

ESTADIO OLÍMPICO FLAMINIO. ROMA 1957-59

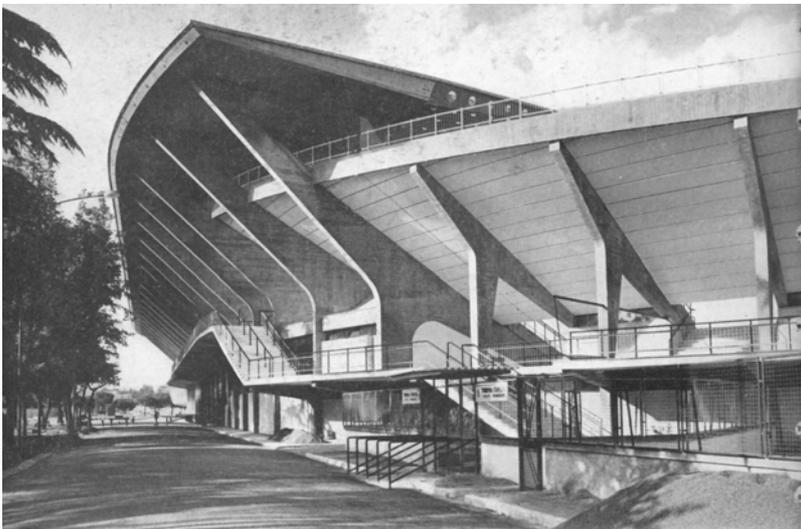
Antonio Nervi y Pier Luigi Nervi.



Este estadio se construyó para los juegos olímpicos de Roma de 1960. Para ello el Comité Olímpico Nacional de Italia convocó un concurso que se falló en 1956. El concurso planteaba como condiciones, en su convocatoria, que se debía incluir una serie de instalaciones deportivas (como una piscina y cinco palestras de gimnasia) que permitieran simultanear diversos eventos deportivos, aunque su cometido principal era la competición de fútbol con capacidad para 55.000 espectadores.

Este estadio debía levantarse sobre uno anterior, de 1911, sin superar la extensión de éste y se decidió ubicar todos los servicios y dependencias deportivas complementarias debajo de las gradas. Para ello se diseñó un tipo de estructura que dejara el máximo espacio libre. Esta estructura consiste en unas costillas formadas por un pórtico asimétrico, con una viga inclinada y dos pies desiguales, más anchos en los empotramientos que en las bases.

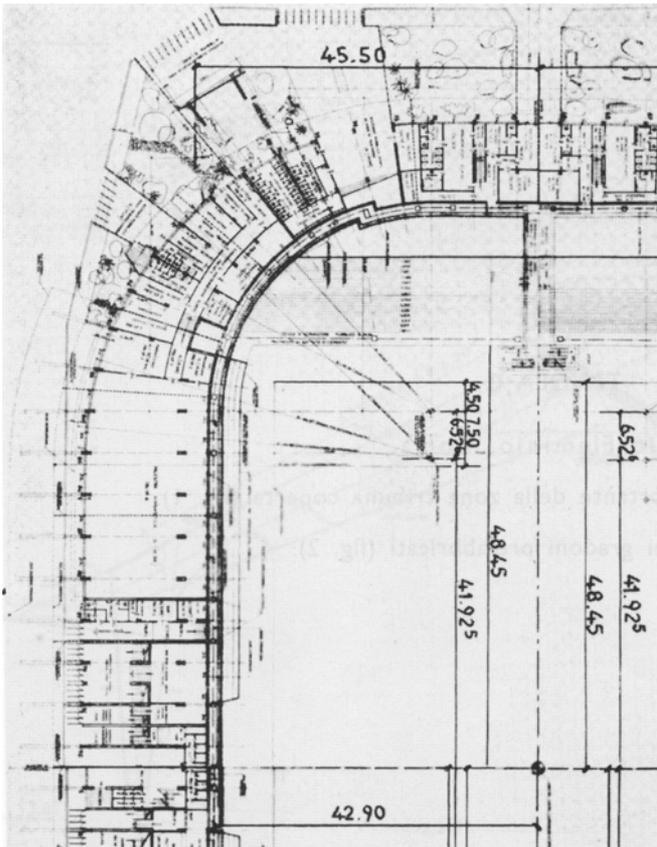
Unas galerías exteriores, en voladizo, resuelven los accesos del público hasta las localidades, colgadas de la estructura principal. Las costillas quedan trabadas entre ellas por elementos transversales.



Vista exterior de la galería perimetral.

Toda la construcción se hizo de hormigón armado y se utilizó el vertido in situ para las costillas que recibirían todo el entramado de graderíos rigurosamente estudiados para ser contruidos con piezas prefabricadas.

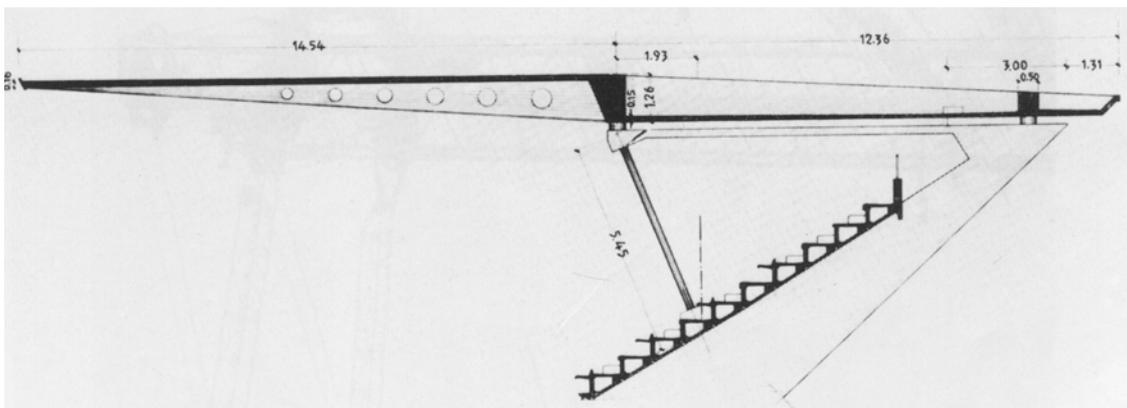
Esta prefabricación obligaba a mantener un estricto control de la parte de obra ejecutada in situ para evitar las piezas especiales. Y es la necesidad de tener pocas variantes de piezas lo que explica cómo se resolvió la forma de la curva en las esquinas de los graderíos. El trazado sigue los arcos de circunferencias concéntricas y la disposición de las costillas es radial en estas zonas. Con ello se estandarizan muchas piezas para su prefabricación en taller, tanto en las gradas como en los techos y forjados intermedios de las dependencias alojadas bajo ellas. Utilizando la circunferencia se aseguraba que los tramos de la misma fila puedan ser iguales en curvatura; si además los pórticos de las costillas se disponen en arcos equidistantes, entonces las piezas de la misma fila de las cuatro esquinas se pueden fabricar con el mismo molde.



La solución de la esquina permite mantener la forma de los pórticos igual a la del resto de tramos rectos.

La marquesina.

Construida de hormigón armado, esta cubierta está formada por dos partes. Una parte, de hormigón vertido in situ, se apoya en la estructura principal de las gradas en dos puntos que son el extremo superior del pórtico y un puntal inclinado de tubo de acero relleno de conglomerado de alta resistencia. La otra parte de la marquesina es un voladizo de 14'54 metros de vuelo, prefabricado, que se une a la anterior gracias a la continuidad de la armadura y a la forma, puesto que el vertido del la primera se efectúa cuando el voladizo está colocado en su lugar.



La marquesina formada por dos partes, una in situ y otra prefabricada que es la que constituye el voladizo de 14'54 m.

La decisión de producir la pieza del voladizo en taller aporta varias ventajas a la ejecución. Por un lado la simplificación de los andamios, siempre complicados y costosos en este tipo de obras, ya que el apoyo de estos andamios debía ser sobre el escalonado de las gradas. Éstas estructuras auxiliares han de ser muy precisas y estables para sostener los encofrados de elementos que han de quedar vistos

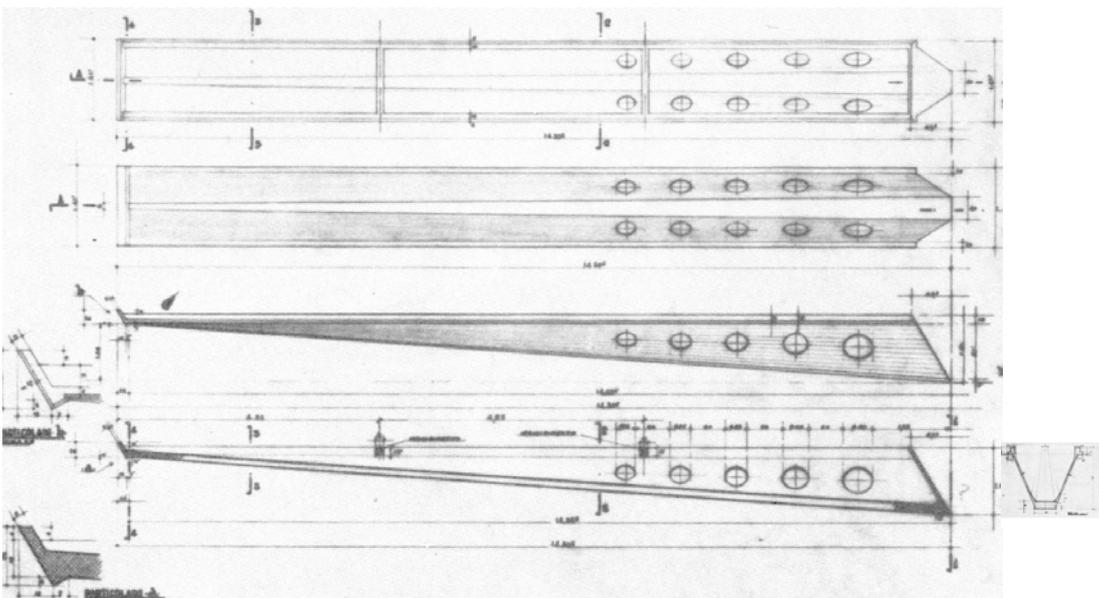
(cualquier movimiento durante el proceso puede distorsionar el acabado). Por el contrario, si las piezas se construyen en taller, el andamio pasa a ser el puntal que las mantiene en su lugar hasta que éstas entren en tensión.

Por otro lado está el problema de conseguir que todas las vigas que componen la marquesina sean iguales y una ejecución con el mismo encofrado asegura un aspecto homogéneo. Y por último la rapidez del proceso, porque es posible empezar a preparar los elementos prefabricados mucho antes de su montaje. Y los trabajos de encofrado que siempre son lentos se reducen a la parte más cómoda de trabajar para los operarios. De manera que mientras se preparan éstos encofrados las grúas transportan las piezas.



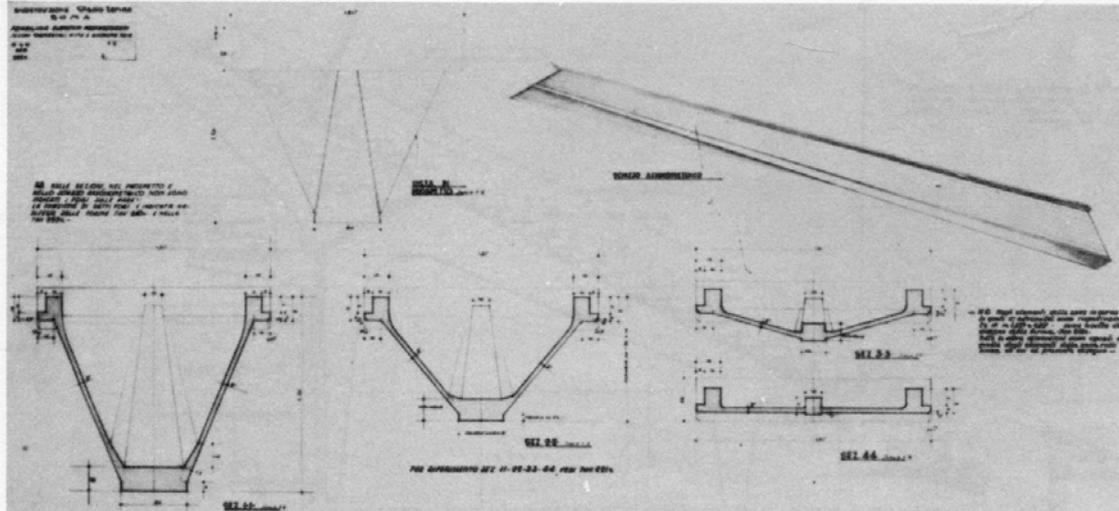
Momento de la colocación de las piezas prefabricadas en su lugar. Mientras se montan los encofrados de la parte trasera para proceder al vertido del hormigón y crear una cubierta unitaria.

La descripción de la forma de esta pieza prefabricada estaría perfectamente determinada por una planta y una sección, aunque el plano de obra que define este elemento (que se reproduce aquí), detalla todas las vistas del elemento para ser construido en taller de una manera precisa y independientemente del ritmo de construcción del resto de la obra.



El plano reproduce la planta superior, la planta cenital, el alzado lateral y la sección longitudinal. Al lado la sección transversal del extremo del apoyo.

El plano de obra más significativo de la marquesina (del que se ha recortado la sección de la imagen anterior) es el que recoge las diferentes secciones transversales de la viga en voladizo. En él se explica el concepto estructural de la pieza: una sección en V en el apoyo, y una arista recta horizontal en el extremo del voladizo. Estos dibujos dan cuenta de la extrema delgadez de la losa que forma esta lámina, sólo regresada en las aristas para asegurar que la línea recta mantenga su forma.



Plano de las secciones sucesivas que definen la forma de la viga que forma la parte volada de la marquesina.

La geometría de la marquesina.

La parte en voladizo de esta marquesina es una lámina de hormigón armado plegada. De manera que el extremo del voladizo sigue una línea recta horizontal y en los empotramientos, en cambio, sigue un zigzag. Esta forma hace que la superficie ofrezca mayor resistencia al momento flector allí donde se necesita, puesto que se dispone la sección del material con el canto paralelo a la trayectoria de los esfuerzos.



Vista por debajo.

La consecuencia inmediata de esto es la posibilidad de una losa muy delgada y ligera. Además se practican unos agujeros en la parte plegada, donde hay mayor momento, restando peso muerto allí donde no se necesita para el trabajo a flexión.

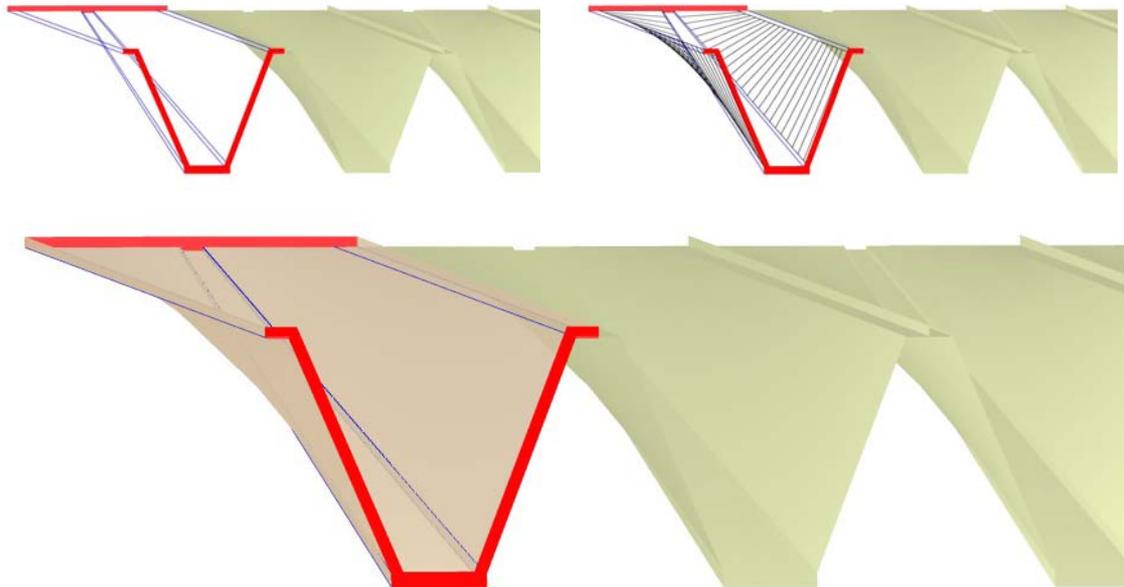
El modelo estructural fue muy usado por el propio Nervi en otras muchas marquesinas y voladizos y, como él, otros arquitectos e ingenieros usaron estas formas constructivas. Este caso es, entre los que Nervi construyó, uno de los más limpios y claros como ejemplo. La figura geométrica que resulta del principio

estructural planteado es una superficie reglada entre dos aristas rectas: un paraboloides hiperbólico.



La idea estructural es una lámina plegada con las ondas en zigzag en los apoyos y el perfil rectilíneo en el voladizo.

El módulo que se repite es el elemento soportado por cada puntal y consta de dos caras alabeadas simétricas. Estas caras son la consecuencia de la transformación del pliegue en "V" del apoyo en la recta horizontal en el extremo del vuelo.



La mejor manera de resolver este cambio -de la posición inclinada, casi vertical, a la horizontal- es el movimiento de la sección transversal de una posición a otra. Con esto se genera una superficie reglada, muy fácil de controlar en obra y en el proyecto. Se construye un cuadrilátero alabeado de cuatro lados rectos y a partir de este polígono, no plano, una sucesión de rectas entre los dos segmentos opuestos que se reparten en cada directriz de una manera equidistante con arreglo a la geometría del paraboloides hiperbólico.