



LE SYSTÈME NPS®

dans les interventions de

RESTRUCTURATION, RÉNOVATION

et de

D'ADÉQUATION SISMIQUE

des

STRUCTURES EXISTANTES

Le projet
"MEGASTORE BENETTON"
à Vérone.

Le système NPS® a été utilisé pour la construction du nouveau Megastore Benetton situé dans la Via Mazzini au centre ville de Vérone, pour les interventions de récupération et de restructuration avec adéquation sismique d'un bâtiment du XIV^e siècle lié aux Beaux-Arts.

Le bâtiment a été composé de trois étages de 700 mètres chacun. Pendant les années 1950 le

batiment a été objet de modifications structurels substantiels.

Pour l'intervention demandé Tecnosttructures, après la démolition complète des planchers et tout en conservant l'enveloppe extérieure du bâtiment, a créé une nouvelle structure à l'intérieur avec quatre étages, deux pour le commerce et deux résidentielles.

La solution structurelle NPS® adoptée a permis une économie considérable de temps de réalisation et d'argent car presque tous les travaux temporaires ont été éliminés.

La dalle existante au rez-de-chaussée a été utilisée pour soutenir et donner stabilité aux poteaux pour tous les 15 m de hauteur.

Le projet architectural original comprenait le faux plafond et le revêtement en plaques de plâtre des planchers et des piliers. Une fois que les travaux ont été terminés, compte tenu de la qualité des détails et de la finition esthétique agréable du système NPS®, le client a préféré laisser toute la structure visible dans les zones d'exposition du Megastore.





OBJECTIFS ET CONTRAINTES DU PROJET

1. Interventions de restructuration visant à l'amélioration sismique de la structure existante et à l'amélioration des structures des bâtiments adjacents;
2. Préservation de l'enveloppe existante du bâtiment étant un bâtiment lié aux Beaux-Arts: façades, positions des fenêtres, toitures;
3. Impossibilité d'intervention à l'extérieur du périmètre du bâtiment en raison de la présence de routes, d'avenues piétonnières et d'autres bâtiments;
4. Nécessité de réaliser une nouvelle structure à l'intérieur de l'enveloppe du bâtiment existant;
5. La nouvelle structure devait garantir des exigences de performance telles que l'accès aux

- nouvelles activités et les différents types d'utilisation des étages (commercial pour rez-de-chaussée et première étage commercial et résidentiel et premier étage), ainsi que l'intégrité du logement existant aux actions sismiques envisagées par norme;
6. La nouvelle structure devait supporter l'enveloppe existante dans une phase transitoire et définitive;
7. Réduction des masses sismiques, c'est-à-dire réduire le poids de la structure pour améliorer le comportement sismique du bâtiment;
8. Résistance au feu pour les deux premiers étages;
10. Conception de la structure par Tecnosttrutture

CONTRAINTS DU CHANTIER

1. Possibilité limitée de manutention: pas de grue de chantier, limitation du poids au maximum de 1 ton et longueur maximale des éléments de 6,5 m;
 2. Interférences entre les nouvelles structures et les structures provisoires, pendant les phases de de démolition des structures internes existantes;

3. Delay de réalisation très court: 3 mois entre les études et la réalisation;
 4. Découverte de pièces archéologiques historiques à l'intérieur du chantier.



DEMANDE INITIALE

Elle prévoyait d'abord la démolition de certaines parties des planchers, la construction de quelques voiles en béton jusqu'à la toiture, l'exécution des travaux temporaires pour soutenir la toiture et les

planchers par des poteaux provisoires en charpente métallique. pour les poteaux et por les planchers et ensuite la réalisation des planchers et l'enlèvement des travaux temporaires.

SOLUTION PROPOSÉE ET RÉALISÉE PAR TECNOSTRUTTURA

Tecnosttructure a proposé la construction de l'ossature (poteaux, poutres et planchers) avec la technologie NPS® New Performance System. Ce système est composé par: poteaux en acier NPS® remplis avec du béton, poutres acier-béton NPS®, planchers en bac acier.

En toute sécurité, il avait été possible réduire au minimum les opérations et les interventions pour la mise en sécurité des structures existantes, et au même temps ils ont été optimisés les délais de démolition des structures internes et la réalisation des nouvelles.

Ils ont été réduit au minimum l'utilisation des échafaudages et les étalements temporaires pour l'exécution des travaux.

Pour répondre aux besoins et pour respecter les contraintes ci-dessus on a mis en place un système de construction « up-down », selon les étapes suivantes:

1 - Réalisation des voiles en béton et des poteaux mixtes acier-béton NPS® du sous-sol au niveau toiture du bâtiment pour la mise en sécurité, dans la phase transitoire et finale, des planchers existantes. Des réservations ont été faites dans planchers existantes, la ou il y avait le passage des nouvelles structures verticales, mis en place la ou il y avait le moins d'interférence avec les structures verticales et horizontales existantes

2 - Mise en place des nouvelles poutres en acier pour le renforcement de la toiture, selon la nouvelle conception. Les nouvelles poutres ont été soutenues pour les nouveaux poteaux.

3 - Démolition complète du dernière étage et réalisation du nouveau plancher avec poutres NPS® et bac acier, supporté par les nouvelles voiles et les poteaux NPS®;

4. À la même manière que pour le dernier étage ont été réalisées les autres étages

PHASES DE CONCEPTION

D'abord Tecnosttructure, à travers la modélisation FEM de l'ensemble de la structure du bâtiment à vérifié la compatibilité du système proposé par elle avec les paramètres de déplacement et de réponse aux charges des structures existantes à conserver (façades et toiture).

La modélisation a été réalisée en tenant compte des propriétés géométriques et mécaniques réelles des poutres et des poteaux NPS®, en considérant l'utilisation du béton léger pour la réalisation des planchers, afin de réduire les masses sismiques.

L'utilisation des poutres NPS® sur le périmètre du bâtiment a permis la réalisation des ancrages sur des façades plus efficaces sans affecter l'enveloppe extérieure du bâtiment.

Des solutions avec des plaques d'ancrage extérieures n'ont pas été appréciées par le

Surintendant du Patrimoine Culturel et par le Client.

Il avait donc été possible considérer les façades comme des masses réactives réelles avec une contrainte accrue transmise au nouveau cadre structurel, mais avec des avantages, une simplification et une fiabilité remarquables du comportement structural.

Les résultats de la modélisation FEM de la nouvelle ossature NPS® on été comparés aux données des études conçues avec la solution classique en béton armée proposé par le maître d'œuvre, et on a prouvé l'équivalent des deux solutions.

Le maître d'œuvre a ensuite mis en place une étude structurelle en utilisant les paramètres de conception des éléments NPS®, pour démontrer l'amélioration de la réponse sismique globale des bâtiments du bloc entier adjacent à l'objet de l'intervention.

DÉTAILS DE CONCEPTION INNOVANTS DU SYSTÈME NPS®

Les conditions aux limites particulières découlant de la conception et des exigences logistiques et de construction ont rendu nécessaire l'introduction de nouveaux détails pour les produits de la gamme NPS®. Voici une description de certains d'entre eux.

POTEAUX NPS® PDTI®

Pour réaliser des poteaux en hauteur multiple d'étages, du sous-sol à la toiture, avec éléments étroits et avec poids limité, on a conçu des poutres et poteaux hors standard Tecnosttructure.

Éléments verticaux minces capable de supporter la phase transitoire dans les actions transmises par la toiture aux fondations et continuité du renforcement dans la phase finale des poutres, ont beaucoup influencé la conception des jonctions traditionnels des poteaux au niveau des étages.

La solution proposée et réalisée a les piliers NPS® PDTI® (piliers à dilatation transversale bloquée) de section transversale rectangulaire de 300x300 mm en épaisseur de tube de 10 mm.

Les jonctions des poteaux entre les étages à été réalisé par quatre tubes de 100x100 mm fixés aux sommets de la section 300x300 mm.

Cette solution a permis la continuité des armatures longitudinales de la cage intérieure et le passage du béton sur toute la hauteur du poteau, en laissant l'espace nécessaire pour l'insertion ultérieure du ferrailage pour la continuité des poutres.

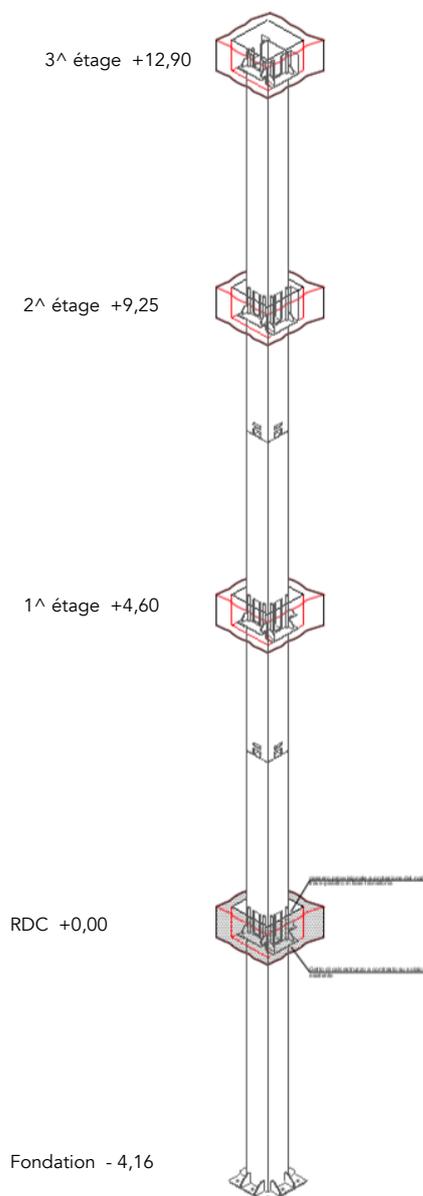
Les phénomènes d'instabilité dans la phase provisoire de la colonne, quand celle-ci viens d'être monté, ont été évités en créant des coulages temporaires de béton dans les réservations (dimensions 1,00 x 1,00 m); la portée d'inflexion libre de chaque élément dans la phase transitoire a été réduite du 23-24 m au maximum de 2 niveaux, soit 6-7 m, avec des avantages remarquables en termes de dimensions de section et d'utilisation des matériaux.



La forme particulière du nœud poteaux-poutre que on viens de décrire, la nécessité de réaliser des éléments de dimensions et de poids limités et les épaisseurs réduites pour la construction de planchers ont mis en évidence la nécessité de réaliser des éléments de poteaux de longueur inférieure à la hauteur libre entre les étages, avec des jonctions positionnés différemment en rapport au standard normalement utilisé.

Dans la solution proposée et réalisée, les articulations des piliers PDTI® ont été réalisées par des barres filetées au niveau de l'axe de l'étage, c'est-à-dire où les contraintes résultant de l'analyse sismique sont minimales.

Barres filetées, écrous, platines et raidisseurs se trouvent à l'intérieur de la section de la colonne.



Les jonctions ont été positionnés de manière à offrir la possibilité de régler la hauteur et de garantir la verticalité de chaque élément, en agissant sur les boulons d'assemblage.

Ces opérations ont été possibles par des réservations sur la surface des poteaux, à fermer avec des plaques spéciales au moment de la coulée.

Le trou central sur la plaque de support des boulons a permis le passage du béton dans la

phase de coulée et donc la continuité structurelle des poteaux dans la phase définitive.

Pour garantir le bon remplissage et le compactage du béton à l'intérieur des poteaux, nous avons opté pour l'utilisation d'un béton auto-compactant de classe C28 / 35 (SCC), le renfort intérieur longitudinal et transversal du poteau étant positionné en usine à distance correcte du bord du pilier exposé au feu, il est conçu pour garantir une résistance au feu $R = 90$ pour les niveaux commerciaux.

POUTRES NPS®

Toutes les contraintes de conception et de logistique du chantier ont demandé une conception structurelle visant à minimiser le nombre d'éléments verticaux (seulement six piliers centraux étaient nécessaires pour supporter les planchers de 700 mètres carrés sur cinq étages, aidés par les voiles) et en conséquence on a du utiliser un système de poutres de grande portée. Les poutres avaient des sections typologiques de 40x45 cm (poutres principales et au périmètre du bâtiment) et 30x35 cm pour les ossatures secondaires pour supporter les planchers en bac acier.

Chaque poutre est calculée et vérifiée aux contraintes issues de l'analyse FEM de l'ensemble du bâtiment, en considérant la situation plus défavorable, y compris celles dues au séisme.

Une autre exigence fondamentale étant que tous les éléments doivent être autoportants pendant le montage et la coulée du béton, pour éviter tout travail provisoire, avec une réduction considérable des temps d'exécution; de cette manière, après le montage d'une partie du plancher, il a été possible de procéder immédiatement à la démolition de la partie au niveau inférieur en toute sécurité. Pour limiter la longueur des poutres à installer et le poids des jonctions par platines on permis de garantir la continuité des éléments. Une fois démolie la dalle, la conformation particulière des noeuds des poteaux PDTI® a permis, sans aucun problème, la pose du ferrailage de continuité des poutres au niveau des appuis des poutres mêmes, soit avec des barres en acier de B450C que par

connexions NPS® (utilisée dans les cas de fortes sollicitations aux nœuds.)

En correspondance des supports sur les voiles des "poches" spéciales ont été prévues pour loger les extrémités des poutres. Ces supports ont été remplacées par des supports métalliques et des blocs de fixation pendant la construction.

La forme particulière des poutres, mises en place a coté des façades, a permis la réalisation de poches de « queue d'aronde » qui pad du renforcement en acier B450C, ont permis à la connexion effective des façades à les dalles, en assurant leur ancrage à tous les niveaux.



Pour réduire la masse sismique due au poids des éléments de structure constituant les planchers, a été utilisé du béton pré-conditionnés de classe C28/35 avec de l'argile expansée inerte.

Afin de garantir les exigences de résistance au feu des planchers des étages commerciaux, a été prévu du ferrailage B450C placé dans un position calculé en rapport aux bords exposés au feu et conçu pour assurer la résistance au feu R = 90.

En correspondance des supports de chaque poutre à ces niveaux, le dispositif de support a d'abord été relevé (marteau) par rapport à l'intrados fini de la poutre, afin d'avoir une couverture adéquate de béton et donc de garantir les exigences de résistance au feu attendu.



MODIFICATIONS PENDANT LA RÉALISATION

Pendant l'excavation des fondations, ainsi que l'arrivée des vacances de Noël (ou à la fin de la circulation automobile dans le centre historique), et d'autres événements imprévus, ils ont inévitablement conduit à des décalages temporels importants des délais de livraison. Pour ces raisons le Client a demandé une livraison anticipée des planchers des étages commerciaux et la réalisation du plancher au dernier étage.

La flexibilité du système NPS® a permis le développement des opérations de démolition et la rénovation du deuxième, premier et quatrième étage, tout en répondant aux besoins du Client.

La seule charge a été d'effectuer des supports temporaires supplémentaires (non prévus initialement) pour supporter partiellement la toiture, supports enlevés à la fin de la réalisation du quatrième étage au niveau +12.90.

Une curiosité: les plans architecturaux originaux impliquaient le faux plafond et le revêtement des poteaux.

Par contre, à la fin des travaux, compte tenu de la qualité des détails et de la finition esthétique agréable du système NPS®, le client a préféré

laisser toute la structure visible dans les zones d'exposition du Megastore.

CONCLUSIONS

L'expérience acquise dans cette intervention spécifique nous a permis de constater que, contrairement aux systèmes de construction préfabriqués ou semi-préfabriqués actuellement sur le marché, le système NPS® est extrêmement flexible aux besoins les plus variés.

Il est aussi très performant en termes d'utilisation des caractéristiques de performance des matériaux et de réduction du temps et des coûts de l'exécution des travaux soit dans les nouveaux bâtiments soit dans le cadre de la rénovation.

La solution NPS® adoptée a permis une économie significative en termes de coûts et de temps car tous les travaux provisoires ont été éliminés et les planchers existants ont été utilisés pour la stabilisation des nouveaux poteaux mis en place, poteaux avec hauteur de 15 m.