



RESTAURACIÓN IGLESIA DE SAN PIETRO IN MONTORIO DE ROMA

RESTORATION OF SAN PIETRO IN MONTORIO CHURCH IN ROMA

Ignacio Bosch Reig, Luis Bosch Roig, Valeria Marcenac,
Nuria Salvador Luján

doi: 10.4995/ega.2018.10403

La Iglesia de San Pietro in Montorio (1473-1500), se sitúa en el monte Gianicolo, en la propiedad del Estado Español, donde está la Real Academia de España. En sus 517 años de existencia, ha experimentado ampliaciones (capillas Piedad y Raimondi, siglo xvii), derrumbes parciales (bombardeo francés de 1849 y terremoto de Avezzano en 1915), que junto a su situación geo-hidrológica, ha supuesto la realización de inadecuadas actuaciones de refuerzo estructural durante el siglo xx, produciendo un importante estado actual de deterioro. El artículo, recoge la evolución histórico-constructiva, las indagaciones para conocer el estado actual de conservación y las causas de los daños, exponiendo las actuaciones proyectadas para dar respuesta adecuada a los problemas planteados, concretadas en: control geodésico de las deformaciones; control termohigrométrico y extensométrico; nueva estructura-cubierta flotante y flexible; desecación de muros

con restauración de estucos y ornamentación; solución de acceso al campanario; accesibilidad peatonal a la Iglesia.

PALABRAS CLAVE: INVESTIGACIÓN. CONTROL. RESTAURACIÓN. FLEXIBILIDAD. ACCESIBILIDAD. MÍNIMA INTERVENCIÓN

The Church of San Pietro in Montorio (1473-1500), is located on Mount Gianicolo, on the property of the Spanish State, where is the Royal Academy of Spain. In its 517 years of existence, it has experienced extensions (chapels Piedad and Raimondi, seventeenth century), partial landslides (French bombing of 1849 and earthquake of Avezzano in 1915), which together with its geo-hydrological situation, supposedly the realization of inadequate structural reinforcement actions during the twentieth century, producing a significant current state of deterioration. The article gathers the historical-constructive evolution, the inquiries to know the current state of conservation and the causes of the damages, exposing the projected actions to give an adequate response to the problems posed, concentered in: geodetic control of the deformations; thermo-hygrometric and strain-gauge control; new floating and flexible roof structure; desiccation of walls with restoration of stuccos and ornamentation; access solution to the bell tower; pedestrian accessibility to the Church.

KEYWORDS: RESEARCH. CONTROL. RESTORATION. FLEXIBILITY. ACCESSIBILITY. MINIMAL INTERVENTION



El presente artículo, recoge los resultados más relevantes de los estudios previos, realizados por los autores, entre 2008 y 2013, en la Iglesia de San Pietro in Montorio de Roma, gracias a la sensibilidad e interés personal de los tres Directores de la Real Academia de España en Roma en dicho periodo: D^a Charo Otegui, D. Enrique Panés y D. José Antonio Bordallo. Exponiendo igualmente las propuestas más interesantes del Proyecto de Restauración que hemos realizado por encargo de la Subdirección General del Instituto del Patrimonio Cultural de España del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Encuadre histórico

San Pietro in Montorio, es muy conocido porque en el recinto del antiguo Monasterio Franciscano (referenciado desde el siglo IX en el *Libri Pontificalis Ecclesiae Ravennatis*, con la denominación de *Beati Petri quod vocatur ad Janiculum*. 1), Donato Bramante, en 1502, realizó el famoso Tempietto, joya de la arquitectura renacentista, que Sebastiano Serlio lo calificó como ejemplo de la Arquitectura Clásica 2.

Este monasterio disponía de una nave cubierta a dos aguas con acceso desde el este (mirando a la ciudad de Roma), con esbelto campanario situado en el oeste. En el siglo XII, el Papa Inocencio II, lo incorpora a los Monasterios Benedictinos de San Pancrazio y San Clemente. Pero un siglo después, el Papa Nicolás III, o el Cardenal Latino Malabranca, traspasa el monasterio a los frailes Celestinos, de forma que durante el siglo XIV, fue habitado por los monjes Ambrosianos, que se lo cedieron a las monjas Benedictinas, durante buena parte del siglo XV 3.

A partir de 1473, por iniciativa del franciscano Amadeo Mendes da Silva, en base a la bula del 16 de junio de 1472, del Papa Francisco Sixto IV, y gracias al patrocinio primero del Rey de Francia Luis XI 4 y a partir de 1480 del Rey de Aragón Fernando el Católico, se inicia la construcción del nuevo Monasterio con la Iglesia Votiva dedicada al Apóstol San Pedro, en el lugar donde la tradición desde la Edad Media, sitúa su Martirio. (Fig. 1)

El monasterio se sitúa en la ladera Este del Monte Gianicolo, denominado desde la antigüedad como Monte Áureo (*Mons Aureus*), por el tono amarillo de la tierra arcillosa mezclada con arena, que lo conforma. El Gianicolo, lugar de uso agrícola a partir de la construcción por Augusto del “Acqua Alsietina”, derivó en urbano gracias al acueducto de Trajano que traía el agua desde el lago Bracciano hasta la actual Villa Spada, junto a la puerta Aurelia. Fue el Papa Paolo V Borghese el que en 1608, lo pone de nuevo en servicio, construyendo como final, la Fontana dell’Acqua Paola, conocida como el Fontanone, obra de Giovanni Fontana.

Este tema es relevante, pues desde la Puerta Aurelia hasta San Pietro in Montorio, existe un desnivel de 26 metros, con una fuerte pendiente, cercana al 7%, de forma que la filtración de aguas sobrantes del acueducto y del Fontanone, han influido en su situación geo-hidrológica.

El proyecto, atribuido por Vasari a Baccio Pontelli, arquitecto del Papa Sixto IV, (deudor del espacio arquitectónico de una nave de los Órdenes Mendicantes), se adscribe al tipo establecido por Francesco di Giorgio Martini en su “*Esquema planimétrico de edificio religioso de sala única*”, con 6 capillas se-

This article presents the most relevant results of the previous studies, carried out by the authors, between 2008 and 2013, in the Church of San Pietro in Montorio in Rome, thanks to the sensitivity and personal interest of the three Directors of the Royal Academy of Spain in Rome in that period: Mrs. Charo Otegui, Mr. Enrique Panés and Mr. José Antonio Bordallo. Also exposing the most interesting proposals of the Restoration Project that we have made on behalf of the General Subdirectorate of the Institute of Cultural Heritage of Spain of the Ministry of Education, Culture and Sport.

Historical framing

San Pietro in Montorio, is well known because in the precincts of the old Franciscan Monastery (referenced since the 9th century in the *Libri Pontificalis Ecclesiae Ravennatis*, con la denominación de *Beati Petri quod vocatur ad Janiculum*. 1), Donato Bramante, in 1502, he made the famous Tempietto, jewel of Renaissance architecture, which Sebastiano Serlio described as an example of Classical Architecture 2.

This monastery had a covered ship to two waters with access from the east (looking at the city of Rome), with a slender bell tower located in the west. In the 12th century, Pope Innocent II incorporated it into the Benedictine Monasteries of San Pancrazio and San Clemente. But a century later, Pope Nicholas III, or Cardinal Latino Malabranca, transferred the monastery to the Celestine friars, so that during the fourteenth century, it was inhabited by the Ambrosian monks, who gave it to the Benedictine nuns, during good part of the fifteenth century 3.

From 1473, on the initiative of the Franciscan Amadeo Mendes da Silva, based on the bull of June 16, 1472, of Pope Francis Sixtus IV, and thanks to the first patronage of the King of France Louis XI and after 1480 of the King of Aragón Ferdinand the Catholic, begins the construction of the new Monastery with the Votive Church dedicated to the Apostle Saint Peter, in the place where the tradition since the Middle Ages, situates his Martyrdom. (Fig. 1)

The monastery is located on the eastern slope of Monte Gianicolo, known since ancient times as Monte Aureo (Mons Aureus),



because of the yellow tone of the clay soil mixed with sand, which makes it up. The Gianicolo, place of agricultural use from the construction by Augusto of the "Acqua Alsietina", derived in urban thanks to the aqueduct of Trajano that brought the water from the Bracciano lake to the present Villa Spada, next to the Aurelia door. It was Pope Paolo V Borghese who, in 1608, put it back into service, constructing as the end the Fontana dell'Acqua Paola, known as the Fontanone, work of Giovanni Fontana.

This issue is relevant, since from the Aurelia Gate to San Pietro in Montorio, there is a drop of 26 meters, with a steep slope, close to 7%, so that the leaching of excess water from the aqueduct and the Fontanone have influenced its geo-hydrological situation.

The project, attributed by Vasari to Baccio Pontelli, architect of Pope Sixtus IV, (debtor of the architectural space of a ship of the Mendicant Orders), is ascribed to the type established by Francesco di Giorgio Martini in his "Planimetric scheme of religious building of the hall unique", with 6 semicircular chapels on both sides," excavated "on the wall itself, and a semicircular presbytery. In our case, the presbytery is semi-decagonal and very deep, establishing the traditional "diaphragm" of the Franciscan churches, with division between the choir, space for the use of the friars, and the nave, for the use of the faithful. But the most important difference corresponds to the transept as an incipient transept, which as shown by Favia Cantatore, geometrically corresponds to the union of the chapels, 5th and 6th of each side 4.

The most reasonable hypothesis is that after the end of the presbytery in 1488, six years after the death of the Founder, the new leader, Bernardino López de Carvajal, (Ambassador of King Fernando in Rome), relies on the new Renaissance ideas and raises the layout of a transept with a dome. This meant the weakening of the north and south walls in the transept zone, going from a continuous wall of 1.60m thick to another of 0.90m interrupted by two 4m high windows. (Fig. 2)

The walls were built "to the Roman", with external factories of solid brick to rope and blight, with padding of "all one" consolidated with pozzolana.

In 1500, finished and consecrated the Church by Pope Borja Alejandro VI, the Renaissance



1

micirculares a ambos lados, "excavadas" en el propio muro, y un presbiterio semicircular.

En nuestro caso, el presbiterio es semi-decagonal y muy profundo, estableciendo el tradicional "diafragma" de las iglesias Franciscanas, con división entre el coro, espacio de uso de los frailes, y la nave, para uso de los fieles. Pero la diferencia más importante se corresponde con el transepto a modo de incipiente crucero, que según ha demostrado Favia Cantatore, geoméricamente se corresponde con la unión de las capillas, 5ª y 6ª de cada lado 5.

La hipótesis más razonable, es que tras la terminación del presbiterio en 1488, seis años después de la muerte del Fundador, el nuevo responsable, Bernardino López de Carvajal, (Embajador del Rey Fernando en Roma), se apoya en las nuevas ideas renacentistas y plantea la disposición de un transepto con cúpula. Ello, supuso el debilitamiento de los muros norte y sur en la zona del transepto, pasando de un muro continuo de 1,60m de espesor a otro de 0,90m interrumpido por dos ventanales de 4m de altura. (Fig. 2)

Los muros fueron construidos "a la romana", con fábricas externas de ladrillo macizo a soga y tizón,

con relleno de "todo uno" consolidado con puzolana.

En 1500, terminada y consagrada la Iglesia por el Papa Borja Alejandro VI, el espacio renacentista se nos muestra con toda la fuerza expresiva de su desnudez. No obstante lo anterior, cabe reconocer su deuda gótica, en el uso de las bóvedas de crucería, realizadas con fábrica de ladrillo macizo, tomado con mortero de cal.

Transformaciones a lo largo de su historia:

Durante el siglo XVI, se inicia el enriquecimiento ornamental del interior de la Iglesia con la actuación de los más destacados artistas renacentistas del momento. Así, Sebastiano del Piombo, entre 1516 y 1524, en base a un boceto de Miguel Ángel, realiza las pinturas murales al óleo, con la famosa escena central de la "La Flagelación", de la Capilla Borgherini; Giorgio Vasari, en 1551 diseña el interior de la Capilla del Monte; Rafael en 1523 realiza el cuadro "La Transfiguración", que presidió el Altar Mayor 6 (situado en el centro del presbiterio a modo de diafragma separador), hasta 1797, que fue sustraído por los franceses, de for-

1. Planta de Roma, 1474. Alessandro Strozzi
2. Planta, alzado y de la 1ª Fase de la evolución histórico-constructiva

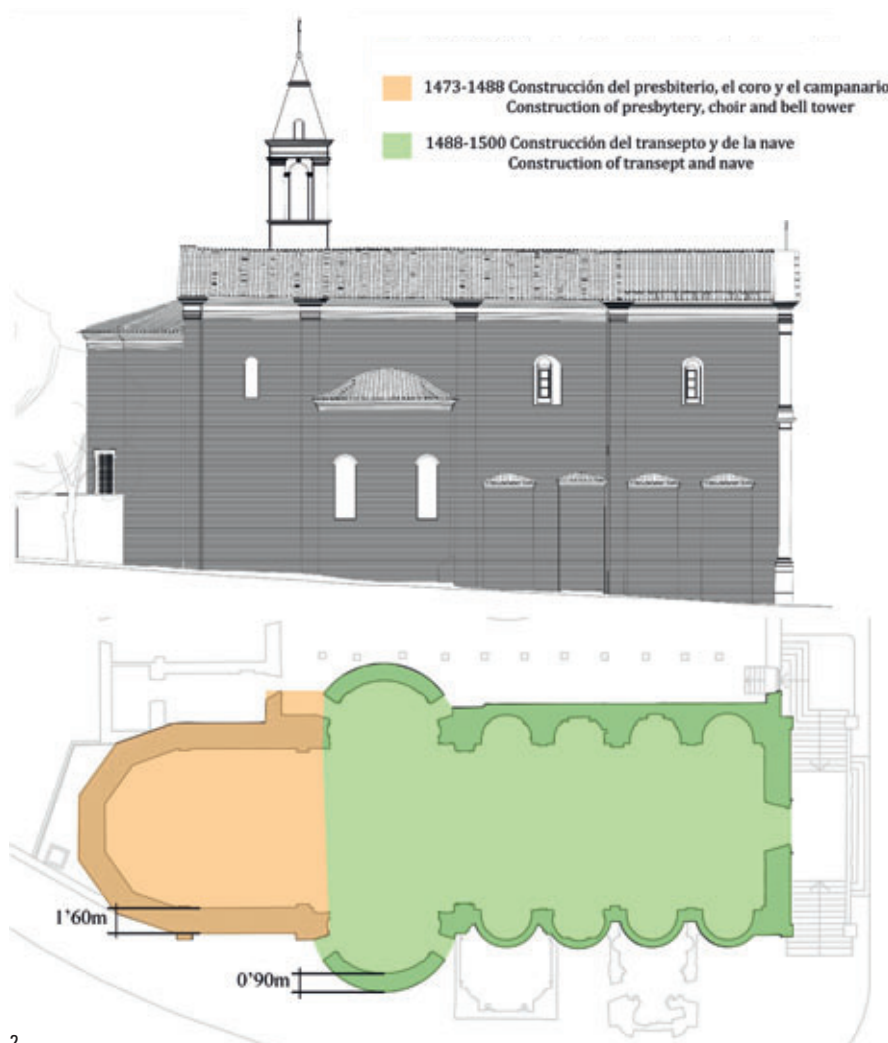
1. Plant of Rome, 1474. Alessandro Strozzi
2. Plant, elevation and the 1st phase of the historical-constructive evolution

ma que al devolverlo en 1816, se colocó en la pinacoteca Vaticana; Daniele da Volterra, entre 1559 y 1568 hace lo propio con la Capilla Ricci, realizando también parte de los frescos y esculturas que la configuran. Igualmente se acometen actuaciones arquitectónicas de gran relevancia para el Monasterio, como fueron la construcción del Tempietto de Donato Bramante, la configuración del 1º Claustro, y la realización del 2º claustro. (Fig. 3)

En el siglo XVII, se realizan tres actuaciones barrocas de gran relevancia: en 1608 con el apoyo del

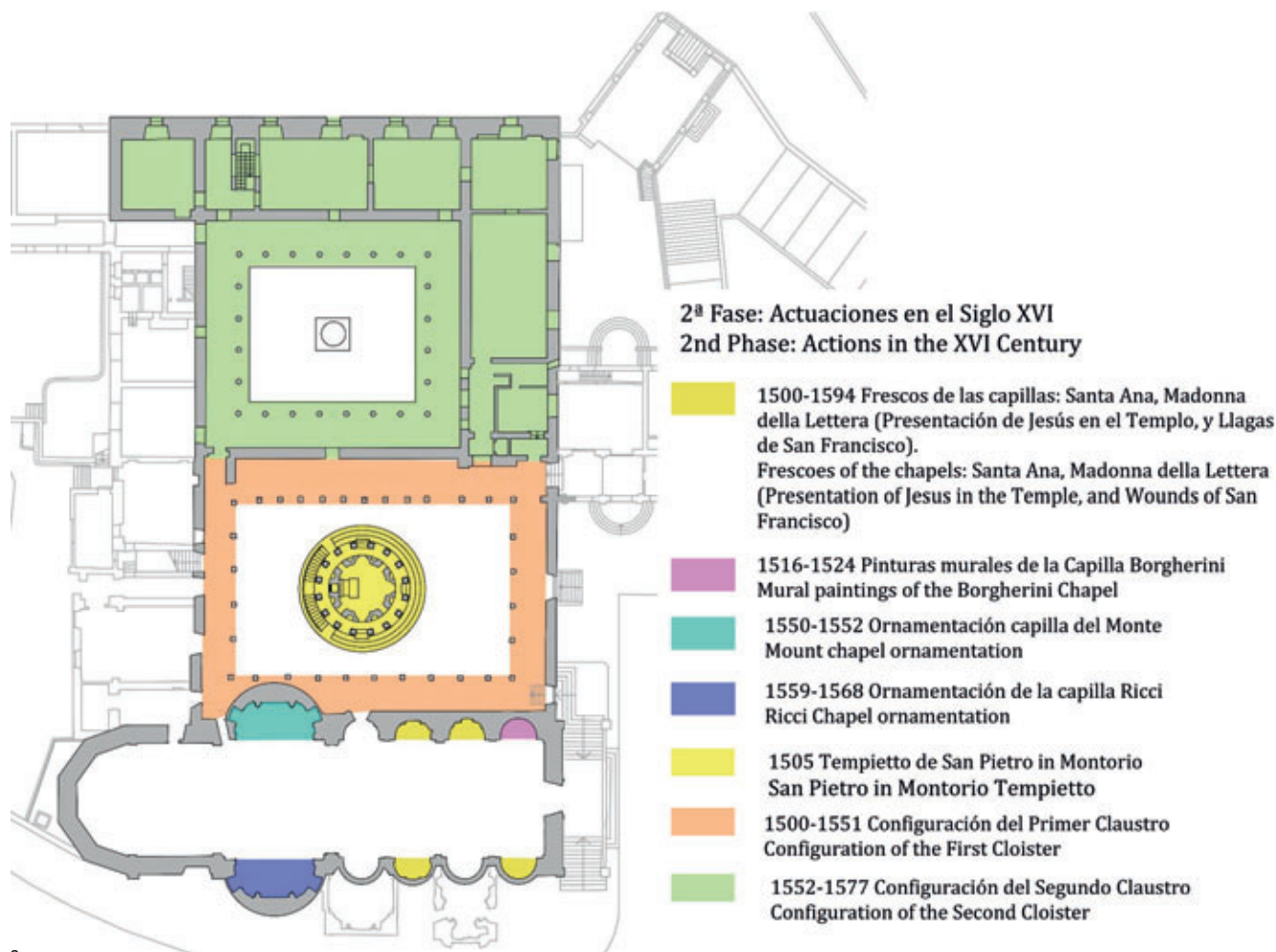
Papa Paolo V, y la sponsorización del Rey español Felipe III, Giovanni Fontana con la colaboración sucesiva de Carlo Maderno y Flaminio Ponzio 7, configura la plaza de San Pietro in Montorio, construyendo una doble escalera exterior para acceder a la Iglesia, y una rampa-escalera (actual vía crucis), cuyo final se establecía en el acceso al 1º Claustro. Dos siglos después, Virginio Vespignani en 1851, sustituye los balaustres barrocos por un murete ciego, según el proyecto neoclásico de Giacomo Fontana de 1832. (Fig. 4)

space is shown to us with all the expressive force of its nakedness. Notwithstanding the foregoing, its Gothic debt must be recognized, in the use of the ribbed vaults, made with a solid brick factory, taken with lime mixture. Transformations throughout its history: During the sixteenth century, the ornamental enrichment of the interior of the Church began with the performance of the most outstanding Renaissance artists of the time. Thus, Sebastiano del Piombo, between 1516 and 1524, based on a sketch by Michelangelo, made the mural paintings in oil, with the famous central scene of the "Flagellation" of the Borgherini Chapel; Giorgio Vasari, in 1551, designed the interior of the Capilla del Monte; Rafael in 1523 made the painting "The Transfiguration", which presided over the High Altar 5 (located in the center of the presbytery as a separating diaphragm), until 1797, which was stolen by the French, so that when returned in 1816, it was placed in the Vatican pinacoteca; Daniele da Volterra, between 1559 and 1568 does the same with the Ricci Chapel, also making part of the frescoes and sculptures that make it up. Equally important architectural actions are undertaken for the Monastery, such as the construction of the Diet Bramante Tempietto, the configuration of the 1st Cloister, and the realization of the 2nd Cloister. (Fig. 3) In the seventeenth century, three Baroque performances of great importance were carried out: in 1608 with the support of Pope Paolo V, and the sponsorship of the Spanish King Felipe III, Giovanni Fontana with the successive collaboration of Carlo Maderno and Flaminio Ponzio, configures the square San Pietro in Montorio, building a double external staircase to access the Church, and a stairway-ramp (current via crucis), whose end was established in the access to the 1st Cloister. Two centuries later, Virginio Vespignani in 1851, replaces the baroque balusters by a blind wall, according to the neoclassical project of Giacomo Fontana of 1832. (Fig. 4)



Accessibility solution for the Church

Consequently, from the beginning of the seventeenth century and up to the present the Church can only be accessed by climbing 12 steps, that is, 2.25m. That is why the



3

project assumes the challenge of eliminating architectural barriers, and proposes a new route of access that, through its perimeter layout and its fragmentation into three sections of inclined planes, allows sequential access to the Academy, the Tempietto and the Church. In any case, the three direct accesses with stairs are maintained, and especially the frontal view of the Tempietto from the outside and in its access route.

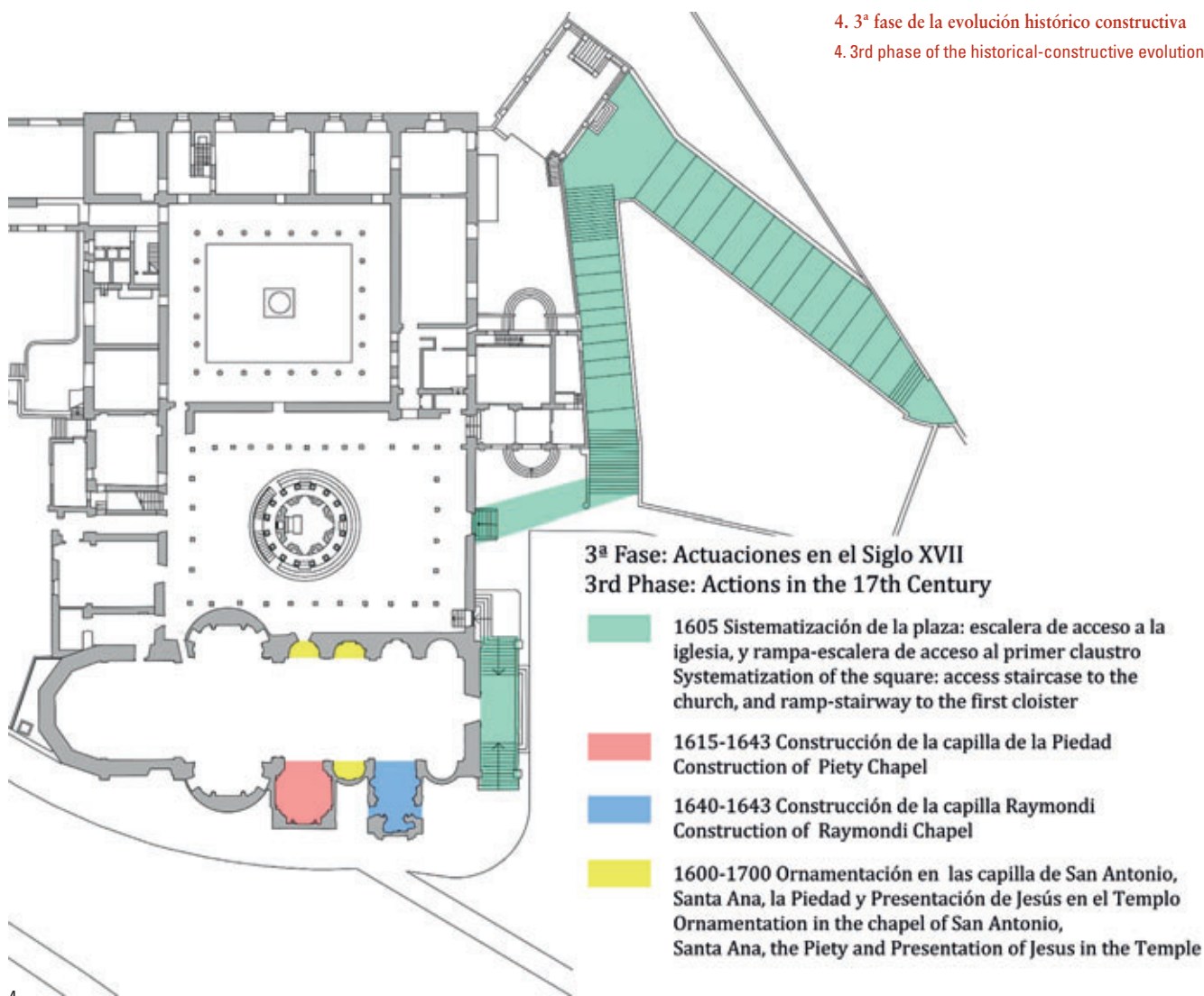
The action has been raised seeking the dialogue of the new with the preexisting through the formal essentialization, and the small scale, establishing the autonomy, lightness, and disassembly of the new pieces, as qualities of that adequate relationship, capable of reinforcing the definition of the urban space of the plaza. It is interesting to highlight the idea of minimums, so that the new is presented as something simple, clean, austere, that floats in the environment (almost without support),

Solución de accesibilidad a la Iglesia

En consecuencia, a partir de principios del XVII y hasta la actualidad a la Iglesia solo se puede acceder subiendo 12 peldaños, es decir 2,25m. Es por ello que el proyecto asume el reto de eliminar las barreras arquitectónicas, y plantea un nuevo recorrido de acceso que mediante su disposición perimetral y su fragmentación en tres tramos de planos inclinados, permita acceder secuencialmente a la Academia, al Tempietto y a la Iglesia. En todo caso, se mantienen los tres accesos directos con escaleras, y especialmente la visión frontal del Tempietto desde el exterior y en su recorrido de acceso.

La actuación se ha planteado buscando el diálogo de lo nuevo con lo preexistente a través de la esencialización formal, y la pequeña escala, estableciendo la autonomía, ligereza, y desmontabilidad de las nuevas piezas, como cualidades de esa adecuada relación, capaces de reforzar la definición del espacio urbano de la plaza. Interesa resaltar la idea de mínimos, de forma que lo nuevo se presenta como algo sencillo, limpio, austero, que flota en el ambiente (casi sin apoyos), como si de una imagen fugaz se tratara. (Fig. 5)

Continuando con la intervención barroca, en 1615 Carlo Maderno realiza la Capilla de la Piedad y en 1643, Gian Lorenzo Bernini la Capilla Raymondi, estableciendo una imagen exterior fragmentada, que le



imprime dinamismo al monumento. Para ello fue necesario romper la continuidad del muro sur, desmontando dos capillas originales, lo que supuso su debilitamiento con rebaje sustancial de la cimentación.

Análisis constructivo-estructural

Esta cimentación, realizada en origen con tufo de escasa consistencia, con una anchura de 1,70m (solo 10cm mas que el muro) y una profundidad de 4m ⁸, se asienta sobre la capa de arena limosa de color marrón grisáceo que es precisamente el inicio del terreno natural ⁹. El subsuelo de la Iglesia, se encuentra horadado hasta 4,9m de profundidad, por 15 criptas, y una

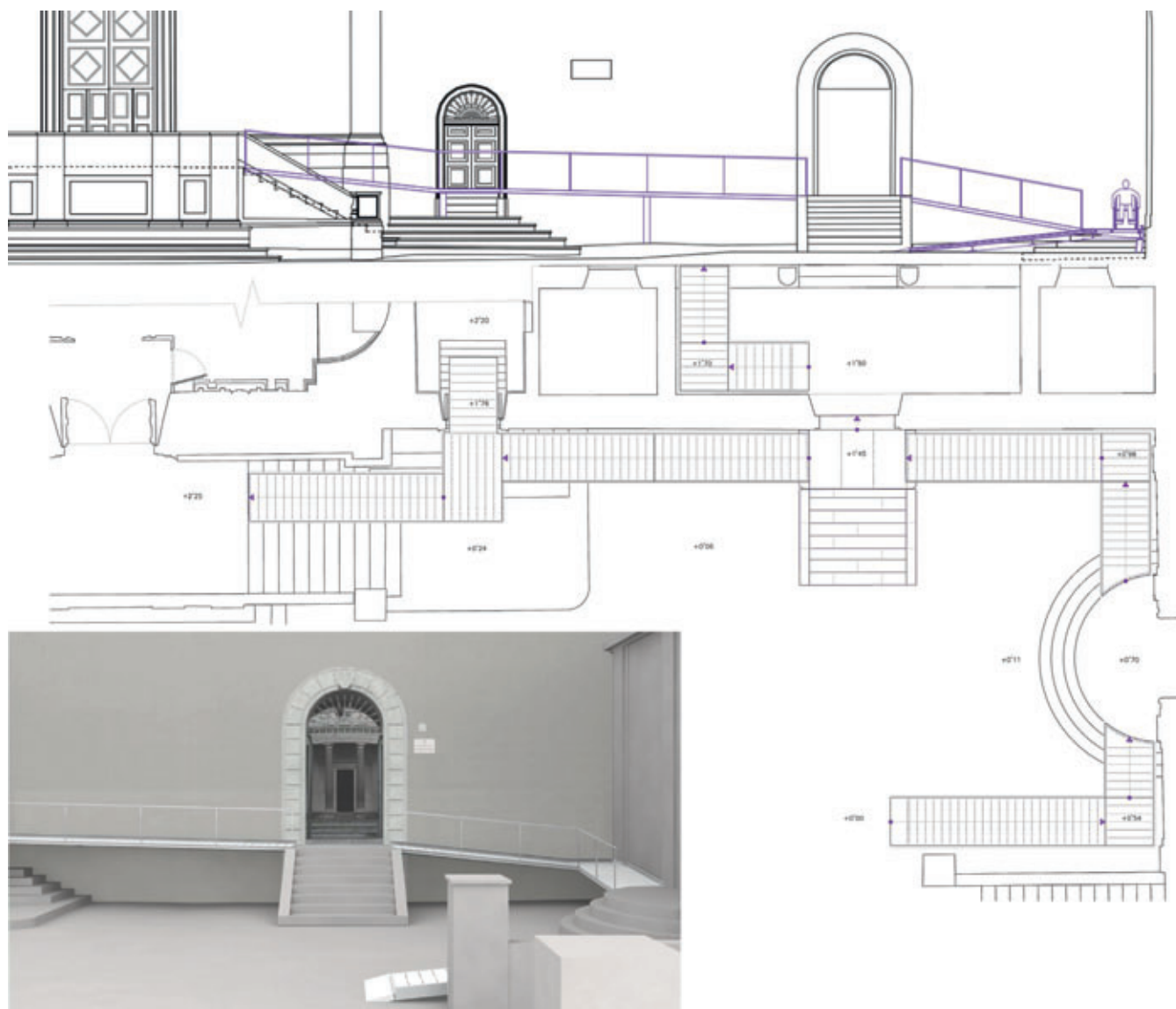
doble galería de 1,75x2,25m y 20m de longitud, que desde la cabecera llega al transepto, como posible sistema de ventilación, hoy cegado, que en el proyecto lo reponemos. En ellas, se reconoce un ambiente de alta humedad con afloración de sales y desprendimiento de la capa de terminación del mortero de cal.

El análisis pormenorizado de la geometría, la materialidad, del proceso constructivo, de los daños existentes y de su relación con las condiciones del entorno y con las transformaciones experimentadas a lo largo de su historia, nos ha permitido reconocer el origen y causas de los mismos, estableciendo una hipótesis razonada del comportamiento estructural del conjunto a lo largo de sus 516 años de existencia. (Fig. 6)

as if it were a fleeting image. (Fig. 5) Continuing with the Baroque intervention, in 1615 Carlo Maderno realized the Chapel of the Piety and in 1643, Gian Lorenzo Bernini the Raymondi Chapel, establishing a fragmented exterior image, which gives dynamism to the monument. For this it was necessary to break the continuity of the south wall, dismantling two original chapels, which meant its weakening with substantial lowering of the foundation.

Constructive-structural analysis

This foundation, made in origin with tufo of poor consistency, with a width of 1.70m (only 10cm more than the wall) and a depth of 4m, sits on the layer of grayish brownish silty sand that is precisely the beginning of the natural terrain. The subsoil of the Church, is drilled up to 4.9m deep, by 15 crypts, and a double gallery of 1.75x2.25m



5

and 20m in length, which from the head comes to the transept, as a possible ventilation system, today blinded, that in the project we replenish it. In them, an environment of high humidity is recognized with outcrop of salts and detachment of the finishing layer of the lime mortar.

The detailed analysis of the geometry, the materiality, of the constructive process, of the existent damages and of his relation with the conditions of the surroundings and with the transformations experienced throughout his history, has allowed us to recognize the origin and causes of the same, establishing a reasoned hypothesis of the structural behavior of the whole throughout its 516 years of existence. (Fig. 6)

During the first three centuries of existence, there is no evidence that the Church presented structural damage of a

Durante los tres primeros siglos de existencia, no consta que la Iglesia presentara daños estructurales de cierto calado, y ello a pesar de las posibles fugas de agua del Fontanone y del resultado heterogéneo de las cimentaciones del muro sur, tras la construcción de las capillas Piedad y Ricci

Tras el bombardeo francés de 1849 y el terremoto de 1915, es lógico que el subsuelo se desestabilizara, favoreciendo la aparición de nuevos recorridos de aguas subterráneas, con lavado y fisuración de la cimentación, con aparición entre 1930 y 1950 de grietas en los muros del presbiterio y de la fachada Este, derivadas del inicio del pro-

- 5. Proyecto de la rampa de acceso a la Iglesia: planta, alzado e imagen frontal
- 6. Materiales y deterioros del alzado sur
- 7. Grietas actuales en los muros, y situación de los tirantes

- 5. Project of the access ramp to the Church: plant, elevation and frontal image
- 6. Materials and deterioration of the south elevation
- 7. Current cracks in the walls, and location of the braces

ceso de asentamiento diferencial entre la cabecera y los pies de la Iglesia. En ese momento, se intentó resolver el problema, añadiendo (al tirante situado en 1488, en el arco toral, como cierre provisional de presbiterio), tres nuevos tirantes que unen los muros Norte y Sur a la altura de 12m en los arcos de las pilastras 3ª, 5ª y 7ª.



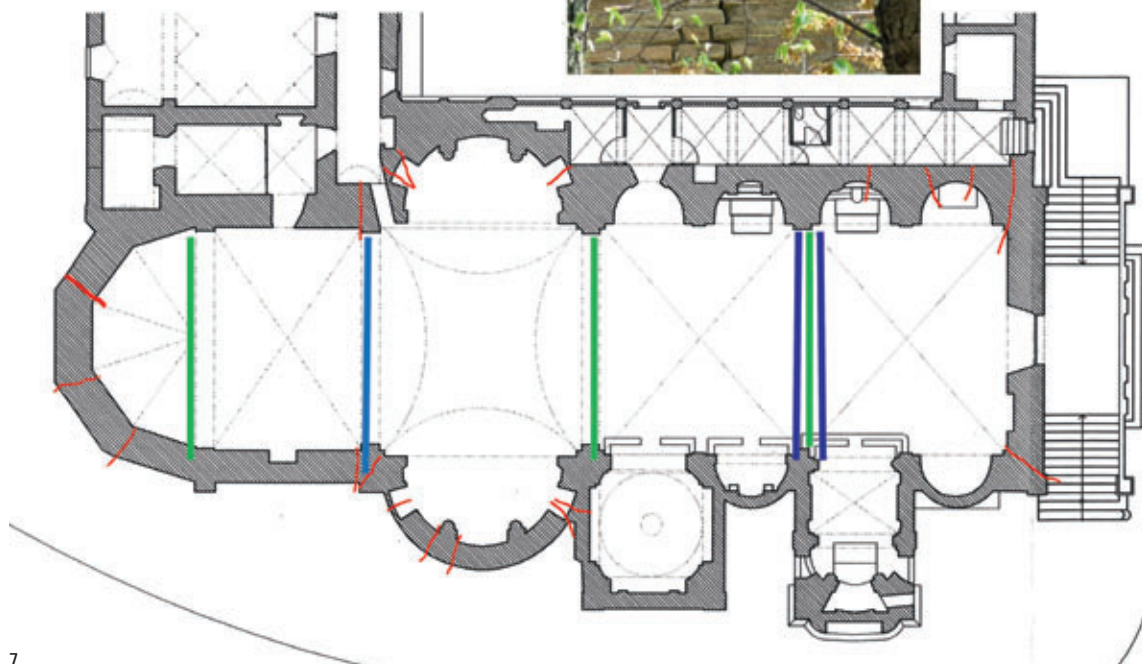
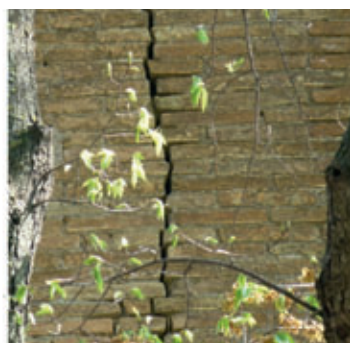
Leyenda de deterioros. Legend of deterioration

- Grietas verticales. Vertical cracks
- Humedades por capilaridad. Humidities by capillarity
- Humedades por filtración de lluvia. Humidity by rain filtration
- Costras negras. Black crusts
- Afloración de sales. Outflow of salts
- Desconchados y desprendimientos. Chipping and detachments
- Reparaciones inadecuadas. Inadequate repairs
- Pérdida de pintura. Loss of paint
- Liqueenes y otros microorganismos. Lichens and other microorganisms
- Vegetales. Vegetables
- Suciedad generalizada. Generalized dirt
- Acumulación de suciedad. Accumulation of dirt
- Elementos impropios. Improper elements



6

- Tirante metálico colocado 1488
Metal strap placed 1488
- Tirantes metálicos colocados 1930-50
Metal straps placed 1930-50
- Tirantes metálicos colocados 1953-56
Metal straps placed 1953-56



7

certain draft, and this despite the possible leakage of Fontanone water and the heterogeneous result of the foundations of the south wall, after the construction of the chapels Piedad and Ricci. After the French bombing of 1849 and the earthquake of 1915, it is logical that the subsoil would be destabilized, favoring the appearance of new groundwater routes, with washing and cracking of the foundation, with the appearance between 1930 and 1950 of cracks in the walls of the Presbytery and east facade, derived from the beginning of the process of differential settlement between the head and feet of the Church. At that time, an attempt was made to solve the problem by adding (to the brace located in 1488, in the main arch, as a provisional closure of the presbytery), three new braces joining the North and South walls to the height of 12m in the 3rd, 5th and 7th pilasters' arches.

8. Seccionamiento vertical + fisuras en la cúpula en 1982
9. Planteamiento del Control geodésico

8. Vertical sectioning + fissures in the dome in 1982
9. Planning of the Geodetic Control

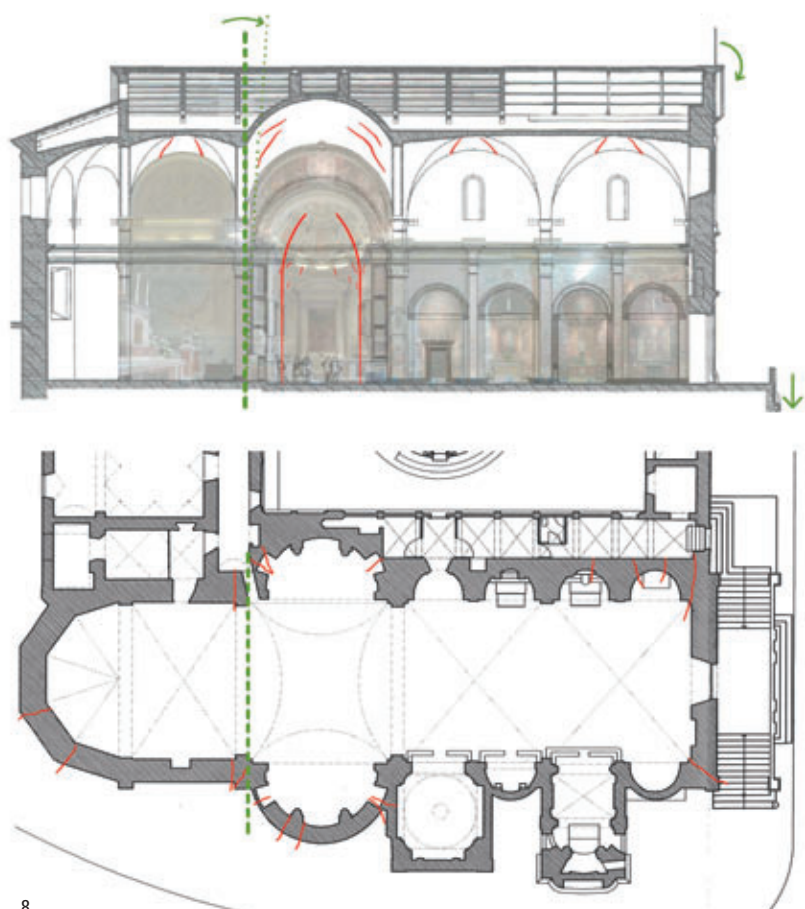
Actuaciones de refuerzo durante el siglo xx

Alarmados por las grietas del muro Este (fachada principal), en 1950, se recalza su cimentación, ampliándola y rigidizándola, cambiando sustancialmente la relación de rigideces y masas con el terreno, y con la cimentación de los muros Norte y Sur. Esta inadecuada actuación supuso la inmediata aparición de grietas en los muros Norte y Sur, y en la bóveda de doble crucería que cubre la nave, debidas al rápido asentamiento diferencial producido entre ambas zonas, incrementado por la desviación del agua del subsuelo hacia el lado sur, de mayor pendiente 10. (Fig. 7)

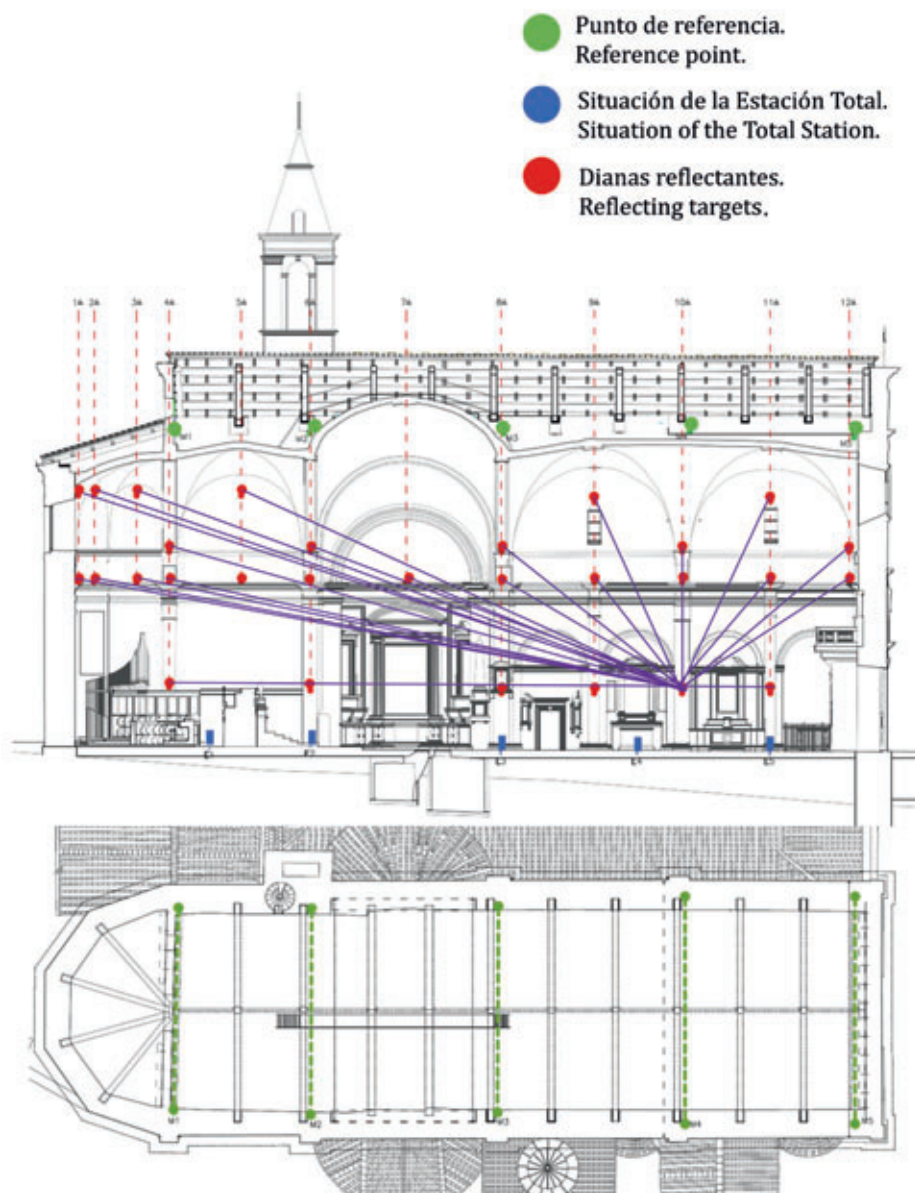
En 1953-57, se realiza un adecuado refuerzo de la cimentación y estructura de los muros Norte y Sur, y del extradós de la bóveda de doble crucería de la nave, con duplicación del tirante de la pilastra 2ª, que han dado buenos resultados 11.

En el periodo 1957-82, el conjunto de cimentaciones + muros + bóvedas de la nave de la Iglesia, se intenta comportar como un sólido rígido, lo que debió incrementar el asentamiento diferencial entre la cabecera y los pies de la Iglesia, partiendo definitivamente por el punto más débil: muros y cúpula del transepto.

Entre 1983 y 1985, se monitorizaron las grietas de la cúpula, y la nivelación entre el centro del arco toral Este y la pilastra PS5. Su aná-



- Eje vertical de seccionamiento. Vertical sectioning axis
- Grietas y fisuras. Cracks and fissures
- Desplazamientos. Displacements
- ↻ Giros y deformaciones. Turns and deformations



9

lisis permite deducir que la apertura (otoño-invierno) y cierre (primavera-verano) de las grietas parece estar vinculadas a los cambios de temperatura, mientras los desplazamientos verticales del arco y la pilastra, muestran un claro asentamiento diferencial norte-sur 12.

Ante esta divergencia, se tomó la decisión de reforzar el extradós de la cúpula con morteros de resinas y armaduras de acero, y sellar el intradós de las grietas de la zona Este. Sellado que se puede observar en la actualidad sin fisuración aparente. (Fig. 8)

Actuaciones proyectadas para la estabilización del monumento

Del análisis comparativo del comportamiento estructural y la realidad actual del cuadro fisurativo, con abertura de los muros en su coronación, cabe confirmar la existencia del seccionamiento vertical transversal en el transepto, a la vez que un giro hacia el sur. Pero no podemos afirmar si los asentamientos diferenciales siguen activos, aunque el control realizado entre diciembre de 2000 y abril de 2001, muestra una

Actuaciones de refuerzo durante el siglo xx

Alarmed by the cracks of the East wall, in 1950, its foundations are reinforced, amplified and stiffened, changing the relationship of rigidities and masses with the terrain, and with the foundations of the North and South walls. This inadequate action supposed the immediate appearance of grievances in the North and South walls, and in the vault of double crucería that covers the ship, due to the fast differential settlement provided by both zones, increased by the diversion of the water of the subsoil towards the south side, of greater slope 6. (Fig. 7)

In 1953-57, an adequate reinforcement of the foundation and structure of the North and South walls, and of the extrados of the vault of double crucería of the nave, with duplication of the stay of the 2nd pilaster, which have given good results 7.

In the period 1957-82, the set of foundations + walls + vaults of the nave of the Church, is intended to behave like a rigid solid, which should have increased the differential settlement between the head and feet of the Church, departing definitively the weakest point: walls and cupola of the transept.

Between 1983 and 1985, the cracks in the dome were monitored, and the leveling between the center of the eastern toral arc and the PS5 pilaster was monitored. His analysis allows to deduce that the opening (autumn-winter) and closing (spring-summer) of the cracks seems to be linked to changes in temperature, while the vertical displacements of the arch and the pilaster show a clear differential north-south settlement 8.

Faced with this divergence, the decision was made to reinforce the extrados of the dome with resin mortars and steel reinforcements, and to seal the intrados of the cracks in the eastern zone. Sealing that can be observed at present without apparent cracking. (Fig. 8)

Projected actions for the stabilization of the monument

From the comparative analysis of the structural behavior and the current reality of the fissurative picture, with the opening of the walls at its coronation, it is necessary to confirm the existence of vertical transverse

10. Detalle humedad por capilaridad en las pilastras + propuesta para la desecación de muros por electrosmosis forosis inalámbrica

10. Detail humidity by capillarity in the pilasters + proposal for the desiccation of walls by electrosmosis wireless foresis

sectioning in the transept, as well as a turn to the south. But we can not affirm if the differential settlements are still active, although the control carried out between December 2000 and April 2001 shows a tendency for the opening-closing of the cracks to be due to temperature variations. And we can not know what is the current situation of the foundation stresses made in the 1950s.

Geodetic, strain and thermo-hygrometric control

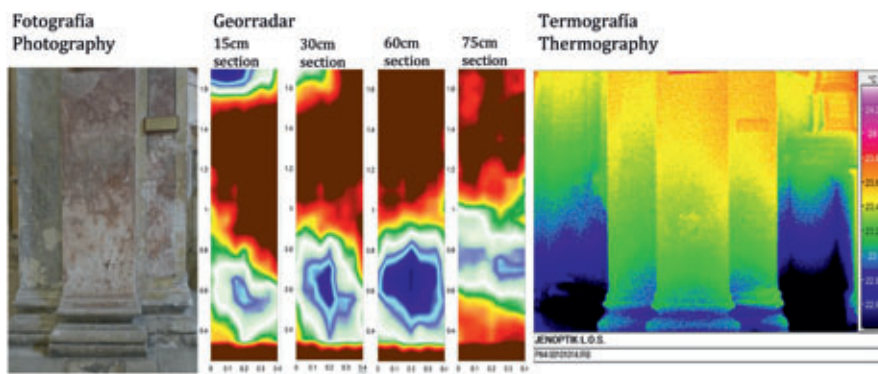
Therefore, following the criterion of minimum intervention, and therefore acting only in what is strictly necessary, three related actions have been designed:

- 1ª. The inspection of the geometry and materiality of the foundations of the foundations by means of the georadar, the endoscopy and the extraction of samples.
- 2. The geodetic control of the possible increase of the differential settlement between the west, upper part of the Church, and the lower part, east façade to the plaza, as well as between the north and south walls. (Fig. 9)
- 3ª. And the extensometric control of the movement of the cracks, as well as of the thermo-hygrometric changes, both of the surfaces and of the environment.

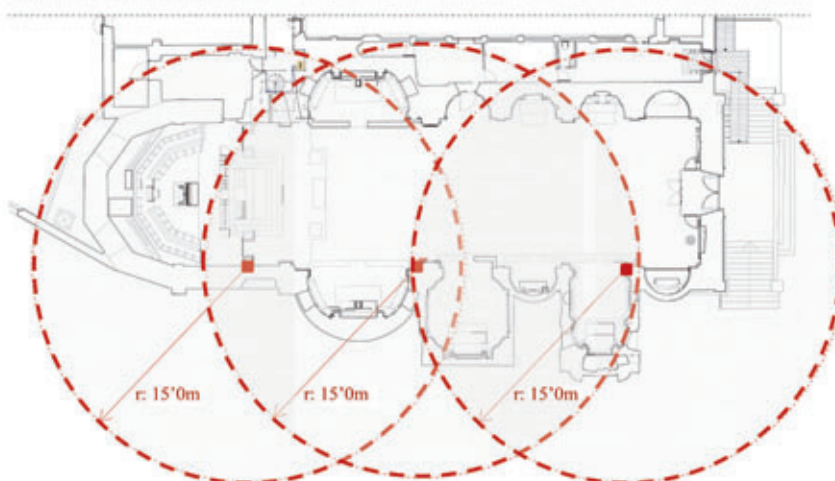
Controls to be carried out for a full year, in order to have certain data to perform an accurate assessment of the current structural behavior, in order to establish rigorously whether or not to intervene in the foundation.

Desiccation of the walls and solution of deterioration of stuccos and ornamentation

Inside, in addition to cracks and fissures, serious damage to the pictorial decoration of the entire lower perimeter of the Church is recognized, up to a height of 2.5-3m, as well as the partial detachment of the marble covering. of the Ricci chapel, and the cracking and sinking of the pavement in front of the Borgherini and San Francisco Shrines. The humidity by capillarity, derived from the geo-hydrological system, are the direct cause of the damage, as well as the degradation of the brickwork factories, and of the mortars



Reconocimiento de humedades por capilaridad. Humidity recognition by capillarity



10

tendencia a que la abertura-cierre de las grietas se deban a las variaciones de temperatura 13. Y tampoco podemos conocer cual es la situación actual de los recalces de cimentación realizados en los años 1950.

Control geodésico, extensométrico y termohigrométrico

Por ello siguiendo el criterio de la mínima intervención, y por tanto de actuar solo en aquello que sea estrictamente necesario, se han diseñado tres actuaciones relacionadas entre si:

- 1ª. La inspección de la geometría y materialidad de los recalces de la cimentación mediante el georadar, la endoscopia y la extracción de muestras.
- 2ª. El control geodésico del posible incremento del asentamiento diferencial entre el oeste, par-

te alta de la Iglesia, y la parte baja, fachada Este a la plaza, así como entre el muro norte y sur. (Fig. 9)

- 3ª. Y el control extensométrico del movimiento de las grietas, así como de los cambios termohigrométricos, tanto de las superficies como del ambiente.

Controles a realizar durante un año completo, con el objeto de disponer de datos ciertos para realizar una peritación precisa del comportamiento estructural actual, para con ello, poder establecer con rigor si hay o no que intervenir en la cimentación.

Desecación de los muros y solución de los deterioros de estucos y ornamentación

En el interior, además de las grietas y fisuras, se reconocen graves daños en la ornamentación pictórica de la

11. Comparativa de: recuperación de la materialidad frente a revestir los faltantes de las pilastras con estuco a la tinta neutra. a) Recuperación de materialidad de las pilastras. b) Estuco con tinta neutra en pilastras

totalidad de la zona inferior perimetral de la Iglesia, hasta una altura de 2,5-3m, así como el desprendimiento parcial del revestimiento de mármol de la capilla Ricci, y la fisuración y hundimiento del pavimento frente a las capillas Borgherini y Llagas de San Francisco.

Las humedades por capilaridad, derivadas del sistema geo-hidrológico, son la causa directa de los daños, así como de la degradación de las fábricas de ladrillo visto, y de los morteros de revestimiento de las fachadas, con pérdidas de sección, desconchados, afloración de sales, y formación de costras negras.

El estudio pormenorizado de la situación actual de las humedades por capilaridad, realizado con georadar 14, termografía y toma directa de temperatura y de humedad superficial y profunda 15, ha confirmado la presencia activa de dichas humedades, con unos niveles ciertamente altos.

Por ello el proyecto plantea por una parte la desecación de los muros, mediante la implementación

11. Comparison of: recovery of materiality versus coating the missing of the pilasters with neutral ink stucco. a) Recovery materiality of the pilasters. b) Stucco with neutral ink in pilasters

de la técnica de la electrosmosis forosis inalámbrica, y a su vez, la realización durante un año completo de un estudio medioambiental, con reconocimiento de la contaminación, del biodeterioro, y de la evolución de las humedades por capilaridad. (Fig. 10)

Para dar solución a esta negativa imagen de deterioro del interior de la Iglesia, el Proyecto inicialmente planteó la recuperación de la imagen austera original de la construcción de las pilastras, eliminando los restos de estucos (que constan reprimados en la década de 1950), dejando visto el magnífico acabado de mármol de Carrara de la construcción original 16, como está en la actualidad en la Iglesia de Santa Maria della Pace de Roma, realizada por Baccio Pontelli, en el siglo xv. (Fig. 11)

Sin embargo, desde la administración, se concluyó la conveniencia de respetar la unidad formal y cromática actual, en lugar de recuperar el original, por lo que se ha planteado un nuevo revestimiento

of the cladding of the facades, with section losses, chipping, upwelling of salts, and formation of black crusts.

The detailed study of the current situation of dampness by capillarity, made with georadar 9, thermography and direct intake of temperature and superficial and deep humidity 10, has confirmed the active presence of said humidity, with certainly high levels.

For this reason, the project proposes, on the one hand, the desiccation of the walls, through the implementation of the wireless forestry electrosmosis technique, and in turn, the completion of an environmental study for a full year, with recognition of pollution, biodeterioration, and the evolution of dampness by capillarity. (Fig. 10)

To give a solution to this negative image of deterioration of the interior of the Church, the Project initially proposed the recovery of the original austere image of the construction of the pilasters, eliminating the remains of stuccos (which are reprinted in the 1950s), leaving seen the magnificent Carrara marble finish of the original construction 11, as it is currently in the Church of Santa Maria delle Pace in Rome, made by Baccio Pontelli, in the fifteenth century. (Fig. 11)

However, from the administration, the convenience of respecting the current formal and chromatic unity was concluded, instead of recovering the original, which is why a new stucco coating has been proposed, with the technique of "neutral ink" adjusted chromatically, so as to show the difference between the existing and the new, highlighting the strata of history and the passage of time. (Fig. 11)



11a

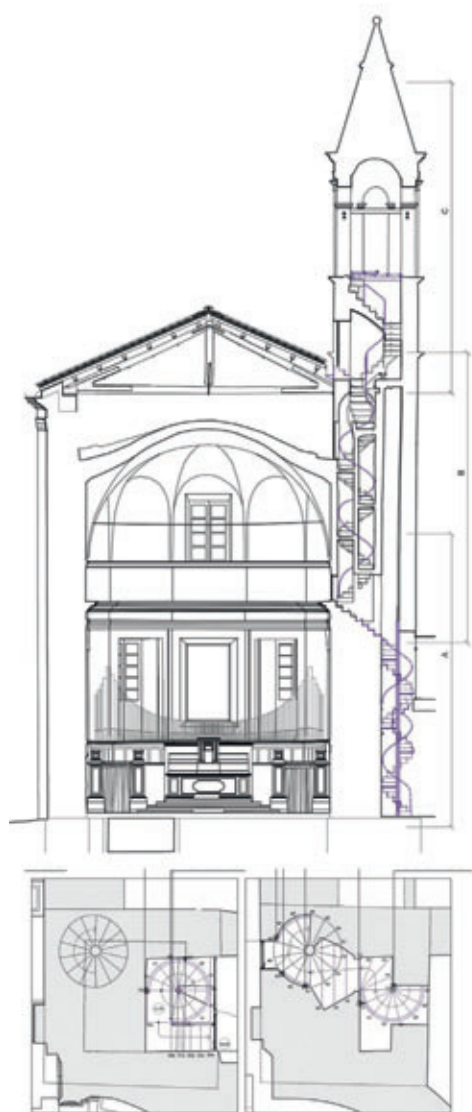


11b

Accessibility to the bell tower

The Church has a square bell tower of 3.60m on one side, and 33m in height, which was rebuilt and reinforced, along with the presbytery, after the serious damage suffered by the attack of the French in 1849, to conquer the last redoubt of the supporters of Garibaldi.

The reinforcement should consist of the massive of the belfry up to 8.10m, making disappear up to this height, the stone staircase toral 1.50m in diameter, access to the body of bells located at 22.13m high, so



12

that in Nowadays, climbing into the body of bells is certainly complicated. The project addresses this specific issue, resolving the access by means of a new section of spiral staircase made of folded sheet metal, which follows the same criteria of action already expressed in the external access ramp, seeking a balanced dialogue with the pre-existence. (Fig. 12)

New structure and floating and flexible cover

The nave of the church is topped with a gable roof of “a la romana” on ceramic tile board, which has serious deteriorations such as: buckling of both slopes, breakage and displacement of tiles, plant growth and breakage of the gutter, producing multiple ways of entering rainwater to the extrados of the vaults and therefore to the interior of the Church.



de estuco, con la técnica de la “tinta neutra” ajustada cromáticamente, de forma que muestre la diferencia entre lo existente y lo nuevo, resaltando los estratos de la historia y el paso del tiempo. (Fig. 11)

Accesibilidad al campanario

La Iglesia dispone de campanario de planta cuadrada de 3,60m de lado, y 33m de altura, que fue reconstruido y reforzado, junto con el presbiterio, tras los graves daños sufridos por el ataque de los franceses en 1849, para conquistar el último reducto de los partidarios de Garibaldi.

El refuerzo debió consistir en el macizado del campanario hasta los

12. Propuesta de intervención en la escalera de acceso al campanario

12. Proposal for intervention on the stairway to the bell tower

8,10m, haciendo desaparecer hasta dicha altura, la escalera toral pétrea de 1,50m de diámetro, de acceso al cuerpo de campanas situado a 22,13m de altura, de manera que en la actualidad subir al cuerpo de campanas es ciertamente complicado.

El proyecto aborda este tema puntual, resolviendo el acceso mediante un nuevo tramo de escalera de caracol de chapa metálica plegada, que sigue el mismo criterio de actuación ya expresado en la rampa de acceso exterior, buscando el equilibrado diálogo con la preexistencia. (Fig. 12)

Nueva estructura y cubierta flotante y flexible

La nave de la Iglesia se remata con cubierta a dos aguas de teja “a la romana” sobre tablero de rasilla cerámica, que presenta graves deterioros como: pandeo de ambas vertientes, rotura y desplazamiento de tejas, crecimiento de vegetales y rotura del canalón, produciendo múltiples vías de entrada de agua de lluvia al extradós de las bóvedas y por ende al interior de la Iglesia.

La cubierta descansa sobre estructura de madera de cabios, correas y 10 cerchas de 10,45m de luz y 2,95m de altura, que presentan degradación superficial, cuyos apoyos fueron reforzados en 1953 con pletinas metálicas, empotramientos de hormigón, y muretes jabalconados apoyados en las bóvedas, que son la causa de su fisuración 17.

Las cerchas que cubrían la zona del transepto, tras el terremoto de Avezzano de 1915, fueron sustituidas por vigas inclinadas apoyadas directamente en la cúpula a través de tres enanos de fábrica de mampostería o de ladrillo macizo, que sin duda le han introducido tensio-



13. Apoyos sobre la cúpula + deterioros de la cubierta y daños en la madera. a) Apoyo de las vigas sobre la cúpula, actuación tras el Terremoto de Avezzano de 1915. b) Deterioro cercha madera. c) Deterioros de la cubierta

13. Supports on the dome + damage to the roof and damage to the wood. a) Support of the beams on the dome, action after the Earthquake of Avezzano of 1915. b) Wood truss deterioration. c) Roof deterioration



13a



13b



13c

nes inaceptables, produciendo su fisuración. (Fig. 13)

En 1982, las dos primeras fueron sustituidas por cerchas metálicas apoyadas sobre zuncho perimetral de hormigón armado que cierra la primera crujía (dos primeras capillas), rigidizando la estructura muraria de los pies de la Iglesia, e introduciendo nuevos desequilibrios en el comportamiento de la estructura, por lo que se entiende necesaria su sustitución y la eliminación del zuncho de hormigón.

Desde el planteamiento de la mínima intervención y la coherencia interna de la actuación, el Proyecto plantea una estructura-cubierta despegada y “flotando” por encima de los muros, como un orga-

nismo flexible, capaz de “moverse” en las tres direcciones, y de acomodarse a posibles movimientos de asentamientos diferenciales, transmitiéndole solo cargas verticales, e impidiendo ser causa de nuevas fisuraciones.

Para ello, toda la nueva estructura es de madera aserrada, reutilizando las cinco cerchas originales, con todas las uniones articuladas, apoyos en los muros con cajeados de madera y lámina de neopreno, salvando la cúpula mediante dos cerchas atirantadas a media altura, apoyadas en dos vigas-durmientes unidas entre si con tirantes metálicos. (Fig. 14)

El proyecto siendo coherente con la idea de la ligereza, y de la con-

The roof rests on wooden structure of rafters, belts and 10 trusses of 10.45m of light and 2.95m in height, which present surface degradation, whose supports were reinforced in 1953 with metal plates, concrete recesses, and supported jade walls. in the vaults, which are the cause of its cracking 12.

The trusses that covered the area of the transept, after the earthquake of Avezzano of 1915, were replaced by inclined beams supported directly on the dome by three dwarves of masonry or solid brick, which undoubtedly have introduced unacceptable stresses, producing its cracking. (Fig. 13)

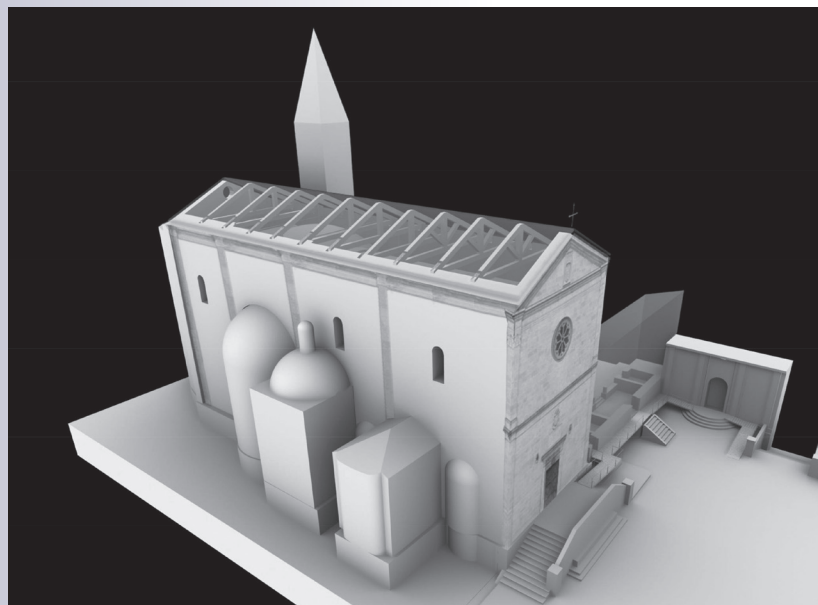
In 1982, the first two were replaced by metal trusses resting on reinforced concrete perimeter fence that closes the first bay (two first chapels), stiffening the muraria structure of the Church's feet, and introducing new imbalances in the behavior of the structure, so it is necessary to replace and remove the concrete band.

From the approach of the minimum intervention and the internal coherence of the action, the Project proposes a structure-cover detached and “floating” above the walls, as a flexible organism, able to “move” in all three directions, and Accompaniment to possible movements of differential settlements, transmitting only vertical loads, and preventing the cause of new cracking.

To do this, the entire new structure is made of sawn wood, reusing the five original trusses, with all articulated joints, supports on the walls with wooden boxes and neoprene sheet, saving the dome by means of two trusses tied at half height, supported on two beams-sleepers joined together with metal braces. (Fig. 14)

The project being consistent with the idea of lightness, and contemporaneity, while showing itself as a new stratum of history, raised a finish with zinc sheet cover, which in the image is equivalent to lead covers, very common in Rome, as is the case of the Tempietto of Bramante.

However, after reflecting on criteria of intervention, transition mechanisms have been used, through the concept of “material continuity”, so that the new cover made to the “Roman”, to be shown but floating mass, introduces us to the idea of the conjunction-confrontation of “weight and lightness”, which gives an added value to the performance. (Fig. 15)



14

Thus, the new performances recognizable as such: cover, restoration of the pilasters, staircase to the belfry and access ramp to the Church, have been raised following the criterion of recognition of the new performance as something not definitive that can be disassembled or modified when it is convenient, what it means to understand the open and ongoing architecture, which bases its permanence on its continuous transformation.

Epilogue

We want to end this exhibition by highlighting the importance of precision in the collection of data and its representation, so that its comparative graphical analysis has made it possible to make an accurate diagnosis, determine with rigor the causes of the degradation of the monument, and both make well-informed decisions. ■

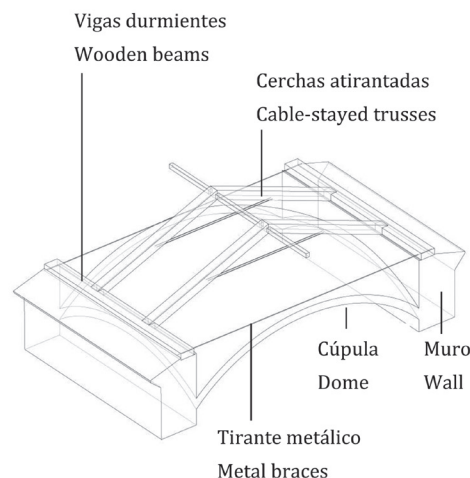
Notes

- 1 / ARMELINI, M. *Chiese di Roma, dal secolo iv al xix*. Roma, 1891, p. 660. Referenced in MONTIJANO, J.M^º, "La Academia de España en Roma". Madrid 1998, p. 25.
- 2 / SERLIO, S. "Tutte l'opere D'architettura et prospettiva". Book III. 1540. Facsimile edition, Oviedo 1986. Pág. 282
- 3 / The complaints and claims of the Clerical monks of San Clemente, regarding the surrounding land that had been awarded to the new monastery, led him to Pope Sixtus IV, to confirm the foundation of the monastery, by means of a new bull dated May 8, 1481, definitively separating it from the monasteries of San Pancrazio and San Clemente. Referenced in MONTIJANO, J.M^º, Op. cit., p. 26.
- 4 / CANTATORE, F. *San Pietro in Montorio. La Chiesa dei Re Cattolici a Roma*. Ed. Quasar. Roma 2007, p. 74
- 5 / As a result of the damages suffered by the assault of the French in the year 1849, the whole present altar and its ornamentation is after that date. Specifically, the altar is 1965,

temporaneidad, a la vez que mostrándose como un nuevo estrato de la historia, planteó un acabado con cubierta de chapa de zinc, que en la imagen es equivalente a las cubiertas de plomo, muy habituales en Roma, como es el caso del Tempietto de Bramante.

Sin embargo, tras reflexionar sobre criterios de intervención, se han utilizado mecanismos de transición, a través del concepto de "continuidad material", de forma que la nueva cubierta realizada a la "romana", al mostrarse másica pero flotando, nos introduce en la idea de la conjunción-confrontación del "peso y la levedad", que le confiere una valor añadido a la actuación. (Fig. 15)

Así, las nuevas actuaciones reconocibles como tales: cubierta, restauración de las pilastras, escalera al campanario y rampa de acceso a la Iglesia, se han planteado siguiendo el criterio del reconocimiento de la nueva actuación como algo no definitivo que puede desmontarse o modificarse cuando se crea conveniente, lo que supone entender la arquitectura abierta y en proceso, que basa su permanencia en su continua transformación.



Solución cerchas sobre la cúpula
Solution trusses on the dome

Epílogo

Queremos terminar esta exposición poniendo de manifiesto la importancia de la precisión en la toma de datos y en su representación, de forma que su análisis gráfico comparativo, ha permitido realizar un diagnóstico certero, determinar con rigor las causas de la degradación del monumento, y por tanto tomar decisiones bien fundamentadas. ■

Notas

- 1 / ARMELINI, M. *Chiese di Roma, dal secolo iv al xix*. Roma, 1891, p. 660. Referenciado en MONTIJANO, J.M^º, "La Academia de España en Roma". Madrid 1998, p. 25
- 2 / ERLIO, S. "Tutte l'opere D'architettura et prospettiva". Libro III. 1540. Edición facsímil, Oviedo 1986. Pág. 282
- 3 / Las quejas y reclamaciones de los monjes circercenses de San Clemente, respecto del terreno circundante que se le había adjudicado al nuevo monasterio, le llevaron al Papa Sixto IV, a confirmar la fundación del monasterio, mediante nueva bula de fecha 8 de mayo de 1481, separándolo definitivamente de los monasterios de San Pancrazio y San Clemente. Referenciado en MONTIJANO, J.M^º, Op. cit., p. 26
- 4 / Fray Mariano da Firenze, afirma que las obras del nuevo monasterio se iniciaron poco después de la su fundación, con la ayuda del Rey de Francia Luis XI, y que sostuvo la ayuda hasta su muerte en 1483
- 5 / CANTATORE, F. *San Pietro in Montorio. La Chiesa dei Re Cattolici a Roma*. Ed. Quasar. Roma 2007, pag. 74
- 6 / Como consecuencia de los daños sufridos por el asalto de los franceses en el año 1849, todo el altar actual y su ornamentación es posterior a dicha fecha. En concreto el altar es de 1965, de L. Ferretti, y la decoración de las bóvedas de Paolo Quattrini, del xix



14. 3D del sistema estructural + detalle estructura sobre la cúpula
15. Imagen en 3D del proyecto completo

14. 3D of the structural system + detail structure on the dome
15. 3D image of the complete Project

7/Fagiolo, Marcelo. "Da Sisto V a Paolo V: i piani paralleli per L'Esquilino e il Gianicolo, in Il centro storico di Roma: storia e progetto". Ed. R. Cassetti e G. Spagnesi, Roma 2004, pp.100-102

8 / Las características de la cimentación vienen expuestas en el informe del 13/03/1954, con firma irreconocible, que se encuentra en el *Archivio de la Soprintendenza per i Beni Ambientali e Architettonici di Roma, años 1950-2000*.

9/El reconocimiento geotécnico del terreno lo realizó la empresa Geocisa en el año 2001, dejándolo explicitado en el informe titulado "*Estudio y asistencia para el diagnóstico previo a la restauración de la Iglesia de San Pietro in Montorio de Roma*", que se encuentra en los archivos del Instituto del Patrimonio Español.

10 / Esta inadecuada actuación en la cimentación del muro de la fachada principal, se descubre en las inspecciones realizadas en el año 1953, y constan en el informe del 13/03/1954 ya citado.

11 / Las actuaciones de refuerzo y consolidación estructural realizadas entre 1953-57, vienen expuestas en el informe del año 1957, firmado por

el Soprintendente, que se conserva en el *Archivio de la Soprintendenza...*, ya citado.

12/ *Informe del 5/11/1985 del Istituto Sperimentale per L'Edilizia S.p.A.* en el que se dan los resultados de las mediciones de precisión realizadas con tensocalibrador, que se conserva en el *Archivio de la Soprintendenza...*, ya citado.

13 / Esta toma de datos es poco significativa, pues solo se produjo durante cuatro meses y medio del 3/12/2000 al 21/04/2001. Ver informe de Geocisa ya citado.

14 / La prospección geofísica de las humedades por capilaridad se ha realizado mediante la metodología Ground Penetrating Radar (GPR), desarrollada por el equipo del profesor Paolo Mauriello de la Università degli Studi del Molise.

15 / Se ha utilizado la Cámara termográfica Jenoptik Varioscanner.

16 / Precisamente los desconchados de los estucos de las pilastras, han permitido reconocer la terminación original de las mismas, con grandes sillares de mármol de Carrara.

17/Estos refuerzos, además de existir en la actualidad, vienen descritos en el informe de 1957 ya citado.

by L. Ferretti, and the decoration of Paolo Quattrini's vaults, from the xx.

6 / This inadequate action in the foundation of the wall of the main facade, is discovered in the inspections carried out in the year 1953, and they appear in the *Report of 03/13/1954* already mentioned.

7 / The actions of reinforcement and structural consolidation carried out between 1953-57, are exposed in the report of the year 1957, signed by the Soprintendente, that is conserved in the *Archive of the Soprintendenza...* already mentioned.

8 / *Report of 11/5/1985 of the Sperimentale Institute for L'Edilizia S.p.A.* in which the results of the precision measurements made with tensocalibrador, which is kept in the *Archive of the Soprintendenza...* already cited.

9 / The geophysical prospecting of dampness by capillarity has been carried out using the Ground Penetrating Radar (GPR) methodology, developed by the team of Professor Paolo Mauriello of the Università degli Studi del Molise.

10 / We used the thermal imaging camera Jenoptik Varioscanner.

11 / Precisely the peeling of the stuccoes of the pilasters, have allowed to recognize the original completion of the same, with large ashlars of Carrara marble.

12 / These reinforcements, besides existing at present, are described in the Report of 1957 already mentioned.

