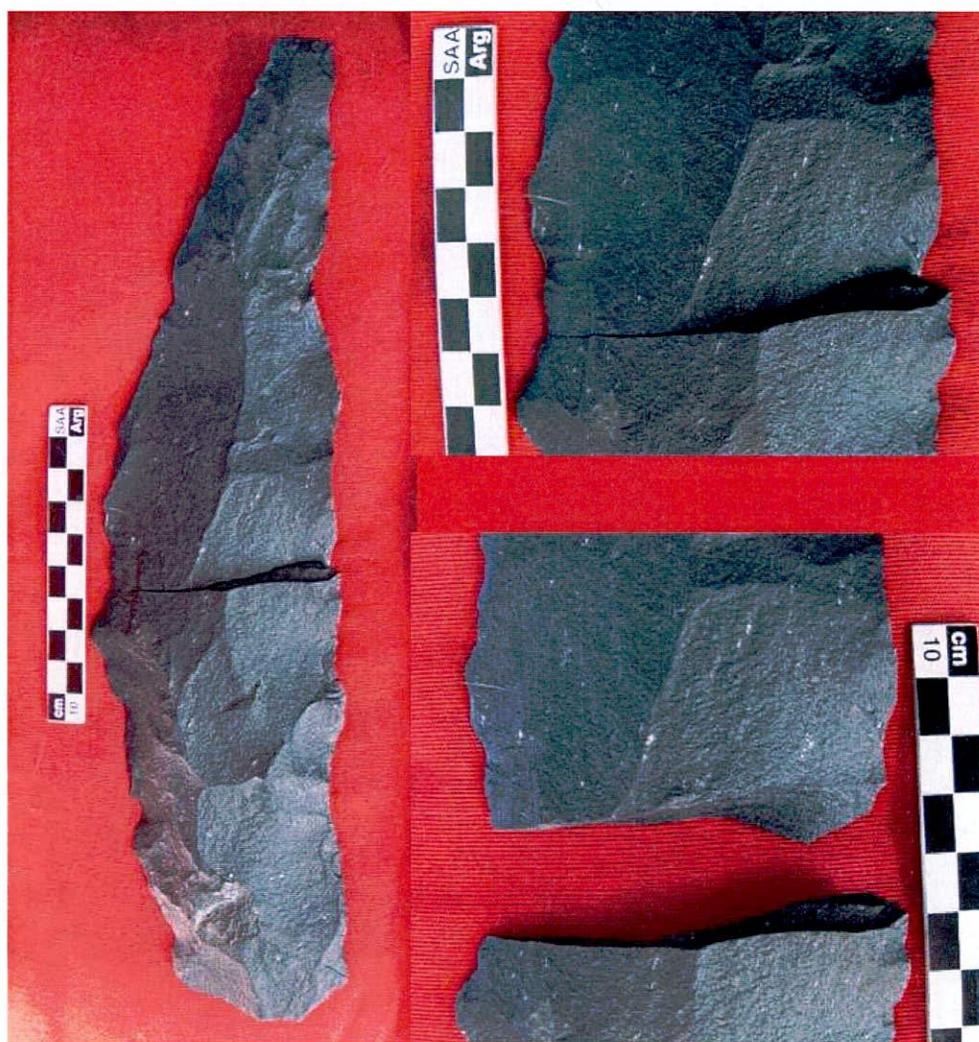


Figura 5.3. Fractura perversa periférica en bifaz experimental de basalto (gentileza de S. Hocsman)

- 3- *Fractura perversa radial*: de acuerdo con Miller (op. cit.) esta fractura se inicia en lugares en los que hay fisuras radiales y luego se propaga paralela a estas. Generalmente no fragmenta el bifaz y permanece como una fisura radial corta. Cuando lo hace, pueden generarse uno o más fragmentos triangulares. Estos fragmentos presentarán en una de las superficies de fractura la forma característica de la fractura perversa, permitiendo diferenciarlos de otros fragmentos triangulares como los que veremos más adelante. Usualmente la plataforma se encuentra alineada por encima del eje de simetría longitudinal (Figura 5.4).

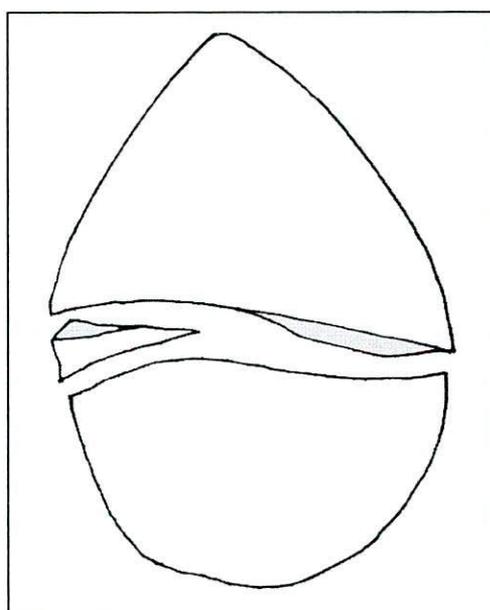


Figura 5.4. Fractura perversa radial. Esquema basado en Miller (2006:51)

Como se mencionó en el capítulo anterior, la fractura perversa fue definida para piezas bifaciales. Johnson (1979) y Miller (op. cit.) encuentran una correlación entre la frecuencia de ocurrencia de fracturas perversas y los últimos momentos de formatización de los bifaces. También relacionan la producción de este tipo de fracturas con un “índice de adelgazamiento”, determinado a partir de la relación entre el ancho y el espesor de la pieza, es decir, el índice ancho-espesor. Cuanto más alto es el cociente entre estos términos¹³, mayores son las probabilidades de que se produzca una fractura perversa.

¹³ Un cociente igual o mayor a 5 clasifica el artefacto como pieza foliácea (sensu Aschero 1975, 1983) y si es menor se clasifica como bifaz (Aschero y Hocsmán 2004).

Este tipo de fracturas también puede ocurrir, sin embargo, en los momentos iniciales reducción bifacial. Incluso, en la experiencia desarrollada en el capítulo anterior, estas fracturas se registraron en artefactos con reducción unifacial.

La posición de la fractura en relación al eje de orientación de la pieza:

- Estas fracturas presentan, en general, posición transversal u oblicua.

La sección transversal de la fractura:

- Estas fracturas presentan sección cóncava-convexa oblicua y también pueden tener sección cóncava convexa transversal. La característica distintiva de la sección es que, como la superficie de fractura tiene un eje de rotación, la sección que se observa como cóncava en un perfil, es convexa vista desde el otro perfil, pero sobre la misma cara (Figura 5.5). Es decir, que la sección varía de un borde al otro.

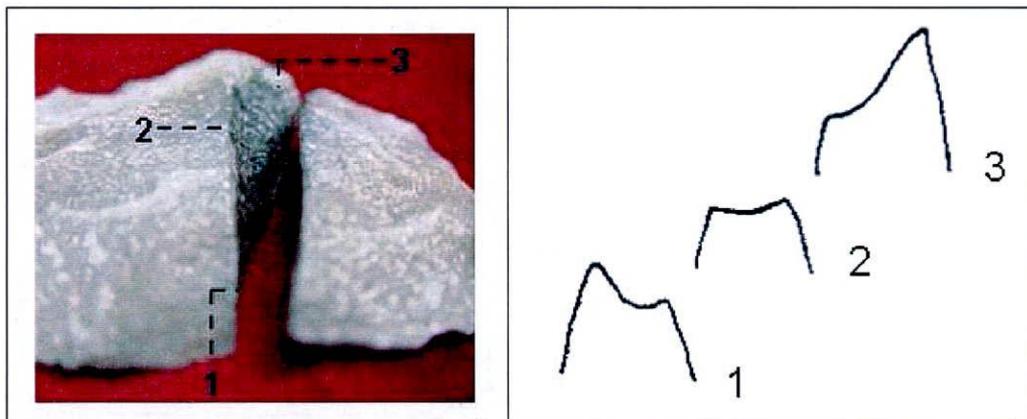


Figura 5.5. Sección transversal de una fractura perversa. Se observa como la sección rota en torno al eje de la superficie de fractura.

La forma geométrica de la fractura:

- La torsión de la superficie de fractura otorga también a la forma geométrica de la fractura una morfología típica de este tipo de fractura: la forma es

cóncava-convexa. Cuando se observa desde una de las caras, la mitad cóncava deja al descubierto parte de la superficie de fractura, que corresponde a la mitad convexa de la cara opuesta. La mitad convexa por su parte, cubre completamente la visión de la superficie de fractura de la mitad opuesta, que tiene forma cóncava (Figura 5.6).

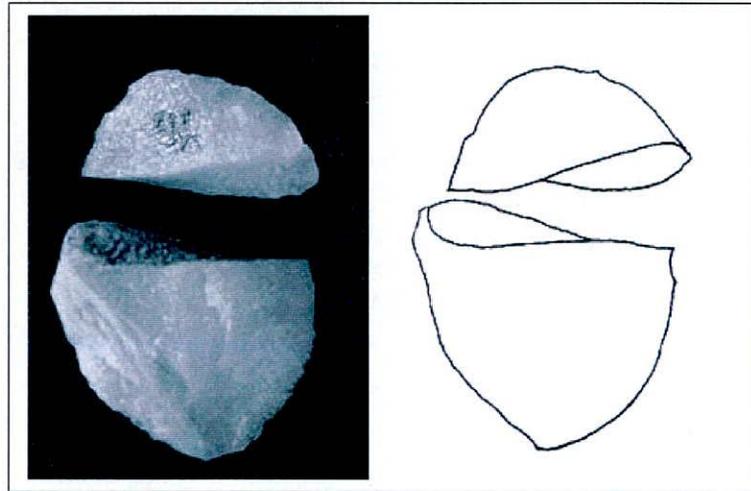


Figura 5.6. Forma geométrica de la fractura perversa

El punto de origen de la fractura:

- La fractura se origina en el borde de la pieza, en o cerca del punto de percusión. En ocasiones, la fractura se inicia en el lugar del golpe, pero no termina de desarrollarse. Otro golpe, alejado del punto de origen inicial puede hacer que la fractura termine de completarse, pero no es este último golpe el que la origina.

La forma de la superficie de fractura:

- Esta fractura es la única cuya superficie de fractura tiene forma *helicoidal*. Todas las demás fracturas tienen forma *normal*.

FRACTURA LATERAL

La fractura lateral (“*lateral snap*”) fue definida por primera vez por Johnson (1979), tomando como referencia piezas arqueológicas para hacer una clasificación de fracturas por errores de talla en bifaces. De acuerdo con Johnson (op. cit.) es la fractura denominada “*end shock*” por Crabtree (1972). La *amputación* o “*end shock*” es un tipo especial de fractura curvada que se produce sólo durante la manufactura, por la aplicación de fuerza excesiva durante la percusión, en piezas que están mal sostenidas (Crabtree 1972; Lintz y Dockall 2002).

Rondeau, en 1981, presenta una revisión de la clasificación de Johnson (op. cit.), en la que propone “una segunda forma de fractura lateral que no es resultado de *end shock*” (Rondeau 1981:10), que se origina en el punto de aplicación de la fuerza, a causa de un golpe que impacta lejos de la plataforma de percusión, hacia adentro de la cara de la pieza. Esto determina una serie de características que son distintivas de este tipo de fractura:

El impacto del golpe un poco hacia adentro de la cara del artefacto, provoca un “**mordisco**” de la plataforma de percusión, como resultado de la extracción de parte del borde de la pieza. Este golpe a su vez extrae una lasca. Esta extracción deja un negativo de lascado grande, profundo y generalmente más ancho que largo, con una silueta similar a la del “mordisco” de la plataforma. Este último negativo suele ser más pronunciado en profundidad y en superficie que los otros lascados de la pieza. Finalmente, la fractura que rompe el artefacto, es una fractura transversal que corta el negativo de lascado por el centro, generalmente pasando por el negativo del bulbo de percusión (Rondeau 1981) (Figura 5.7).

A raíz de esta revisión Johnson (1981) propone definir a la fractura lateral como una fractura transversal relativamente recta, que puede tener diversas causas. Finalmente propone que las roturas por un golpe directo en alguno de los lados de un artefacto, el *end shock* y las fracturas de superficies rectas, sean clasificadas como sub-clases de la fractura lateral.

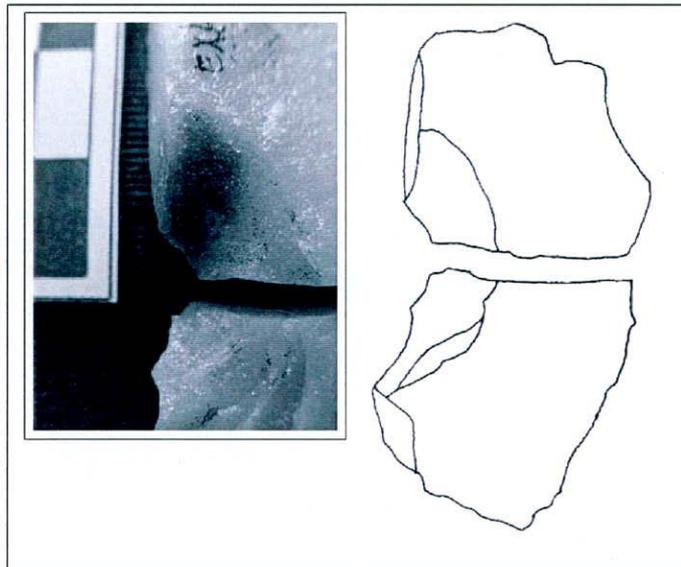


Figura 5.7. Fractura lateral. Izq. Detalle del negativo de lascado que provocó la fractura. Der. Esquema de la pieza fracturada.

Sin embargo, tanto las fracturas laterales, como el *end shock* o la fractura transversa simple, son resultado de la acción principal de fuerzas de doblado o de flexión. Por lo tanto, deberían ser variantes de las fracturas curvadas y no de la fractura lateral, como sugiere Johnson (1981). Pero, considero que las fracturas laterales tienen diferencias con otras fracturas curvadas y que deben mantenerse separadas como fracturas diagnósticas. Lo que les otorga este papel diagnóstico son las características descritas por Rondeau (1981) mencionadas arriba, que permiten identificarla en los conjuntos arqueológicos, como una fractura distintiva producto de un error de manufactura. En los experimentos presentados en el capítulo 4, en concordancia con la propuesta de Rondeau (op. cit.), estas fracturas sólo resultaron de errores de talla y en ningún otro tipo de fractura se registraron características que se confundan con las de la fractura lateral.

La posición de la fractura en relación al eje de orientación de la pieza:

- Este tipo de fractura siempre se menciona como una fractura transversal. En los experimentos del capítulo 4, también se registraron fracturas laterales de posición longitudinal. Sin embargo, aunque las fracturas fueran longitudinales en relación al eje técnico de la pieza, siempre fueron transversales o perpendiculares al eje de mayor longitud del artefacto.

La sección transversal de la fractura:

- Todas las fracturas laterales presentaron una superficie de sección transversal recta o plana ortogonal.

La forma geométrica de la fractura:

- Estas fracturas usualmente presentan forma geométrica recta. En un caso experimental se registró en un fragmento una fractura de forma cóncava, con una concavidad muy atenuada. Hacia uno de los márgenes puede observarse el negativo de lascado grande -la mitad del negativo- seccionado por la fractura.

El punto de origen de la fractura:

- Se originan en el borde de la pieza, en o cerca del punto de impacto con el percutor.

FRACTURA RECTA O *SNAP*

La palabra “*snap*” puede traducirse como *brusco* o *repentino*. El término fue utilizado inicialmente para la terminación de ciertas lascas que se producen como resultado del uso (Ho Ho Committee 1979). Se refiere a fracturas que tienen una propagación y una terminación rectas, es decir, que el camino de la fractura es relativamente estable y perpendicular a las caras de la pieza y no se desvía de este camino antes de alcanzar la superficie exterior (Fischer *et al.* 1984; Ho Ho Committee op. cit.). Aquí, sin embargo, se reserva el uso que le dan Deller y Ellis (2001). Estos autores usan la denominación *snap* para nombrar un tipo de fractura intencional, que tiene las características mencionadas arriba, junto con otras que la diferencian y permiten identificarla. La terminología se conserva aquí para las fracturas intencionales.

Se refiere entonces, a una fractura perpendicular al eje de mayor longitud del artefacto, que se inicia en una de las caras de la pieza por un golpe intencional. Sobre una

de las caras de la pieza y sobre la superficie de fractura debe presentar evidencias del punto de inicio de la fractura. Estas evidencias pueden ser, un “abultamiento” semejante a un bulbo de percusión en alguna de las superficies de fractura, en el lugar en que fue golpeado el instrumento y donde empezó a formarse un cono hertziano, antes de que la pieza se seccione en dos (Deller y Ellis op. cit.) (Figura 5.8A). Otras veces se presentan astilladuras en el punto de inicio y también puede observarse la extracción de pequeñas lascas adyacentes al punto de impacto (Figura 5.8B-C). En los casos en que los instrumentos fueron fracturados sobre una superficie dura, algunos de los fragmentos resultantes presentaron el punto de iniciación tanto en el lugar en que fueron golpeadas como en el lugar del contragolpe contra el soporte. Sin embargo, en algunas ocasiones estos rasgos también pueden estar ausentes, en cuyo caso no podrán clasificarse como *snap*.

Deller y Ellis (op. cit.), en base a experimentos con bifaces de *chert*, afirman que puede formarse un labio en la unión de la fractura con una de las caras. Esto último no se observó en las fracturas de este tipo en artefactos de ortocuarzitas GSB.

Este tipo de fracturas pudo reproducirse usando tanto percutores duros de piedra, como retocadores de asta. La mayor parte se produjeron en artefactos formatizados con sección transversal triangular y especialmente, en aquellos apoyados sobre sedimento limo-arenoso.

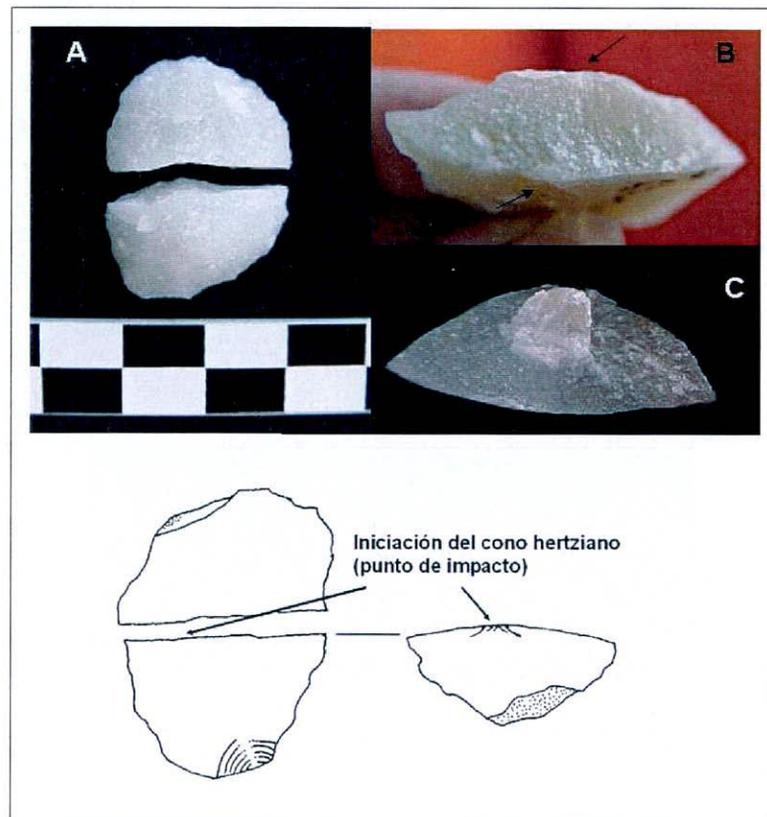


Figura 5.8. Fractura *snap*. A: indicios del punto de origen sobre el margen de la superficie de fractura. B: astilladuras y líneas convergentes al punto de impacto. C: una lasca originada por el golpe intencional que no terminó de desprenderse.

La posición de la fractura en relación al eje de orientación de la pieza:

- La mayoría de los fragmentos presentan fracturas de posición transversal.
- En menor medida las fracturas tienen posición oblicua.

La sección transversal de la fractura:

- La fractura tiene básicamente sección plana ortogonal, aunque ocasionalmente, pueden tener sección plana oblicua.
- Con una frecuencia muy baja, se registraron fragmentos de sección en charnela transversal.

La forma geométrica de la fractura:

- Básicamente la forma geométrica de la fractura es recta.
- También se registraron, pero con índices muy bajos las formas geométrica cóncava y convexa.

El punto de origen de la fractura:

- Como se mencionó arriba el punto de origen puede estar en una o en ambas caras de un artefacto. Este rasgo sobre las caras y sobre la superficie de fractura es diagnóstico de fractura intencional. Sin embargo, existen dos inconvenientes para reconocer el tipo de fractura en piezas arqueológicas. Una es que cuando encontramos fragmentos aislados, pueden confundirse con ciertos fragmentos de otras fracturas intencionales, como veremos más adelante. El segundo, es que estos rasgos pueden estar ausentes, haciendo que no podamos reconocer a los fragmentos siquiera como resultado de fractura intencional.

FRACTURA RADIAL

En las ocasiones en que se puede observar el artefacto completo, esta rotura se presenta como múltiples fracturas que convergen hacia un punto (Figura 5.9). Este punto suele estar ubicado aproximadamente en el centro de alguna de las caras de un artefacto lítico. Los planos de fractura suelen estar orientados perpendicularmente con respecto a las caras del artefacto, formando filos con una inclinación cercana a los 90° (Frison y Bradley 1980; Root *et al.* 1999). Este tipo de fractura es intencional. Se producen por un golpe deliberado en una de las caras de un artefacto lítico (Frison y Bradley 1980) y pueden ser originadas tanto con percutores de piedra como con retocadores de asta o hueso. Un golpe de este tipo provoca que se inicien en el interior del artefacto, una serie de grietas que parten desde el lugar del impacto hacia los márgenes en un patrón radial (Frison y Bradley 1980).



Figura 5.9. Fractura radial en artefactos experimentales.

¿Qué sucede cuando encontramos fragmentos aislados?

Al completarse la fractura, se generan tres o más fragmentos que pueden tener principalmente forma triangular -con los planos de fractura formando ángulos con distintas inclinaciones- (Figura 5.10A) o “forma de cuña”, que es la denominación utilizada por algunos investigadores (Deller y Ellis 2001; Frison y Bradley 1980; Root *et al.* 1999) para describir fragmentos en los que los planos de fractura forman ángulos rectos entre sí (Figura 5.10B). Ocasionalmente, alguno de los fragmentos puede presentar forma cuadrangular y rectangular. También es frecuente que alguno de los fragmentos presente un solo plano de fractura, lo que dificulta identificar el *tipo* de fractura, excepto en aquellos en los que puede observarse una grieta con patrón radial que no llegó a completar la fractura (por ejemplo ver Figura 4.12). Sin embargo, si es posible mientras se presentan otros rasgos diagnósticos, reconocer la *causa*.



Figura 5.10. Fragmentos producto de fractura radial. A: fragmentos triangulares. B: fragmentos “en forma de cuña”.

La posición de la fractura en relación al eje de orientación de la pieza:

- Los fragmentos presentan principalmente fracturas de posición en ángulo y múltiples no diferenciadas. En los experimentos, incluso las de posición múltiple, comprenden distintos planos de fractura que convergen y que son resultado de un único evento. Se ha sugerido que las puntas que se forman en el punto de confluencia de los planos de fractura, eran buscadas para usar como puntas burilantes y hendedores (Frison y Bradley 1980; Root *et al.* 1999).
- Algunos fragmentos pueden presentar fracturas de posición transversal.

La sección transversal de la fractura:

- En su mayoría las superficies de fractura tienen sección transversal plana oblicua y plana ortogonal. Según Frison y Bradley (*op. cit.*) y Root *et al.* (*op.cit.*) estos filos eran los que se buscaba crear mediante fracturas radiales, para trabajar sustancias duras como madera y hueso, para alisar la superficie de los materiales.

La forma geométrica de la fractura:

- La forma geométrica más ampliamente representada en estos fragmentos es la forma en ángulo.
- Aunque también se registraron formas geométricas de la fractura recta, cóncava y convexa, éstas representan un porcentaje muy pequeño que corresponde, generalmente, a los fragmentos con fracturas de posición transversal.
- El elevado porcentaje de formas geométricas de la fractura no diferenciados, responde a que además de los fragmentos característicos de este tipo de fractura, partes del artefacto se rompen en fragmentos muy pequeños e irregulares. Incluso muchos de estos fragmentos pasarían como desechos de talla indiferenciados.

El punto de inicio de la fractura:

- Este es uno de los atributos más importantes para reconocer estas fracturas. Para que un fragmento, sea éste triangular, en forma de cuña, etc, pueda ser caracterizado como resultado de fractura intencional, necesariamente debe presentar el punto de inicio al menos sobre una de las caras del artefacto y/o estrías divergentes sobre la superficie de fractura. En los fragmentos con fracturas en ángulo, el punto de inicio suele encontrarse en el vértice sobre el que confluyen dos planos de fractura. Desde allí se extienden, sobre la superficie de fractura, las ondas de percusión que confluyen hacia el punto del golpe sobre la cara. A veces también se presentan astilladuras y pequeñas extracciones que dejan un negativo de lascado sobre la superficie de fractura (Figura 5.11).

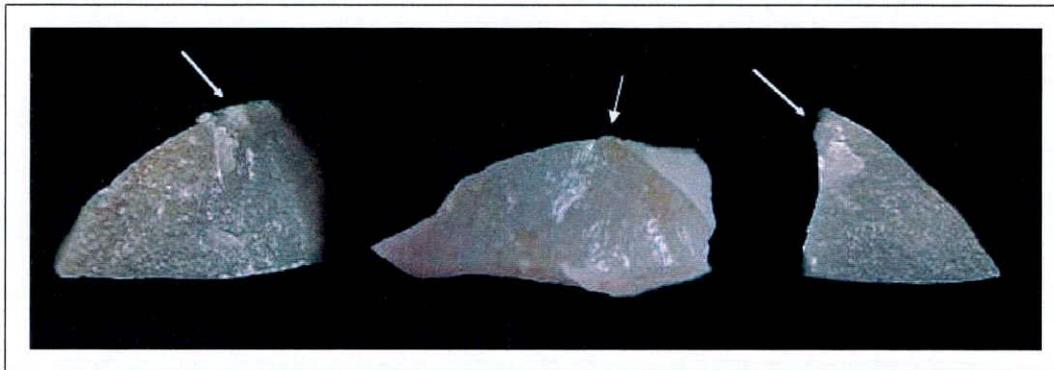


Figura 5.11. Punto de inicio y estrías divergentes sobre la superficie de fractura en fragmentos producidos por fractura radial.

- Sin estos rasgos, un fragmento que posea todas las demás características no debería considerarse producto de fractura intencional radial, ya que como se vio en el capítulo anterior, el pisoteo y los errores de talla también pueden generar fragmentos de este tipo.

FRACTURA DE CONO COMPLETO

Este tipo de fractura se produce cuando se extrae un cono hertziano (Deller y Ellis 2001) desde la superficie de una de las caras de un artefacto hasta la superficie opuesta. El cono que se extrae se fragmenta en dos o más partes, muchas de las cuales quedan reducidas a astillas. Además de la extracción de un cono, también se produce la fragmentación del resto del artefacto. Esto puede tener lugar mediante una fractura de tipo *snap* (Deller y Ellis 2001) (Figura 5.12) o mediante una fractura radial (Figura 5.12). El ensamblaje de los fragmentos dejará en el centro o cerca del centro del artefacto, el negativo de un cono hertziano (Figura 5.13).

Esta fractura también es intencional, por un golpe una de las caras de una pieza lítica y pudo ser reproducida tanto con percutores de piedra como con retocadores de asta, aunque en especial con los primeros. Principalmente se produjeron sobre piezas bifaciales de sección biconvexa y también ocurrieron en piezas bifaciales de espesor grueso con sección triangular. Otra variable de incidencia en la producción de este tipo de fracturas es la dureza de la superficie sobre la que se apoya el artefacto al golpearlo.

En la experimentación esta fractura se encontró más fuertemente vinculada a las piezas apoyadas sobre superficies duras.



Figura 5.12. Fractura de cono completo. Izq. Combinada con fractura *snap*. Der. Combinada con fractura radial.

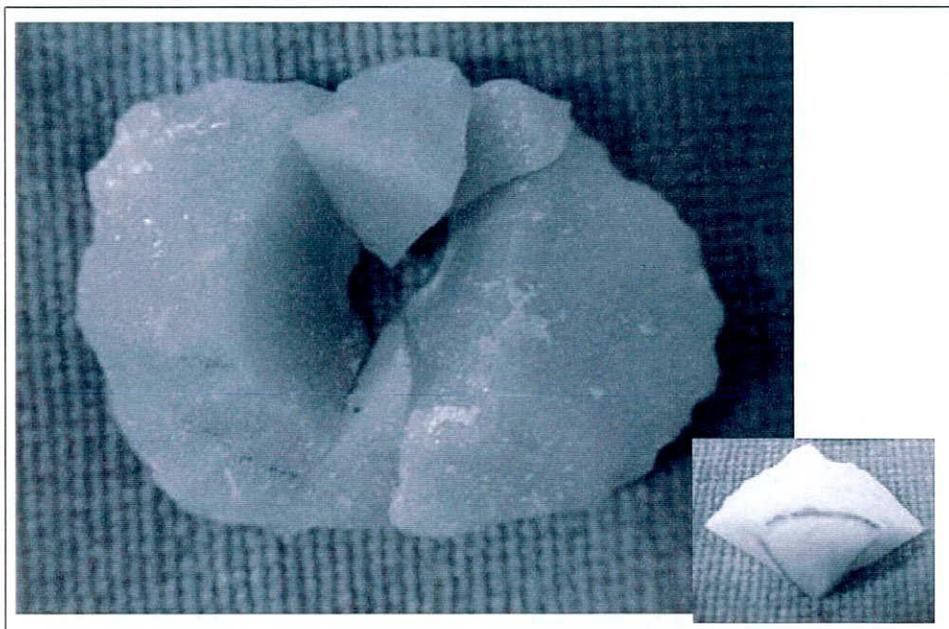


Figura 5.13. Artefacto experimental con el negativo del cono hertziano y detalle de un fragmento del cono extraído.

¿Qué sucede con los fragmentos?

Cuando ocurre este tipo de fracturas, se generan al menos tres tipos de fragmentos distintivos. Los fragmentos de conos hertzianos, que son los más diagnósticos, se producen siempre. En un número importante de los fragmentos cónicos obtenidos en la experimentación, se observa el punto de inicio de la fractura, semejante a un talón puntiforme. A partir de este punto, el fragmento se ensancha hacia el extremo opuesto delimitándose una cara curva, cóncava. El resto del contorno está conformado por uno o más planos de fractura rectos. La base del cono está constituida por una de las caras del artefacto en el extremo opuesto al punto de inicio (Figuras 5.14).

También se generan fragmentos triangulares cuando la fractura de cono completo se combina con una fractura radial. Esto fue lo que ocurrió con más frecuencia en la experimentación, contrariamente a lo afirmado por Deller y Ellis (op. cit.) A veces estos fragmentos son similares a los de las fracturas radiales, pero los más diagnósticos son aquellos que presentan un vértice del triángulo -aquél en el que confluyen los planos de fractura- truncado por una superficie de fractura de forma geométrica cóncava. Esta superficie de fractura es el negativo de parte del cono hertziano (Figura 5.15).

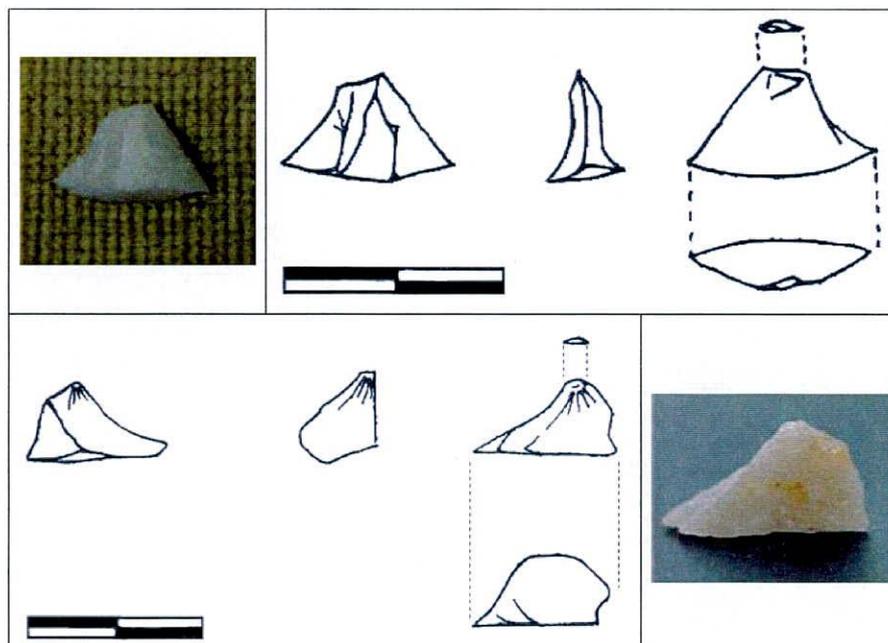


Figura 5.14. Ejemplos de fragmentos de cono hertziano.

Finalmente, es probable que el cuerpo de la pieza se separe en dos mediante una fractura *snap*. En este caso los fragmentos remanentes de la pieza tendrán un único plano de fractura, con una concavidad marcada que es el negativo del cono hertziano extraído (Figura 5.15).



Figura 5.15. Fragmentos con negativo de cono hertziano. Arriba a la derecha, fragmento triangular con el vértice cortado por una fractura de forma cóncava.

La posición de la fractura en relación al eje de orientación de la pieza:

- Los fragmentos presentan principalmente fracturas de posición múltiple no diferenciada, resultado de la fractura de cono completo combinada con la rotura radial en el resto del artefacto; asimismo pueden tener posición en ángulo.
- También puede haber fragmentos con fracturas de posición transversal y oblicua.

La sección transversal de la fractura:

- Una gran parte de las fracturas presentan sección plana ortogonal y plana oblicua. Muchas de las superficies de fractura con inclinación oblicua respecto a las caras de la pieza, no son del todo planas porque están interrumpidas en el centro por el negativo del cono hertziano.

La forma geométrica de la fractura:

- Las superficies de fractura pueden presentar forma geométrica en ángulo, recta, cóncava y convexa. En los experimentos desarrollados en esta investigación, en el 59% de los fragmentos se registró la forma geométrica en ángulo.

El punto de origen de la fractura:

- Igual que en las otras fracturas intencionales, el punto de inicio de la fractura se presenta en una de las caras del artefacto. En este caso además, suele estar asociado con los negativos cóncavos de los conos hertzianos. Este último rasgo otorga a estos fragmentos un poder diagnóstico que va más allá de la causa, ya que pueden atribuirse al tipo de fractura.

FRACTURA CURVADA

Esta fractura suele ser la más frecuente en los artefactos líticos arqueológicos (Whittaker 1995). En los experimentos realizados en esta investigación también fueron las que se registraron en mayores porcentajes y tanto aquí como en la bibliografía sobre el tema, su ocurrencia se presenta asociada a causas distintas y variadas. Frecuentemente se la describe como una fractura transversal que puede presentar un labio más o menos pronunciado o no y que no tiene evidencias del punto de iniciación de la fractura (Lintz y Dockall 2002; Sollberger 1986; Whittaker 1995) (Figura 5.16).



Figura 5.16. Fracturas curvadas. Arriba: por errores de talla. Centro: por pisoteo humano. Abajo: por impacto.

Además, algunos autores las clasifican separadas de fracturas con características similares, como la “fractura transversal simple”, el “*end shock*” y el “plano de fractura incipiente” (Johnson 1979; Lintz y Dockall 2002, ver capítulo 3). Mientras que el *end shock* es un tipo especial de fractura curvada que ocurre durante la manufactura, las otras dos fracturas pueden tener múltiples causas, pero una se caracteriza por tener posición transversal y la otra por tener su origen en grietas en el interior de las rocas. Todas pueden tener superficies de fractura planas y sin evidencias del punto de origen y el *end shock* además puede presentar un labio sobre la superficie de fractura.

Considero que excepto en el contexto de la observación directa a través de la experimentación, estos tipos de fracturas son prácticamente imposibles de diferenciar unos de otros. Distintos rasgos de las fracturas en estas definiciones se superponen y no hay ninguno que sea característico para diferenciar una de otra o la causa de origen.

A través del análisis macroscópico de las muestras experimentales, en el capítulo anterior se vio que todas las fracturas con estas características (incluidas bajo la

denominación de fracturas curvadas), se comportan de manera similar respecto a la posición de la fractura, la sección transversal de la fractura y la forma geométrica de la fractura, independientemente de la causa que las originó. Incluso esto se observa en la mayoría de las fracturas que se produjeron por uso en puntas de proyectil, a la altura de la raíz del pedúnculo -que sería denominada por Johnson (1979) "fractura de empuñadura"- en las que la recurrencia en la localización de la fractura es el único atributo que podría servir, en ocasiones, para inferir su causa. El análisis microscópico apunta a observaciones similares. Los rasgos que pueden observarse microscópicamente son prácticamente iguales para todas las fracturas curvadas.

Por esto propongo incluir todas las descripciones mencionadas como **fracturas curvadas**, especialmente cuando nos enfrentamos a materiales arqueológicos, reservando de todas maneras las otras denominaciones para los casos en que fuera posible diferenciarlas. El problema es que este tipo de fractura queda definida más por la ausencia de ciertos rasgos al compararlas con otros tipos de fracturas, que por atributos que la caractericen.

De esta manera, las fracturas curvadas incluyen aquellas roturas, generalmente transversales, que no presentan indicios del punto de origen de la fractura ni de la causa de origen (Figura 5.17). Pueden ocurrir como resultado de errores de talla, tanto mediante talla por percusión como por presión, por un golpe demasiado fuerte o por estar mal sostenida la pieza por alguno de los extremos, lo que hace que el material se doble y se rompa si se exceden sus límites elásticos (Crabtree 1972). También pueden ocurrir por pisoteo, por uso y en puntas de proyectil, también por impacto (Cotterell y Kamminga 1987; Fischer *et al.* 1984; Frison y Bradley 1980; Sollberger 1986; Whittaker 1995). Algo que sí caracteriza a estas roturas, como veremos, es una amplia variabilidad que presentan respecto a los atributos de la fractura.



Figura 5.17. Superficie de fractura en una fractura curvada.

Antes de enumerar los rasgos de las fracturas curvadas, se presenta una clasificación particular para este tipo de fracturas, realizada por Fischer *et al.* (1984) con el objetivo de identificar fracturas diagnósticas en puntas de proyectil. Estos autores diferencian seis fracturas curvadas, de acuerdo a la propagación y la terminación de la fractura. Cinco de estas fracturas no son diagnósticas del uso de puntas de proyectil, ya que también pueden ocurrir durante la manufactura, por pisoteo o por caídas accidentales de piedras sobre cualquier tipo de artefacto. A continuación se describen esas cinco, cuyas características son extensivas a cualquier tipo de artefacto. Las fracturas diagnósticas del uso de puntas de proyectil se presentan en otro apartado.

Fischer *et al.* (*op. cit.*), como se introdujo en el capítulo 3 diferencian:

Fracturas de iniciación curvada: cuando la fractura se inicia en un lugar alejado al punto de impacto, en un sector amplio sobre una de las caras de la pieza y no en un punto (como se iniciaría una fractura hertziana o concoidal) y presenta una sección recta o convexa (Figura 5.18 A).

Fracturas curvadas con terminación normal: cuando la fractura tiene iniciación curvada y se propaga en forma paralela a las caras de la pieza, cortando la cara opuesta a la del inicio en un ángulo agudo (Figura 5.18 B).

Fracturas curvadas con terminación en chamela: la iniciación y la propagación de la fractura son similares a la anterior, pero la terminación de la fractura corta la cara opuesta con una curva de más de 90° (Figura 5.18 C).

Fractura curvada con terminación recta: la fractura tiene una iniciación curvada, el camino de propagación hasta la terminación es más o menos estable y perpendicular a las caras de la pieza, sin tener nunca un recorrido paralelo a las mismas (Figura 5.18 D). Estas últimas fueron las más frecuentes en los artefactos experimentales de ortocuarcita GSB, tanto por pisoteo y uso como durante la talla.

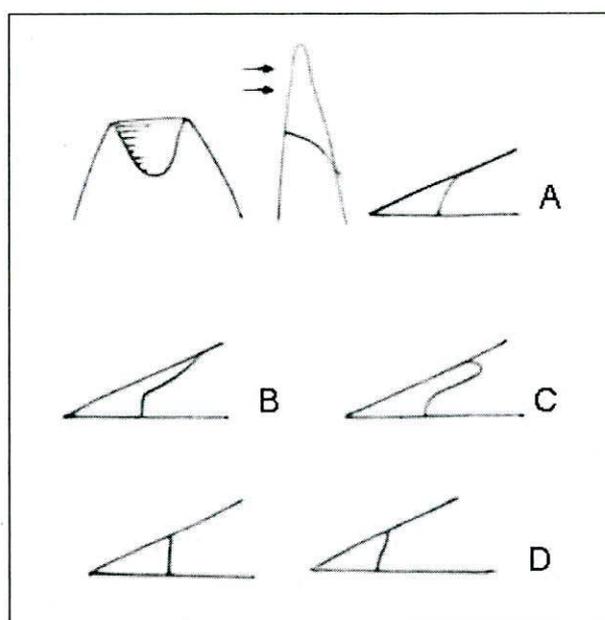


Figura 5.18. Terminaciones de fracturas curvadas según Fischer *et al.* (1984). A: fractura curvada. B: terminación normal. C: terminación en chamela. D: terminación recta.

Estas fracturas pueden producirse en el ápice de las puntas de proyectil, en el centro de la pieza o en la base (Dockall 1997; Fischer *et al.* 1984; Truncer 1988), así como en cualquier parte del cuerpo de la pieza en otros tipos de artefactos (Fischer *et al.* op. cit.). En última instancia, estas diferencias en la terminación de la fractura, determinan distintas secciones transversales de las fracturas. En el experimento de uso de puntas de proyectil *cola de pescado* de ortocuarcitas GSB, la mayoría de las fracturas a la altura de la raíz del pedúnculo, son fracturas curvadas de terminación recta.

La posición de la fractura en relación al eje de orientación de la pieza:

- En su gran mayoría estas fracturas presentan posición transversal y en menor medida oblicua. Las escasas fracturas de posición longitudinal, al igual que en los otros tipos de fractura, son perpendiculares al eje de mayor longitud de la pieza.
- Algunas de estas fracturas presentaron posición en ángulo y múltiple no diferenciada. En los experimentos se presentaron asociadas casi exclusivamente a los artefactos formatizados fracturados por pisoteo, sobre suelo de ladrillo. Sin embargo, algunos autores mencionan fracturas múltiples durante la manufactura (Callahan 1979; Frison y Bradley 1980; Nami 1983).

La sección transversal de la fractura:

- La mayoría de las fracturas, cualquiera sea su origen, suelen presentar sección transversal plana ortogonal (Figura 5.19A). Sin embargo, estas fracturas son las que presentaron mayor variabilidad respecto a este atributo.
- Otras secciones transversales que puede presentar la fractura son: plana oblicua (Figura 5.19B), en charnela transversal, cóncava-convexa transversal y cóncava-convexa oblicua. Las dos últimas fracturas son las que representan las fracturas curvadas que presentan un “labio” sobre la superficie de fractura (Figura 5.19C).

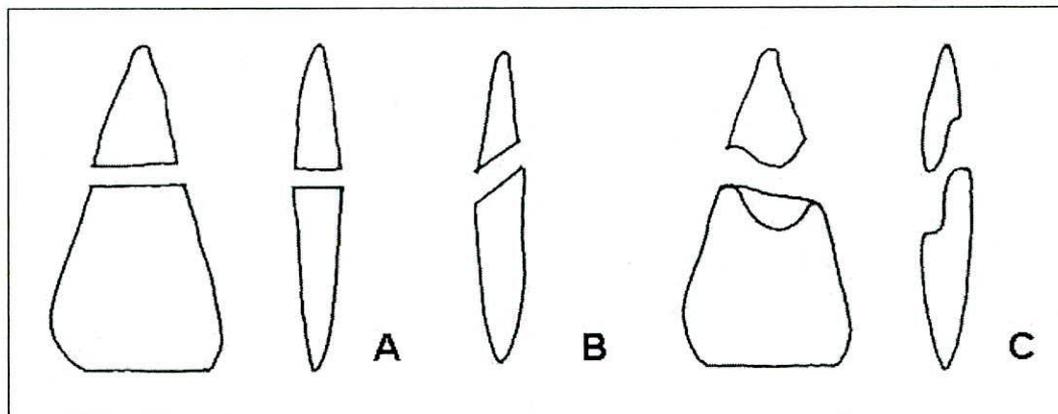


Figura 5.19. Sección transversal en fracturas curvadas. A: plana ortogonal. B: plana oblicua. C: cóncava-convexa oblicua.

La forma geométrica de la fractura:

- Principalmente presentan forma geométrica recta.
- También pueden tener forma geométrica cóncava, convexa o en ángulo. Esta última se vincula con fracturas de posición múltiple y en ángulo, asociadas principalmente al pisoteo, aunque no debe descartarse que puedan ocurrir por errores de talla.

El punto de origen de la fractura:

- Estas fracturas se inician en un lugar alejado al punto de aplicación de la fuerza y no suelen presentar indicios del punto de origen.
- Cuando un artefacto es pisoteado, la fractura se inicia en la cara opuesta al pisoteo. En ocasiones es posible ver la dirección de las ondas de fractura, que se mueven desde una cara hacia la opuesta.
- Otras veces, como se observó en ciertos artefactos fracturados durante la manufactura, las ondas se ven más inclinadas hacia alguno de los márgenes. También es posible, aunque estas fracturas no tengan indicios claros de su origen, que las fracturas curvadas por errores de talla, estén asociadas a plataformas destacadas que no fueron extraídas o a otros errores de talla,

como por ejemplo, volúmenes de roca formados por la acumulación de extracciones con terminaciones quebradas o en charnela.

FRACTURA CURVADA CON TERMINACIÓN QUEBRADA

Esta fractura curvada se describe por separado, porque es considerada diagnóstica del uso de puntas líticas como puntas de proyectil (Fischer *et al.* 1984). Como cualquier fractura curvada, se inicia en un lugar alejado del punto de aplicación de la fuerza en una de las caras de la pieza. El camino de la fractura se desvía y corre paralelo a las caras de la punta, pero antes de alcanzar la superficie opuesta vuelve a cambiar abruptamente de dirección, cortando la superficie en un ángulo recto (Fischer *et al.* op. cit.). Esta rotura puede ocurrir en el ápice de las puntas, con la extracción de una lasca de terminación quebrada (Figura 5.20A) o de varias lascas con esta terminación agrupadas en el extremo distal. Pero también puede localizarse en los sectores medios, en el pedúnculo o en la base de la pieza (Fischer *et al.* op. cit.; Odell y Cowan 1986) (Figura 5.20).

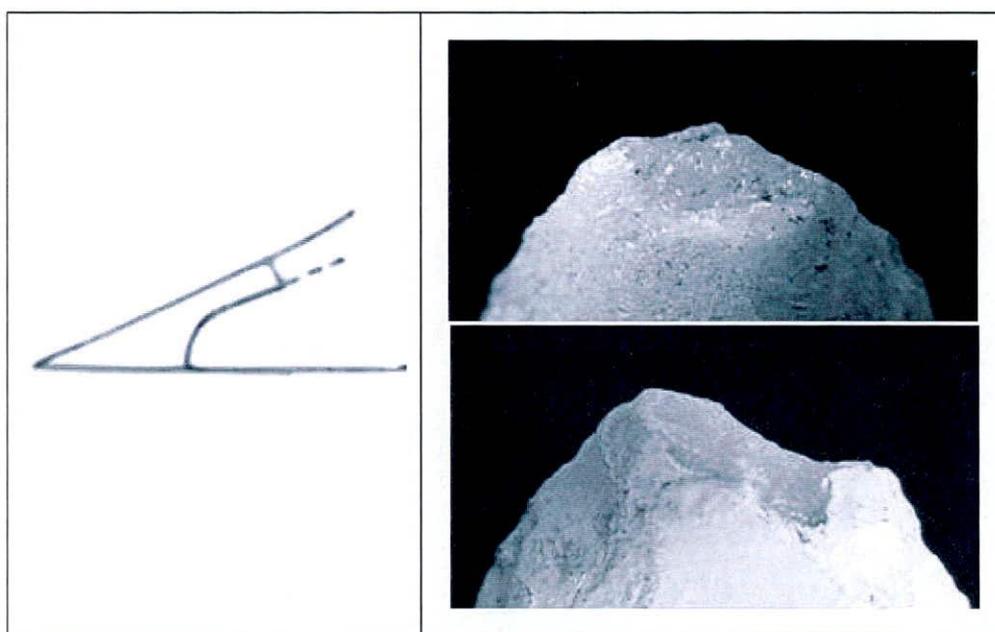


Figura 5.20. Fractura curvada con terminación quebrada. Izq. Esquema de la fractura en el ápice de un artefacto (adaptado de Fischer *et al.* 1984). Der. Fractura en punta de proyectil *cola de pescado* experimental.

En el experimento realizado con puntas *cola de pescado*, dos piezas presentan esta fractura en el ápice. Las características presentadas abajo intentan abarcar todas las formas en que puede presentarse esta fractura y se basan por lo tanto, en estas piezas y en las figuras del trabajo de Fischer *et al.* (1984) y Odell y Cowan (1986), especialmente para aquellas que se producen dentro del cuerpo de la punta.

La sección transversal de la fractura:

- En charnela oblicua

La forma geométrica de la fractura:

- La forma geométrica, sobre la cara en la que se inicia la fractura curvada, es recta.

El punto de origen de la fractura:

- Al igual que cualquier fractura curvada, no presenta indicios del punto de origen, que se encuentra sobre la cara que presenta la fractura de forma recta.

FRACTURA DERIVADA

Esta fractura resulta de la combinación de dos fracturas. Son fracturas cónicas - extracciones de lascas con iniciación hertziana- que se desprenden desde el borde de la superficie de una fractura curvada que fragmenta la pieza en dos y que eliminan parte de la superficie original de la pieza (Fischer *et al.* 1984) (Figura 5.21). Estas fracturas pueden ocurrir por impacto en puntas de proyectil, por pisoteo (Fischer *et al.* op. cit.) o por fracturas de manufactura; Nami (1983) registró “hipermicroretoques” o “retoques espontáneos” sobre el borde de fracturas perversas.

Sin embargo, estas fracturas son consideradas diagnósticas del uso de puntas de proyectil de acuerdo con dos criterios: 1) siempre son diagnósticas si se presentan sobre ambas caras de la pieza, 2) si están sobre una sola de las caras, deben tener 1mm o más en puntas de flecha y 6mm o más en puntas de dardo o de lanza.

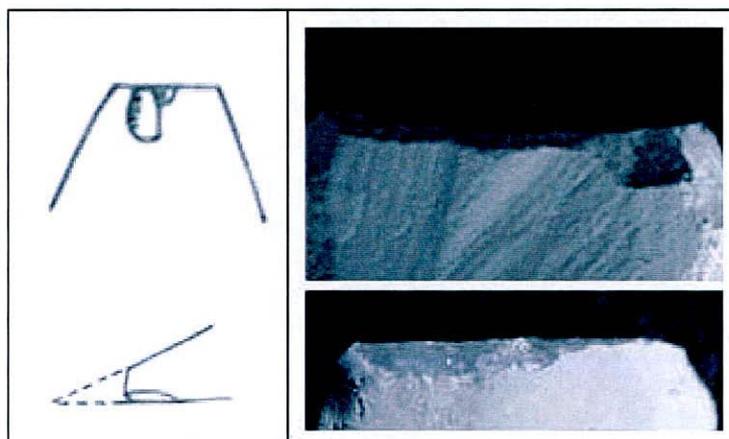


Figura 5.21. Fractura derivada. Izq. Esquema adaptado de Fischer *et al.* 1984. Der. Detalle de fracturas derivadas en puntas de proyectil *cola de pescado* experimentales.

El tamaño de las fracturas derivadas está determinado, según Fischer *et al.* (op. cit.), por el carácter de las fuerzas que producen las fracturas curvadas. Como se vio en el capítulo 2, las fracturas curvadas que se producen en los artefactos por pisoteo o por errores de talla, resultan de esfuerzos perpendiculares a las caras de la pieza. La presión sobre las caras de la pieza pone en funcionamiento la acción de fuerzas de flexión a doblado que ponen una parte de las partículas de la roca en tensión y otra parte bajo stress de compresión (Sollberger 1986) (ver Figura 2.5). Cuando la roca se rompe, las superficies de fractura pueden ejercer presión una sobre otra, desprendiendo lascas (fracturas derivadas) pequeñas (Fischer *et al.* op. cit.). Pero cuando una punta de proyectil impacta sobre una superficie, la presión ejercida es paralela a las caras de la pieza, en vez de perpendicular. Una vez que se produce la fractura curvada, la punta puede mantener energía acumulada que hace que entre las superficies de fractura se ejerza una presión más fuerte que en el caso anterior. Esto, sumado a la orientación de las fuerzas puede provocar la extracción de lascas más grandes a partir de las superficies de fractura (Figura 5.22). El criterio del tamaño diagnóstico de estas fracturas derivadas como resultado del

uso está en relación con el tamaño de la punta de proyectil., cuanto más grande sea la punta, más grandes deben ser las fracturas derivadas (Fischer *et al.* op. cit.). Considero que el tamaño diagnóstico para tipos específicos de puntas debe ser evaluado a partir de la experimentación.

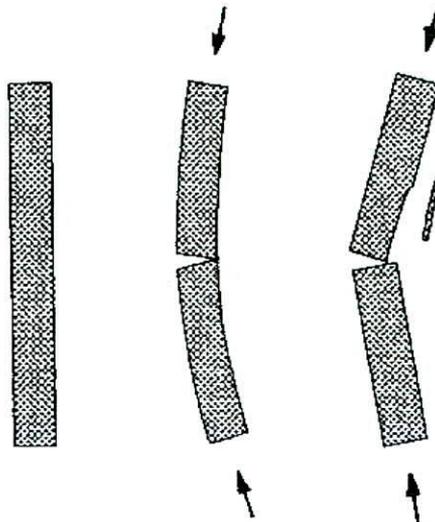


Figura 5.22. Esquema de una punta sometida a fuerzas de doblado por presión paralela a las caras de la pieza.

ACANALADURA DE IMPACTO

Esta fractura se presenta en puntas de proyectil como negativos de lascados orientados longitudinalmente (Odell 1981; Whittaker 1995; Lintz y Dockal 2002). Generalmente se originan hacia el extremo distal del limbo, aunque también pueden originarse cerca de la porción mesial, contrariamente a lo que ocurre con las acanaladuras intencionales en la manufactura de ciertas puntas de proyectil, que se originan desde la base. El impacto de la punta de proyectil sobre sustancias duras, como hueso o madera, provoca una fractura que se propaga a largo de la superficie de la punta, por el centro de una de las caras, dejando un negativo similar al de una lasca de acanaladura (Odell y Cowan 1986; Whittaker 1995). Varios investigadores consideran esta fractura como diagnóstica del uso de puntas de proyectil (Odell 1981; Odell y Cowan 1986; Titmus y Woods 1986; Whittaker 1995).

Dockall (1997) la denomina “macrofractura longitudinal” y afirma que no necesariamente deben estar representadas por un solo negativo de lascado grande (Figura 5.23 Izq.), sino que también puede presentar múltiples negativos de lascado más pequeños (Figura 5.23. Der.). Este último autor incluye en esta categoría todas las variedades de terminaciones de fracturas curvadas expuestas por Fischer *et al.* (1984) y detalladas más arriba junto a las fracturas curvadas. Además incluye un tipo de daño del ápice que aún no fue presentado, que es el que Fischer *et al.* (op. cit.) distinguen como “fractura de iniciación cónica”. Estas fracturas resultan de la acción de las fuerzas sobre un área pequeña, puntual, que muestra un perfil cóncavo (Figura 5.24). Estas fracturas no son diagnósticas del uso de puntas de proyectil (Fischer *et al.* op. cit.). Aparentemente estas caracterizaciones se refieren a distintas fracturas, las “fracturas de iniciación cónica” son pequeñas lascas que se desprenden del ápice o de los márgenes de la punta, mientras que la “acanaladura de impacto” se refiere a una lasca grande, que desprende gran parte de la superficie de la pieza, que tiene iniciación curvada y que puede tener distintas terminaciones.

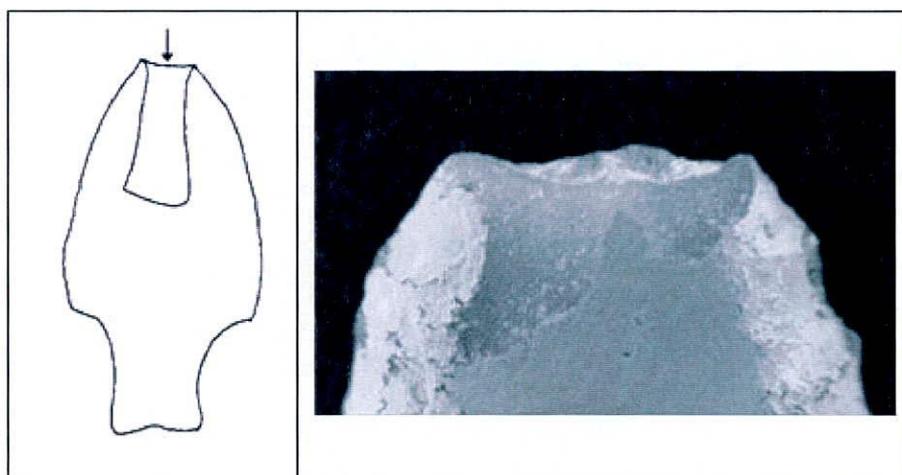


Figura 5.23. Acanaladura de impacto. Izq. Esquema adaptado de Whittaker (1995). Der. Detalle de acanaladura de impacto acompañada de extracciones pequeñas y astilladura del ápice en punta de proyectil *cola de pescado* experimental.

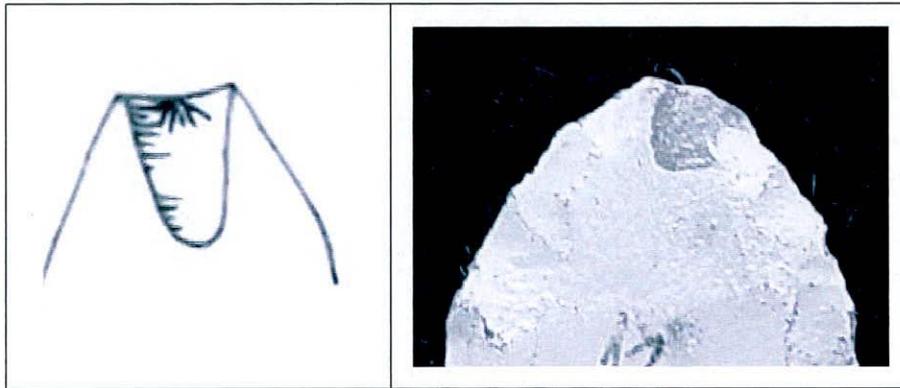


Figura 5.24. Fractura de iniciación cónica en puntas de proyectil. Izq. Esquema adaptado de Fischer *et al.* 1984. Der. Ápice fracturado de punta de proyectil *cola de pescado* experimental.

BURINACIÓN DE IMPACTO

Esta fractura, al igual que la anterior, se presenta en puntas de proyectil como lascados orientados longitudinalmente. Pero en este caso, el negativo de lascado se propaga a largo de uno de los bordes de la punta, asemejándose a las extracciones mediante golpe de buril (Figura 5.25), por lo que recibió el nombre de “burinación” (Odell 1981; Odell y Cowan 1986; Titmus y Woods 1986) o “burinación de impacto” (Whittaker 1995). Dockall (1997) la denomina “macrofractura lateral” y observa que en ocasiones, esta fractura puede iniciarse desde el extremo proximal, propagándose por el borde hacia arriba. Al igual que la acanaladura de impacto, se considera diagnóstica del uso de puntas de proyectil por impacto directo sobre sustancias duras (Odell 1981; Odell y Cowan 1986; Titmus y Woods 1986; Whittaker 1995). Algunos autores (Moss 1983, en Dockall 1997; Whittaker 1995) agrupan ambas fracturas bajo la denominación de “impacto longitudinal”.

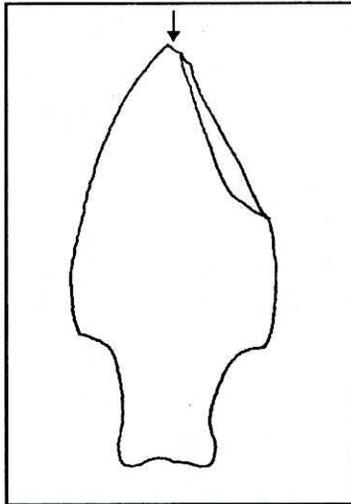


Figura 5.25. Burinación de impacto (adaptado de Whittaker 1995).

A continuación se presenta un resumen de las caracterizaciones de distintos tipos de fracturas. Como ya se mencionó en la introducción de este capítulo, esta síntesis se basa en las descripciones recopiladas de la bibliografía arqueológica y en resultados experimentales propios, por lo que puede ser modificada en base a otros resultados experimentales.

TIPO DE FRACTURA	ATRIBUTOS DESCRIPTIVOS (<i>sensu</i> Aschero 1975, 1983)	CAUSA
PERVERSA	<p>POSICIÓN: Transversal. Oblicua.</p> <p>Sección: Cóncava-convexa oblicua.</p> <p>Cóncava-convexa transversal.</p> <p>Forma geométrica: Cóncava-convexa.</p> <p>Punto de origen: Borde</p> <p>Forma de la superficie: helicoidal</p>	Error de talla
LATERAL	<p>POSICIÓN: Transversal.</p> <p>Sección: Plana ortogonal.</p> <p>Forma geométrica: Recta Cóncava Convexa</p> <p>Punto de origen: Borde</p> <p>Forma de la superficie: normal</p>	Error de talla
RECTA O SNAP	<p>POSICIÓN: Transversal Oblicua</p> <p>Sección: Plana ortogonal Plana oblicua</p> <p>En charnela</p> <p>transversal</p> <p>Forma geométrica: Recta Cóncava Convexa</p> <p>Punto de origen: Cara</p> <p>Forma de la superficie: normal</p>	Intencional
RADIAL	<p>POSICIÓN: En ángulo Múltiples no diferenciadas</p> <p>Transversal</p> <p>Sección: Plana oblicua Plana ortogonal</p> <p>Forma geométrica: En ángulo Recta Cóncava Convexa</p> <p>Punto de origen: Cara</p> <p>Forma de la superficie: normal</p>	Intencional
CONO COMPLETO	<p>POSICIÓN: Múltiples no diferenciadas</p> <p>En ángulo Transversal Oblicua</p> <p>Sección: Plana ortogonal Plana oblicua</p> <p>Forma geométrica: En ángulo Recta Cóncava</p>	Intencional

		Convexa <u>Punto de origen:</u> cara <u>Forma de la superficie:</u> normal	
CURVADA		<u>POSICIÓN:</u> Transversal Oblicua En ángulo Múltiples no diferenciadas <u>Sección:</u> Plana ortogonal Plana oblicua En charnela transversal Cóncava-convexa transversal Cóncava-convexa oblicua <u>Forma geométrica:</u> Recta Cóncava Convexa En ángulo <u>Punto de origen:</u> no diferenciado. Alejado del punto de aplicación de la fuerza <u>Forma de la superficie:</u> normal	Error de talla Pisoteo Uso Impacto
CURVADA TERMINACIÓN QUEBRADA	CON	<u>POSICIÓN:</u> ¿? <u>Sección:</u> En charnela oblicua <u>Forma geométrica:</u> Recta <u>Punto de origen:</u> Alejado del punto de aplicación de la fuerza <u>Forma de la superficie:</u> normal	Impacto
FRACTURA DERIVADA		<u>POSICIÓN:</u> longitudinal sobre la/las caras de la pieza <u>Punto de origen:</u> a partir de una fractura curvada	Impacto (diagnóstica cuando se presenta en ambas caras o con long de 1mm o más – en puntas de flecha-6mm o más –en puntas de dardo o lanza arrojadiza-) Pisoteo Manufactura
ACANALADURA IMPACTO	DE	<u>POSICIÓN:</u> longitudinal, a lo largo de la cara de la pieza <u>Punto de origen:</u> ápice	Impacto
BURINACIÓN IMPACTO	DE	<u>POSICIÓN:</u> longitudinal, a lo largo del borde o filo de la pieza <u>Punto de origen:</u> ápice	Impacto