

«LA CONSTRUCCIÓ ES DIVIDEIX
EN DUES CLASSES:
LA PRIMERA ÉS LA QUE EN DIREM
“CONSTRUCCIÓ MECÀNICA”
O PER GRAVETAT.
A LA SEGONA LI DIREM
“CONSTRUCCIÓ COHESIVA”,
O, PER ASSIMILACIÓ.»

«La primera es fonamenta en la resistència de qualsevol sòlid a l'acció de la gravetat quan s'oposa a un altre sòlid. D'aquestes forces conjuntives, més o menys oposades l'una a l'altre, en resulta l'equilibri de la massa total, sense tenir en compte l'esforç de cohesió del material que hi ha entre els sòlids.»



Rafael Guastavino i Moreno was born in Valencia in 1842. A master builder without formal qualifications, he was a student of Elies Rogent and Joan Torras i Guardiola at the School of Architecture in the Barcelona Polytechnic (1870-1871). Before emigrating to the United States in 1881, he built a few houses in Barcelona, such as the one on the corner of Carrer Aragó and Carrer Lluïa (1866) and what is today the Gales establishment in Passeig de Gràcia (1868). He was also responsible for a number of industrial buildings, such as the Batlló factory.

In New York, after having worked briefly as an architect, he founded the Guastavino Fireproof Construction Company, with branches in New York and Boston. With his technology, called «cohesive construction», he extended the use of the high-quality Catalan vault, which won him great prestige in the U.S. Together with his son, he supervised the construction of these ingenious vaults in more than a thousand buildings in the United States, Canada, Central and South America, India and so on. Among the most representative works of the North American company period are the St John the Divine Cathedral in New York, the elliptical vaults in McKim, Mead & White's Boston Public Library, and in the Taunton Court House, Carrere & Hastings's Central Congregational Church in Providence, archbishop Corrigan's Saint Joseph Seminary by William Schickells's company, the tiled vaults of Stone, Carpenter and Wilson's Banigan Chapel in Providence, and the building that concerns us here, the Asland Factory in Pobla de Lillet (1901).

GUASTAVINO AND «COHESIVE
CONSTRUCTION»

«Construction is divided into two classes: the first is what is called 'mechanical or gravitational construction'; the second, called 'cohesive or assimilative construction'.

The first is based on the resistance of any solid to the action of gravity when it is in opposition to another solid. These more or less opposed conjunctive forces produce the equilibrium of the total mass, without taking into account the cohesion stress of the material between the solids.

The second is based on the properties of cohesion and assimilation of various materials which, through a more or less rapid transformation, are reminiscent of natural processes when conglomerates are formed.

It is possible to give a more precise and comprehensive definition of the two systems by saying that the first, or gravity system is the one in which all the parts could be removed, one by one, and then put back together again in an identical or similar way. The Egyptian Pyramids and the Greek Temples belong to

this category. In the case of «cohesive construction», however, no part can be removed without destroying the integral whole. The cement mortar Wall of Babylon, the vaults and domes of the Assyrians, Persians, Romans and Byzantines, and the conglomerate constructions of the Middle Ages are among the constructions that belong to this category.

Guastavino considered the Egyptians to have been the inventors of the gravity system. As Aitchison had said, «Greek Architecture was a purely artistic invention; construction principles originated in Egypt». Classical architecture had converted that system, which was a simple accumulation of parts, into the purest plastic expression.

«Cohesive construction», invented by the Persians, reached moments of great splendour with the Romans and Byzantines, and in turn, great monuments were built such as the Pantheon or Caracalla's thermal baths, where builders always sought maximum resistance with a minimum of materials.

By the end of last century the use of iron as a structural element had become common practice, but given its scant fire-resistant properties it had to be given a coating of some fire-resistant material. These superimposed «skins» became just like any other decorative element which, according to Guastavino, not only did not benefit architecture, but also falsified it. For him, the iron structure, as the supporting element for a building, was comparable to the human skeleton as the support for the body. To cover the metallic structure with only the fire-resisting element would be like covering the skeleton with only nerves and skin. When connected to the brain, the body would become the expression of a «cold calculating machine», without a soul. Nature had not wanted things thus and had therefore supplied flesh, which provided both protection from the elements and physical beauty. For a building, these conditions are provided by masonry or brickwork. Brick, specially treated (fire-brick), is the element that protects the building against fire and gives it beauty, so that it becomes a work of architecture. The application of masonry and brickwork together with iron was, according to Guastavino, the procedure that could give «cohesive construction» its final thrust forward.

This impulse never came, however, and the rapid evolution of cement began gradually to displace this technology until, in the sixties, Guastavino was forced to dissolve his company.

THE ASLAND FACTORY AND
«COHESIVE CONSTRUCTION»

This factory in Pobla de Lillet, the first built by the *Compañía General de Asfaltos y Portland, S.A.*, founded in 1901 by Sr. J. Eusebi Güell i Bacigalupi, the Count of Güell, is today disused and derelict. A few minutes away from

«La segona té com a base la propietat de cohesió i assimilació de diversos materials, els quals, per transformació més o menys ràpida, recorden el treball de la natura fent conglomerats.»

«Podríem donar una definició més precisa i comprensiva dels dos sistemes tot dient que, el primer, o sistema de gravetat, és aquell en el qual totes les peces poden ser separades, una darrera l'altra, i després reconstruïdes d'una manera igual o similar. A aquesta classe pertanyen les piràmides d'Egipte i els Temples Grecs. En la «construcció cohesiva», per contra, els components no poden ser separats sense destruir la massa integral. A aquesta classe pertanyen el Mur Babilònic de morter hidràulic; les voltes i cúpules dels Assiris, Perses, Romans i Bizantins, les construccions conglomerades de l'Edat Mitjana, etc.»

Guastavino considerava els Egipcis com els inventors del sistema per gravetat. Tal com Aitchison havia dit: «*L'Arquitectura grega era una pura invenció artística, el principi constructiu era el d'Egipte*». L'arquitectura clàssica havia convertit aquell sistema, simplement d'acumulació de peces, en la més pura expressió plàstica.

La «construcció cohesiva», que tenia com a pares els Perses, havia arribat amb els romans i els bizantins en els moments de gran esplendor, i s'havien construït grans monuments i cúpules com el Panteó o les Termes de Caracalla, sempre cercant el màxim de resistència amb el mínim de material.

A finals del segle passat la utilització del ferro, com a element estructural, als edificis era ja una pràctica habitual, però a causa de la seva poca resistència al foc es feia indispensable l'aplicació d'algun recobriments ignífug. Aquestes pells sobreposades a l'estructura acabaven sent com qualsevol altre element decoratiu que, segons Guastavino, no feien cap profit a l'Arquitectura, ans al contrari, la falsejaven. Per ell, l'estructura de ferro, com a element de suport de l'edifici, era comparable a l'esquelet humà com a suport del cos. Recobrir l'estructura metàl·lica només amb l'element resistent al foc seria com recobrir el cos humà només amb la pell i els nervis. Si els connectessim al cervell seria la pura expressió d'una «màquina calculadora i freda», sense ànima. La natura no havia volgut que fos solament això i li havia proporcionat la carn. Aquesta, assegura, tanmateix, la protecció contra els elements com la bellesa externa. En un edifici aquestes condicions les hauria d'adoptar l'obra de maçoneria o de maó. El maó, amb unes condicions especials, seria l'element que protegiria contra el foc (maons refractaris) i li donaria la bellesa que faria que l'edifici fos una obra d'arquitectura. L'aplicació de la maçoneria i l'obra de maó conjuntament amb el ferro seria, segons Guastavino, el que podria donar l'empenta definitiva a la «construcció cohesiva».

Aquest impuls, però, no va arribar i la evolució ràpida del formigó va anar desplaçant progressivament aquesta tecnologia que va acabar amb la dissolució de la companyia Guastavino els anys seixanta.

← Biblioteca Pública de Boston.

Arquitectes: McKim, Mead & White, 1887-1895.

Sala de lectura de diaris. Els sostres són segons el sistema de Guastavino.

Public Library at Boston.

Architects: McKim, Mead & White, 1887-1895.

Periodical Reading Room. Guastavino's vaulting is visible in the ceiling.

Aquesta fàbrica de La Pobla de Lillet és la primera de la *Compañía General de Asfaltos y Portland, S.A.* Fundada l'any 1901 pel Sr. J. Eusebi Güell i Bacigalupi, Comte de Güell, es troba actualment fora d'ús i completament abandonada. A pocs minuts de La Pobla, se'n apareix de cop, darrera d'un revolt de la carretera, emmarcada en una estreta vall. Relliscant pel pendent del vessant sud, a l'altre costat del camí, ofereix una imatge impressionant. Recórrer l'edifici, des del mateix peu de la façana principal, entrar i sortir, recorda molt el fet de passejar entre ruïnes romanes. Espais immensos, espais petits, construcció d'obra i pedra, voltes, ferro, llum i ombra; cada element és al seu lloc. És una llàstima que una obra d'aquesta qualitat dins de l'arquitectura industrial hagi de desaparèixer consumida lentament pel temps.

L'assentament en cascada, sota mateix de les pedreres, i la proximitat al naixement de les fonts del Llobregat, són factors que facilitaven el procés de producció. El funcionament, per gravetat, recollia la primera matèria, marga i calissa, a la part superior, i passant per un sistema lineal de turbines i forns rotatoris, s'obtenia, a la base, el producte definitiu. La línia del ferrocarril, que arribava al peu de la fàbrica, portava el carbó, combustible necessari per a la producció, i distribuïa el producte un cop acabat. La construcció es va encarregar a Rafael Guastavino, arquitecte espanyol emigrat als Estats Units. Del disseny original, però, només es va construir mig edifici respecte del eix central. La resta de construccions afegides són ampliacions posteriors.

Els materials bàsics de la «construcció cohesiva» són la maçoneria de pedra i la fàbrica de maó.

L'obra de fàbrica, més lleugera i resistent al foc, és la que millor s'adaptava a l'execució de sostres en forma de voltes. Tenint en compte que la descomposició de les forces segueix la curvatura d'un arc, aquesta era la forma més adient que hauria de tenir. Per executar-ho constructivament, els materials havien de ser lleugers, de dimensió petita i el més resistents possible. El maó era, en principi, el que responia més bé a aquestes necessitats. El gruix de dos o més fulls venia determinat, en part, per les qüestions de resistència al foc. La primera capa protegia la segona. El morter té la funció primordial de donar la màxima fricció al material que uneix i de reomplir tots els intersticis i aconseguir el monolitisme.

La maçoneria, considerada més bonica, resisteix millor la intempèrie. El granit, que es la pedra més dura i que aguanta millor les gelades i la humitat, era la més feble al foc i es considerava inferior al maó. Això feia que fos idònia per estar a l'exterior.

El formigó, barreja de «pedra i morter», anomenat pedra artificial, també s'acceptava com a material de la «construcció cohesiva». Malgrat certs avantatges del formigó, no es considerava que mai pogués tenir preferència pels treballs exteriors sobre la pedra natural o el maó.

Pobla, it suddenly appears, framed by a small valley, as approached round a bend in the road.

Standing on the south slope, on the other side of the road, it is an impressive sight. To visit the building, entering and leaving by the main entrance, is very much like wandering among Roman ruins. Immense areas, small areas, stone structures, vaults, iron, light and shade: each element is in its proper place. It is a tragedy that such a magnificent example of industrial architecture should be allowed slowly to decay.

Its «cascaded» setting beneath the quarries themselves and its proximity to the source of the River Llobregat are two factors that facilitated the production process. The raw material, loam and limestone, fell by the force of gravity and was collected at the top. It then passed through a lineal system of turbines and rotating furnaces until the final product was obtained at the base. The railway line, which passed right in front of the factory, brought coal, the fuel necessary for production, and distributed the finished product. Rafael Guastavino, a Spaniard who had emigrated to the United States, was commissioned to build the factory. However, only half of the original design was actually built: the part around the central axis. The rest of the building consists of later additions.

The basic materials of «cohesive construction» are masonry and brickwork. Brickwork, being lighter and fire-resisting, is the best suited to the construction of vaults. Bearing in mind that the decomposition of forces follows the curvature of an arc, this became the ideal form for them. From the constructional point of view the materials had to be light, of small dimensions and as resistant as possible. Brick was, in essence, the material that best fulfilled such needs. Its thickness of two or more plies was determined in part by questions of resistance to fire, the first layer protecting the second. Mortar has the prime function of giving maximum friction to the joining material, filling in all the interstices, and creating a monolithic effect.

Stone masonry, considered to be more attractive, is more resistant to climatic conditions. Granite, being the hardest stone and the one that best withstands freezing and damp, is also the stone that is least fire-resistant and was therefore considered inferior to brick. For this reason it was ideal for exteriors.

Concrete, a mixture of stone and mortar called «artificial stone», also became acceptable as a material for «cohesive construction». However, despite its certain advantages, it was never thought that concrete would be given preference over masonry or brickwork for exteriors. «Imitations», said Guastavino, «will never have the beauty characteristic of noble materials».

Brickwork can be divided into three

categories:

First-class or igno-hydraulic brick, which is most resistant to intense fire on a covered surface and which withstands pressure of 2000 pounds per square inch (140 kg/cm²).

Second-class or hydraulic brick, which absorbs less water so is less fire-resistant. On the other hand, it is the most resistant to compression.

Third-class brick, which absorbs most water and is therefore the most fire resistant, although it cannot withstand the same loads as the other two.

From this one gathers that for surfaces to be protected against fire only first-class bricks can be used. Stone can only be used for surfaces that will not be exposed to fire. Using these varieties, however, all situations can be met.

With the incorporation of iron into «cohesive construction», expansion, which did not effect stone or brick structures very much, became a problem that had to be solved. In a construction of vaults and iron, the latter absorbs stress created by traction and flexion, while the vault works by compression. When there is a change of temperature, the accumulated strain in all the vault joints has to balance that of the metallic structure in order to prevent collapse. For this reason, between two long metallic elements a short vault has to be placed. The classical framework of tile vaults on metallic girders is a direct result of this concept.

Based on the study of the use of flat tiles by the Romans, as the first support for the arch construction, and of the Catalan vault, used for ladder strings, Guastavino developed his own system for covering large spans, of which the Asland factory is a fine example. The approximately three metre wide vaults rest along the length of metallic supports which are also curved in order to solve, among other questions, the problem of roof drainage.

The vault is built of flat tiles and has considerable advantages over brick ones. In the latter case, where the bricks are placed edgewise, there are joints every five or six cms, whereas in tile vaults the joints come every fifteen. Thus there is a considerable reduction in the amount of material and, consequently, in weight. At the same time there is a friction force between the parts that contributes to the stability of the whole and makes the structure self-supporting while it is being built.

In this sense the Asland factory is a practical demonstration of the «cohesive construction» system in use. On the exterior, the supporting walls of stone masonry, which is more resistant to climatic conditions but less resistant to fire; in the roof, with its wide spans, a combination of long metallic elements supporting flat-tile vaults which are more fire resistant. It is the combination of metallic structure (the skeleton) and flesh (masonry and tiles) that converts construction into architecture.

«*La imitació*», deia Guastavino, «*no tindrà mai la bellesa pròpia dels materials nobles.*»

Dins de l'obra de maó es distingien tres categories:

La de 1era. classe o igno-hidràulica. És la que més resistia el foc intens dins d'un parament cobert i suportava una pressió de 2.000 lliures/polsada quadrada (140 kg/cm²).

La 2ona. classe o hidràulica. Absorbeix menys aigua i per tant és menys resistent al foc. És, contràriament, la més resistent a la compressió.

La 3era. classe. Absorbeix més aigua i per tant és més resistent al foc (refractària), ara bé, és capaç de resistir menys càrrega.

D'això se'n desprèn que els paraments que han de ser protegits contra el foc només poden ser de la primera classe. La pedra només pot ser emprada en aquells paraments que no s'exposen al foc. Amb aquestes varietats es podrien resoldre totes les situacions.

Amb la incorporació del ferro a la «construcció cohesiva» el tema de les dilatacions, que no afectaven massa la construcció d'obra, era un problema a resoldre. En una construcció de voltes i ferro, aquest darrer element s'encarrega d'absorbir les tensions de tracció i flexió mentre que la volta treballa a compressió. Quan es produeix un canvi de temperatura la deformació acumulada de totes les juntes de la volta ha d'equilibrar la de l'element metàl·lic per evitar el colapse. Per tant, entre dos elements metàl·lics llargs s'ha d'aguantar una volta curta. El forjat clàssic de voltes de rajola sobre biguetes metàl·liques respon directament a aquest concepte.

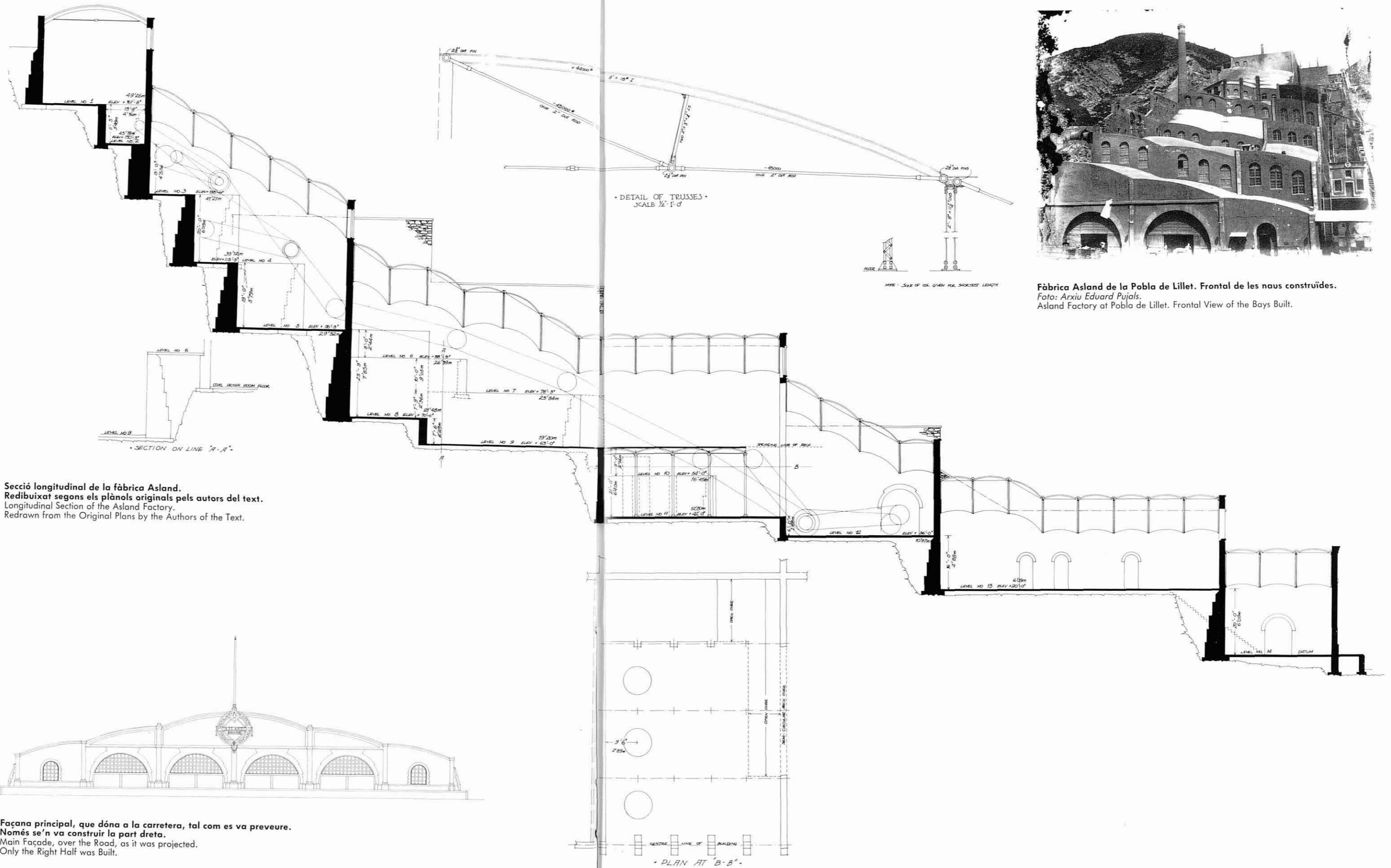
A partir de l'estudi de la utilització de la rajola plana pels romans, com a primer suport de la construcció de l'arc, i de la volta catalana o utilitzada als muntants d'escala, Guastavino va desenvolupar el seu propi sistema per a cobrir llums grans. La fàbrica Asland n'és un bon exemple. Les voltes de gran amplada, al voltant dels tres metres, se suporten contínuament sobre encavallades metàl·liques, que segueixen també una forma corba per resoldre, entre d'altres temes, el desguàs de la coberta.

La volta, feta amb rajoles planes, comporta importants avantatges respecte a la de maó. En aquesta, en posar el maó de cantell, apareixen juntes cada cinc o sis centímetres, mentre que amb rajola són cada quinze. Hi ha una reducció notable de material i per tant de pes. Al mateix temps, apareix una força de fricció entre les peces que ajuda a l'estabilitat del conjunt i la fa autoportant durant la construcció.

En aquest sentit la fàbrica Asland no és res més, o res menys, que un model pràctic construït del sistema cohesiu. A l'exterior, i com a murs portants, la maçoneria de pedra, més resistent als elements exteriors i menys al foc. La coberta, amb grans llums, és una combinació dels elements metàl·lics llargs (encavallades) que suporten voltes de rajola plana, més resistent al foc. És la combinació de l'estructura metàl·lica, l'esquelet i la carn, la maçoneria i l'obra, que fan de la construcció arquitectura.

Rafael Guastavino i Moreno va néixer a València l'any 1842. Era mestre d'obres no titular i va ser deixeble d'Elies Rogent i Joan Torras i Guardiola a l'Escola d'Arquitectura de la Politècnica de Barcelona (1870-1871). Abans d'emigrar als Estats Units, el 1881, va fer alguns edificis residencials a Barcelona com la seva casa situada al carrer d'Aragó, cantonada Llúria (1866) i l'actual botiga de Gales al Passeig de Gràcia (1868).

A Nova York, després d'exercir breument com a arquitecte, fundà la *Guastavino Fireproof Construction Company* amb delegacions a Nova York i Boston. Amb la seva tecnologia, l'anomenada Construcció Cohesiva, va estendre l'ús de la volta catalana de gran qualitat que li va valdre el renom i prestigi als Estats Units. Conjuntament amb el seu fill va supervisar la construcció de llurs enginyoses voltes a més d'un miler d'edificis dels Estats Units, Canadà, Amèrica Central i del Sud, l'Índia, etc. Entre les obres més representatives de l'etapa de la companyia nord-americana cal destacar la catedral de Saint John the Divine a Nova York, les voltes el·líptiques de la Biblioteca pública de Boston de McKim, Mead & White i de la Court House de Taunton. La Central Congregational Church a Providence de Stone, Carpenter i Wilson, i l'obra que aquí ens ocupa, la fàbrica ASLAND de La Pobla de Lillet de 1901.



Secció longitudinal de la fàbrica Asland.
Redibuixat segons els plànols originals pels autors del text.
Longitudinal Section of the Asland Factory.
Redrawn from the Original Plans by the Authors of the Text.

Façana principal, que dona a la carretera, tal com es va preveure.
Només se'n va construir la part dreta.
Main Façade, over the Road, as it was projected.
Only the Right Half was Built.



Fàbrica Asland de la Pobla de Lillet. Frontal de les naus construïdes.
Foto: Arxiu Eduard Pujals.
Asland Factory at Pobla de Lillet. Frontal View of the Bays Built.