

de L'Horta Sud, unas rachas de viento del W y NW algo menos fuertes que las del piedemonte interior, por el efecto de divergencia orográfica del relieve que circunda la comarca, una mayor humedad ambiental por la cercanía al mar... Pero esto no dejan de ser hipótesis razonables, pues la presencia de una masa urbana compacta con alrededor de un millón de habitantes impide disponer de datos climáticos representativos de este 'clima natural' y nos obliga a considerar un clima modificado: el 'clima urbano' de Valencia.

El río Turia

[PILAR CARMONA –UVEG–]

El río Turia tiene una longitud de 280 km y una cuenca de drenaje de 6.393 km², con relieves en su cabecera con altitudes entre 1.800–2.000 m snm. En su cuenca alta predominan las litologías calcáreas y el drenaje subterráneo regula de forma natural los caudales de cabecera de las cuen-



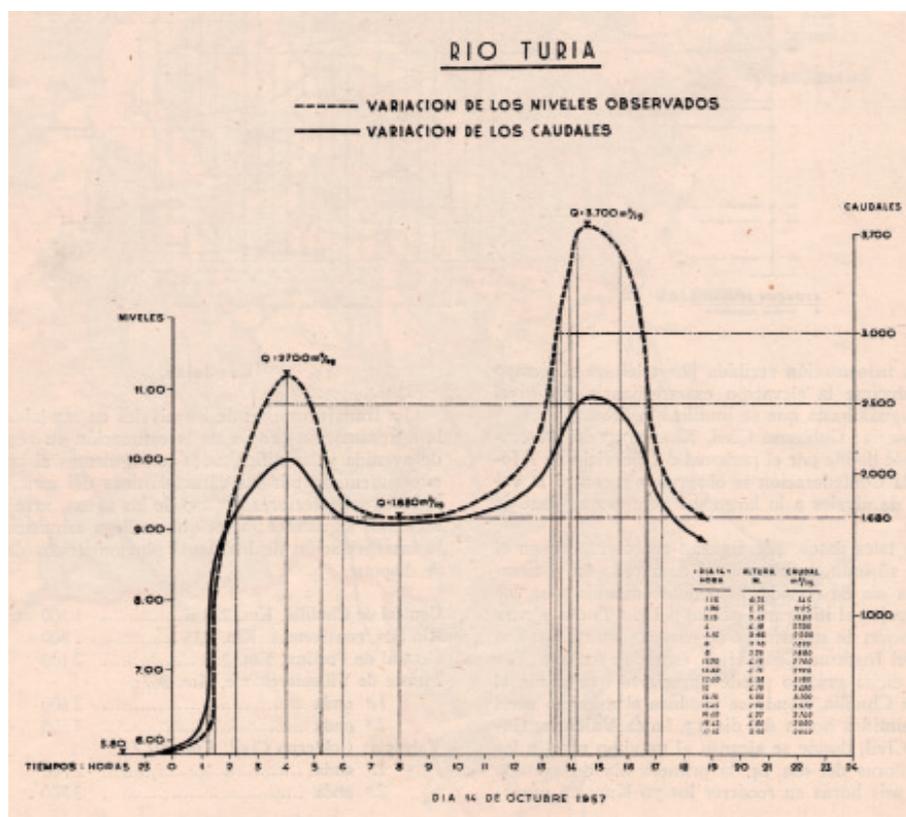
El río Turia tiene una longitud de 280 km y una cuenca de drenaje de 6.393 km², con relieves en su cabecera con altitudes entre 1.800–2.000 m snm. En su cuenca alta predominan las litologías calcáreas y el drenaje subterráneo regula de forma natural los caudales de cabecera de las cuencas.

El régimen natural presenta aguas altas de enero a junio, con pico de origen pluvionival en marzo y un pico secundario en junio asociado a las tormentas primaverales de la cordillera ibérica. Las aguas bajas se producen de julio a diciembre con mínimo en agosto.

Valle de Sollavientos, cabecera del Alfambra. Foto: J.M. Ruiz.

El río Ebrón, afluente del Turia a su paso por el Rincón de Ademuz. Foto: J.M. Ruiz.





cas. Los caudales medios antes de la construcción de los embalses de regulación (MASACHS, 1948) eran de 14'7 m³/seg en Manises. El régimen natural presenta aguas altas de enero a junio, con pico de origen pluvionival en marzo y un pico secundario en junio asociado a las tormentas primaverales de la cordillera ibérica. Las aguas bajas se producen de julio a diciembre con mínimo en agosto. Durante fuertes episodios de sequía el Turia podía perder el flujo basal en la ciudad de Valencia, aunque la extracción de agua para el regadío es lo que mengua las aguas en la cuenca baja. El río Turia presenta rasgos hidrológicos intermedios entre los cursos fluviales perennes, como el río Júcar, y los cursos efímeros de las «ramblas». Las principales obras de regulación son el embalse de Benagéber, de 228 hm³ de capacidad (inaugurado en 1944), y el embalse de Loriguilla, de 71 hm³ de capacidad (en construcción a finales de los 1950 e inaugurado en los años 1960) (CARMONA-RUIZ, 2007).

La existencia de río Turia, con caudales perennes y cierta regularidad en sus descargas anuales (alrededor de 15 m³/seg o unos 470 hm³/año), permitió la creación del sistema de regadíos de la Huerta de Valencia. Previamente existía la posibilidad de regar en el entorno de pequeños manantiales y fuentes, o en algunos sectores del Pla de Quart, como la partida de les Basses, a partir de los escasos caudales de la rambla de Poyo. El afloramiento freático en el entorno de los marjales costeros exigió el drenaje y saneamiento de algunas partidas para su puesta en cultivo. Del Turia se derivan los riegos de la huerta tradicional de la ciudad de Valencia y su entorno, a través de las acequias de Montcada, Quart, Tormos, Mislata, Mestalla, Rascanya, Favara y Rovella que captan el agua en el valle del Turia antes de entrar en la superficie de los abanicos fluviales y llanura litoral (MARCO *et al.*, 1994). Históricamente, antes de la construcción de los grandes embalses, los riegos no esta-

Los registros de crecidas aforadas del Turia dan valores en torno a 400 m³/seg (340 m³/seg el 9 de noviembre de 1932, 450 m³/seg en el mes de julio de 1933, 514 m³/seg en diciembre de 1953) y valores extraordinarios en las inundaciones catastróficas de 28 de septiembre de 1949 (2.300 m³/seg) y 14 de octubre de 1957. Durante este último gran episodio de desbordamiento se produjeron dos ondas de crecida, la primera estimada en 2.400 m³/seg y la segunda de caudal máximo instantáneo de 3.700 m³/seg.

Hidrograma de la crecida del Turia en octubre de 1957 (según Cánovas, 1958).

ban asegurados en caso de sequías prolongadas, situaciones en las que no era raro que el Turia quedase en seco a su paso por la ciudad de Valencia. Ya en la Edad Media se plantearon trasvases a la Huerta de Valencia desde el río Júcar, cuyos caudales son casi cuatro veces los del Turia.

Los caudales ordinarios proceden principalmente de la cuenca alta del Guadalaviar, en su sector noroccidental (sierra de Albarracín y macizo del Tremedal), mientras las cabeceras en la serranía de Gúdar (río Alfambra) aportan poco y se engrosan principalmente en el tramo en torno al Rincón de Ademuz (ríos Camarena, Riodeva, Ebrón y Arcos). A partir de la confluencia con este último río (junto a Santa Cruz de Moya) los caudales ya permitían la descarga de maderadas hacia Valencia, posiblemente desde época islámica. Los afluentes de la cuenca baja, de marcada irregularidad, apenas contribuyen a la esorrentía media, pero sin embargo es aquí donde se generan las crecidas que originan inundaciones de magnitud extraordinaria.

Los registros de crecidas aforadas dan valores en torno a 400 m³/seg (340 m³/seg el 9 de noviembre de 1932; 450 m³/seg en el mes de julio de 1933; 514 m³/seg en diciembre de 1953) y valores extraordinarios en las inundaciones catastróficas de 28 de septiembre de 1949 (2.300 m³/seg) y 14 de octubre de 1957. Durante este último gran episodio de desbordamiento se produjeron dos ondas de crecida, la primera estimada en 2.700 m³/seg y la segunda de caudal máximo instantáneo de 3.700 m³/seg.

La geomorfología del cauce del río Turia

La ciudad histórica se ubica sobre una terraza holocena de la margen derecha del río Turia, a cotas entre 10 y 20 metros sobre el nivel del mar, ligeramente en resalte sobre el resto de la llanura costera. Los rasgos morfológicos de esta terraza, así como el trazado natural del río, han quedado totalmente difuminados con la sedimentación fluvial y la urbanización de los siglos posteriores. No obstante la trama urbana que se conserva en algunos barrios históricos, la topografía de detalle y los datos del registro paleohidrológico y geoarqueológico permiten destacar algunos de los rasgos morfológicos más relevantes.

En primer lugar, cabe destacar la polémica que la existencia de una vaguada en la zona del Mercat suscitó entre cronistas de la ciudad, historiadores y geógrafos, ya que se identificó con una difluencia del cauce del Turia por el sur de la ciudad antigua (NEBOT, 1902; RODRIGO, 1922; ALMELA, 1957; TARRADELL, 1962; ROSELLÓ, 1980; CARMONA, 1990 y 2002; ROSSELLÓ-ESTEBAN, 2000). La historiografía muchas veces aludía al significado de dos textos latinos, el de Salustio, Hist, 2, 54, «...inter laeua moenium et dextrum flumen Turiam quod Valentiam paruo interuallo praeterfluit...» y un fragmento de un poema de Rufo Festo Avieno (*Ora Marítima*, verso 482), «Praestringit amnis Tyris, oppidum Tyrin», que durante años se invocaron para reforzar la hipótesis de la existencia de un cauce doble.

Dejando al margen la controvertida interpretación de estos textos, en un levantamiento fotogramétrico de la década de 1980, con equidistancia de curvas de nivel de un metro y abundantes cotas se aprecia nítidamente el trazado de dicha vaguada que, discurriendo por el Mercat, se dirige hacia la plaza del Ayuntamiento y, aguas abajo, confluye con el cauce del Turia en el sector de la rambla de Predicadors. Por otro lado contamos con las evidencias del registro geoarqueológico. Entre los restos arqueológicos aparecen depósitos de carga de lecho fluvial en áreas próximas a dicha vaguada, como por ejemplo

en la calle del Mar, en la calle Banys de l'Almirall y en la plaza de la Reina. Estos depósitos se relacionan con inundaciones y con procesos de rotura de la orilla de un lecho fluvial. Este dato pone en evidencia la proximidad de un cauce funcional (durante las avenidas) en este sector meridional de la ciudad, al menos en época romana e islámica (CARMONA, 2002).

También conviene resaltar desde la perspectiva histórica que el río Turia era calificado como río naval por Eiximenis y debió perder la navegabilidad durante el transcurso de la Edad Media (ROSSELLÓ, 1990). En efecto debía ser así, ya que en el registro arqueológico se ha detectado la existencia de puertos fluviales en dos sectores de la ciudad antigua, uno en un área cercana a las Torres dels Serrans y otro aguas abajo, en la orilla fluvial cercana al convento de Santo Domingo. El primero está fechado en época romano imperial (RIBERA, 2007) y el segundo en época alto medieval (LERMA-PASCUAL, 2007).

Indudablemente, este río Turia navegable de épocas romana y primeros siglos del periodo islámico debía ser muy diferente al río de época medieval. A lo largo de la Edad Media, la pérdida de caudales líquidos por el regadío y la sobrecarga sedimentaria cambiaron su morfología, dificultando progresivamente la navegación hasta impedir la de forma definitiva.

Por otro lado, en la cartografía histórica de la ciudad encontramos elementos morfológicos relacionables con cierta tipología de cauce aluvial. Muchos parcelarios de las huertas en las orillas del cauce tienen morfología de barras de acreción lateral, los barrios de Roterós y de Predicadors también presentan una morfología de barras fluviales. La formación de barras aluviales en un cauce denota procesos activos de migración lateral, como en el caso de Roterós, y procesos de difluencia del flujo en torno a una barra longitudinal o central como en el caso de la barra de Predicadors. Estos procesos son habituales en ríos de morfología trenzada o *braided*, someros, sobrecargados de sedimentos y de orillas escasamente definidas.

Según los registros geoarqueológicos de excavaciones urbanas, el cauce sufriría un progresivo proceso de «arramblamiento», evidente en la gran cantidad de derrames de grava y arena que las inundaciones dejaban en la ciudad. Los inicios de este proceso podrían remontarse al siglo X-XI (época islámica). El término «rambla» es utilizado con frecuencia en la documentación medieval para referirse a muchas zonas del cauce del Turia, significa en árabe isla o barra dentro del río y, en andalusí, arenal.

Antes de su artificialización, el río Turia era un cauce trenzado o de canales entrecruzados (*braided*) caracterizado por la difluencia del flujo entre barras o islas de sedimento grueso. El cauce mayor era ancho y poco sinuoso y, en aguas bajas, la corriente ocuparía sólo una porción menor de su lecho. Los depósitos naturales del cauce a su paso por la ciudad de Valencia denotan un ambiente geomórfico de alta energía relacionado con un cauce de gradiente pronunciado, asociado al transporte de abundante carga de lecho gruesa (RUIZ-CARMONA, 2005b). El flujo discurriría habitualmente por cauces menores entre barras emergidas cuya configuración cambiaría en cada crecida por erosión y migración. El lecho mostraría irregularidades topográficas, con zonas excavadas y zonas elevadas (barras formadas durante altos niveles de flujo, dunas, *megaripples* y *sand waves* superpuestos).

La formación de este tipo de cauce implica episodios de crecida, con una sobrecarga de sedimento que excede la competencia local del flujo y da lugar al depósito de la carga gruesa transportada por rodación y saltación. Sobre un núcleo de textura más gruesa quedan atrapados sedimentos, for-

mando una barra central que al crecer emerge dando lugar a una isla y desvía el *talweg*. Este proceso va acompañado de la erosión de las márgenes y el ensanchamiento de la sección transversal. El canal amplio, somero, de orillas poco cohesivas y poco remarcadas está sujeto a desvíos laterales y procesos de excavación y relleno del lecho. Las características de este tipo de cauces los hacen muy susceptibles a cambios morfológicos durante inundaciones catastróficas.

Inundaciones históricas del río Turia en la ciudad de Valencia

Las crónicas escritas (SALES, 1760; TEIXIDOR, 1767; CARBONERES, 1873; PORCAR, 1934; ALMELA, 1957) y, ya en los siglos XIX y XX, la prensa diaria, aportan información sobre las riadas del río Turia en la ciudad de Valencia, desde la Edad Media hasta la última acaecida en 1977.

Para épocas anteriores a la documentación escrita contamos con los registros geoarqueológicos (CARMONA, 1990 y 1991). Tal y como se ha descrito en los rasgos morfológicos de la llanura de inundación del Turia, la ciudad de Valencia se inunda desde el momento fundacional y en el registro físico de las inundaciones cabe destacar la especial virulencia de las de época islámica en el siglo X-XI, muy devastadoras por la energía que indican los depósitos.

Con posterioridad, y a lo largo de un periodo de unos 700 años (1300-2000), se contabilizan 89 sucesos de crecidas e inundaciones en el Turia. Los episodios registrados por cronistas y eruditos aportan gran cantidad de datos que permiten caracterizar la dinámica de las crecidas, así como información acerca de su magnitud y frecuencia. Muchas fuentes destacan algunas fechas, así como datos de interés paleohidrológico (altura de agua, sedimentos, magnitud, nivel de destrucción, información meteorológica añadida, etc.).

La ciudad de Valencia ha registrado frecuentes inundaciones del río que pueden agruparse en tres categorías:



La documentación histórica y el registro geoarqueológico aportan información precisa de zonas de rotura de orillas (*breach flow*), áreas inundadas de forma recurrente, altura de agua, área inundada, duración de la inundación, carga sedimentaria y datos relativos de velocidad del flujo y procesos en el cauce. Esta información permite caracterizar la dinámica del llano de inundación del Turia en época histórica.

Subsuelo del Pont dels Serrans. Rastros de la inundación del río Turia en 1517.
Foto: J.M. Ruiz.

1. Inundación de magnitud media: crecida con desbordamientos locales o inundación extensiva; puede afectar a infraestructuras en el río como azudes o puentes, sin afectar seriamente a los núcleos de población.

2. Inundación de magnitud alta: desbordamiento en el llano de inundación o terrazas bajas, con daños en tierras agrícolas e infraestructuras (acequias, azudes, caminos...), pérdida de cosechas, muerte de ganado..., afectando también a núcleos de población

3. Inundación de magnitud extrema: elevados calados y/o larga duración (días), destrucción de viviendas, murallas, víctimas mortales en núcleos de población, destrucción completa de azudes o puentes. Se pueden considerar de esta categoría las de 1328, 1358, 1406, 1427, 1517, 1776, 1897 y 1957.

La documentación histórica y el registro geoarqueológico aportan información precisa de zonas de rotura de orillas (*breach flow*), áreas inundadas de forma recurrente, altura de agua, área inundada, duración de la inundación, carga sedimentaria y datos relativos de velocidad del flujo y procesos en el cauce. Esta información permite caracterizar la dinámica del llano de inundación del Turia en época histórica. Cabe destacar la alta velocidad de flujo, la escasa anchura del llano de inundación, la frecuente rotura de orillas y la práctica inexistencia de cuencas de inundación laterales (*flood basin*) (CARMONA, 1990). Las inundaciones de magnitud extrema se producen casi exclusivamente en otoño, con la única excepción de la producida en 17 de agosto de 1358. El río presenta un porcentaje muy elevado de crecidas no otoñales, siendo el verano la segunda estación más propensa con más de la cuarta parte de los casos.

El estudio de la frecuencia de estos episodios junto con los contemporáneos del llano de inundación adyacente del río del Júcar, han permitido interpretar la concentración temporal de estos episodios en ciclos relacionados con la variabilidad climática de la pequeña Edad de Hielo (RUIZ, 2004). Aparte de las crecidas de magnitud extraordinaria, se identifican periodos con elevada frecuencia de inundaciones ordinarias en periodos de varias décadas. Por ejemplo, el final del siglo XVI y primeras décadas del siglo XVII, el último tercio del siglo XVIII y la segunda mitad del siglo XIX. También se reconocen años ‘anómalos’ con repetidas inundaciones en varios meses, como 1590, 1617 y 1783, y series de varios años consecutivos con lluvias excesivas y caudales elevados sostenidos. Un ejemplo es el quinquenio 1672-1676. Muchas de ellas no quedan registradas individualmente en las crónicas, pero se hace referencia a las repetidas avenidas de los últimos años que ocasionan daños o erosión.

La Fàbrica Nova del Riu. El encauzamiento del Turia entre pretiles en la Edad Moderna

Entre final del siglo XV y el siglo XVI se produce una gran fase aluvial, relacionada con la pequeña Edad del Hielo, durante la cual el lecho del río Turia se elevaría hasta un nivel máximo (RUIZ, 2004). Con la gran inundación de 1589 se plantea el problema de la colmatación y sobreelevación del álveo, quedando de manifiesto en un escrito del *Manual de Consells* del año 1590, donde se alerta del peligro que representan para la ciudad las avenidas del Turia: «...alguns anys ensà és stat y stà sens tenir son àlveo natural [el río] per la qual rahó, ab les avengudes y crexendes ordinàries del dit Riu, que són stades moltes y contínues, se han seguit y causat molt y notables danys, los quals, tenen necessitat de remey convenient.»

En el contexto de la pequeña Edad del Hielo, la inundación del año 1589 constituyó un punto de inflexión en la dinámica natural del río Turia, ya que a raíz de este suceso se decidió el encauzamiento completo del lecho a lo largo de su trayectoria por la ciudad de Valencia, la obra de *murs i valls*. En efecto, en el año 1591 se comenzaron las obras y se completaron en sucesivas fases hasta 1789. Como resultado de esta actuación quedó revestida la margen derecha desde la Creu de Mislata hasta Montolivet y la margen izquierda desde el puente Nuevo (o de San José) –huerta de Campanar– hasta el puente del Mar.

Pretiles históricos entre el Pont dels Serrans y el de la Trinitat.
Foto: J.M. Ruiz.

Es muy elocuente también la documentada carta en la que el rey Felipe II insta a los organismos municipales a solucionar convenientemente el problema:

...Amados y fieles nuestros, he entendido que las avenidas del Rio que passa por essa mi ciudad de Valencia han sido tales, que han mudado el [álveo] y madre del, de manera que en muchas partes se vee que esta mas alto que las riberas y orilla, y desto necesariamente se ha de seguir en ocasión de nuevas crecientes, danyos yrreparables para essa ciudad entrando por ella, como lo hizo en tiempos de atrás que se sabe que cubrio mas que mil casas y haogo grande numero de gente, y para que no se llegue a esto, por lo mucho que yo amo a esa ciudad y desseo su conservación y augmento, y el bien de sus naturales, os mando, que con cuydado extraordinario, os dispongays a tratar del remedio, tomando acuerdo sobre ello con mucho fundamento como se debe en negocio...

En el contexto de la pequeña Edad del Hielo, la inundación del año 1589 constituyó un punto de inflexión en la dinámica natural del río Turia, ya que a raíz de este suceso se decidió el encauzamiento completo del lecho a lo largo de su trayectoria por la ciudad de Valencia, la obra de *murs i valls*. En efecto, en el año 1591 se comenzaron las obras y se completaron en sucesivas fases hasta 1789 (MELIÓ, 1990). Como resultado de esta actuación quedó revestida la margen derecha desde la Creu de Mislata hasta Montolivet y la margen izquierda desde el puente Nuevo (o de San José) –huerta de Campanar– hasta el puente del Mar. La documentación que al respecto aparece en *Manual de Consells, Sotsobreria, Capitulaciones y Actas y Obra Nova del Riu* del Archivo Municipal de Valencia (MELIÓ, 1990) permite una interpretación del impacto hidrogenomorfológico que tuvo este encauzamiento en la dinámica fluvial del Turia (CARMONA, 1997).



El objetivo fundamental de la obra de pretilos era la contención y rápida evacuación de las riadas del Turia a su paso por la ciudad de Valencia. Varios problemas técnicos surgieron durante las fases de construcción. Fue necesario definir anchura y trazado, alargar en dos arcadas más el puente de San José o Pont Nou, respetar la evacuación del Vall por la última arcada del puente de la Trinitat y también «alzarlo» por estar muy hondo, enterrado cuatro o cinco palmos.

La canalización del río y algunas prácticas descritas en la documentación tuvieron gran incidencia en los procesos naturales de la corriente. El encauzamiento significó el cambio de la textura de las orillas naturales y el confinamiento de la corriente a lo largo de varios kilómetros del perfil del río. El refuerzo de orillas conforma un muro de contención que fijó definitivamente su trazado, dificultaba la apertura de brechas y facilitaba la evacuación rápida de las crecidas. Las obras de encauzamiento se completaban con la realización de prácticas tales como el enderezamiento y profundización o dragado del *talweg*. Se desviaba y enderezaba la corriente para evitar la erosión en la parte baja de los paredones.

El dragado de materiales del lecho fue una práctica común, al menos en los primeros tiempos. En especial se realizó en torno a los puentes, tal y como describe un documento de 1591.

...Convé sobretotes coses se lleven tots los depòsits que huy estan posats entre tots los ponts desdel pont nou fins lo pontó de la mar e de tal manera que nets que llíberament se descobren tots los caps dels ponts y arcades dell que noy aja cosa que impedeixca lo curs de laygua del riu fins en les soles dels ponts davall les arcades de les [...] y totes demás a nivell delles que estiga entre dits ponts...

La canalización, el dragado y la realineación de la corriente produjeron cambios en los procesos y la geomorfología del lecho. La consecuencia directa del encauzamiento entre pretilos es el aumento de la velocidad del flujo de crecida y el incremento de la capacidad de transporte de sedimentos. La corriente se abastece de materiales del lecho, ya que no puede hacerlo de las orillas reforzadas con la fábrica de piedra. Así, durante las fuertes crecidas la corriente excavaba surcos (*scour*) en el lecho, descalzaba los puentes y socavaba la parte baja del paredón que se derrumbaba en muchas ocasiones.

La falta de sedimentos de inundación de época posterior al siglo XVI en las excavaciones realizadas en los puentes (RUIZ-CARMONA, 2005b) se explica por el proceso de erosión e incisión del cauce producido por la canalización. La canalización explica el cambio de tendencia de la agradación reseñada para la Edad Media, hacia el proceso de erosión evidente en la documentación escrita en época moderna.

Solen les avengudes del riu emportasen la terra y arena del alveo de aquell, que es troba arrimada a les parets, descarnantles de manera que descobrin los fonaments de aquelles, y per a evitar lo perill de altres avengudes, si troban les dites parets descarnades, acostuma la Ilustre Junta ferles calçar, posant ena quells puestos molt reble gros de la pedrera, de manera que umpedixca el que la aygua puixa dañar dites parets per ferse en dits puestos deste reble una contra paret, que servix de gran utilitat, y així deu la Ilustre junta estar ab gran cuydado en acudir a estos reparos, per a evitar los grans danys que podien ocasionar les avengudes, si romperen alguna paret de estes noves.

(*Fábrica Nova del Riu*, siglo XVII).