

SISTEMAS CONSTRUCTIVOS CON LOSAS *BUBBLEDECK*

Profesor:

Dr. Wanderley Gustavo Nicácio



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA

FACULTAD DE
ARQUITECTURA
E INGENIERÍA

01

SISTEMAS DE LOSAS ALIGERADAS



Imagen cortesía de BubbleDeck Brasil



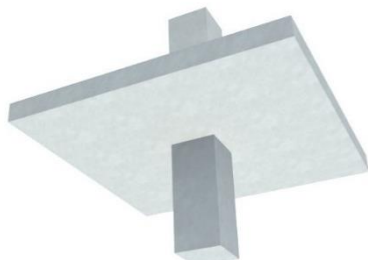
01 – VARIEDAD DE TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS DE LOSAS

Sistema Convencional

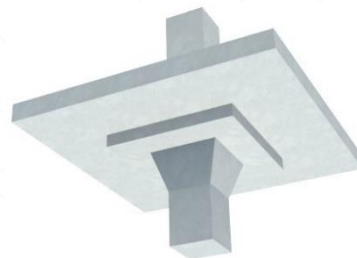
Sistemas de Losas sin vigas



a) Losa apoyada en vigas¹



b) Losa lisa²



c) Losa tipo "hongo"³



d) Losa nervada⁴



01 – LOSAS LISAS BIDIRECCIONALES CON VACÍOS NO CONVENCIONALES

En los sistemas de losas con vacíos no convencionales, así como en otros sistemas de losas aligeradas, el concepto consiste en colocar formaletas de plástico (reciclado) huecas entre dos capas de refuerzo, en el medio de una losa de concreto.



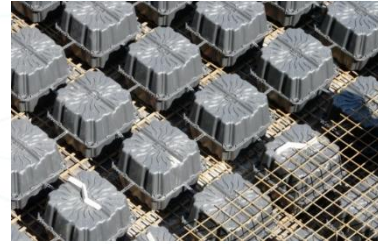
¹¹ Imagen cortesía de BubbleDeck Brasil

01 – LOSAS LISAS BIDIRECCIONALES CON VACÍOS NO CONVENCIONALES

Los vacíos tienen frecuentemente formatos esféricos, elípticos o cúbicos, son huecos y hechos de plástico reciclado. El espacio dejado por los moldes permite que las losas sean más livianas que las losas de concreto tradicionales.



Sistema BubbleDeck⁵



Sistema New Nautilus¹



Sistema BeePlate³



Sistema Cuerpos Huecos²



Sistema AirDeck⁴



01 – LOSAS LISAS BIDIRECCIONALES CON VACÍOS NO CONVENCIONALES

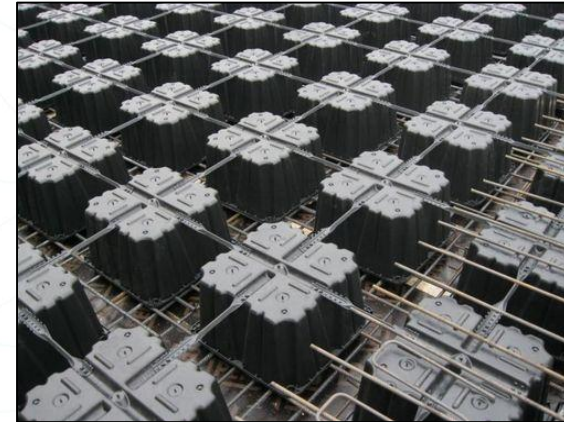
Sistema U-Boot



Esquema de la losa U-Boot¹



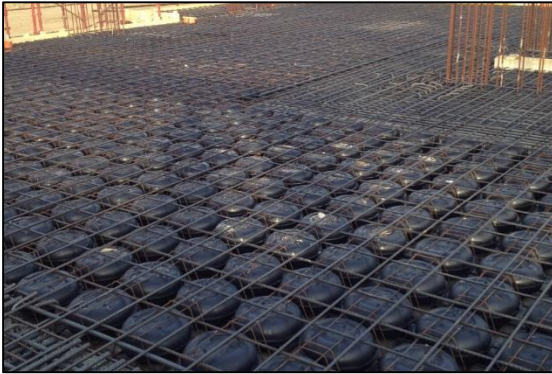
Almacenamiento de los moldes¹



Losa lista para vaciado de concreto¹

01 – LOSAS LISAS BIDIRECCIONALES CON VACÍOS NO CONVENCIONALES

Sistema Cobiax



Esquema de las losas Cobiax¹



Almacenamiento de los moldes¹



Losa lista para vaciado de concreto¹

02

SISTEMA *BubbleDeck*



Imagen cortesía de BubbleDeck Brasil



02 – SISTEMA DE LOSAS BUBBLEDECK

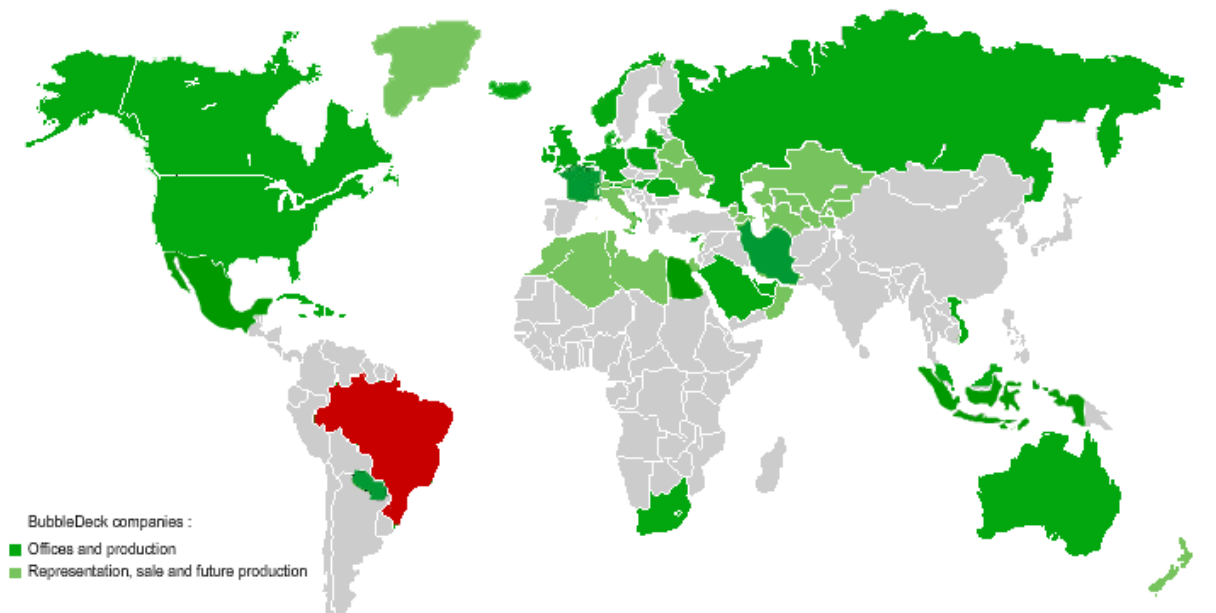
- ✓ La tecnología BUBBLEDECK está compuesto por la incorporación de esferas plásticas en las losas de concreto.



Imagen cortesía de BubbleDeck Brasil



02 – GRUPO BUBBLEDECK



02 – SISTEMA DE LOSAS BUBBLEDECK

La losa BubbleDeck fue introducida con éxito comercialmente en gran escala desde 1999, en la construcción de la Torre Millenium en Rotterdam, Holanda.



Millenium Tower en Rotterdam, Holanda¹

✓ Obras de BubbleDeck en Brasil.

Sede de la Odebrecht²



Edificio BRS²



CADF²

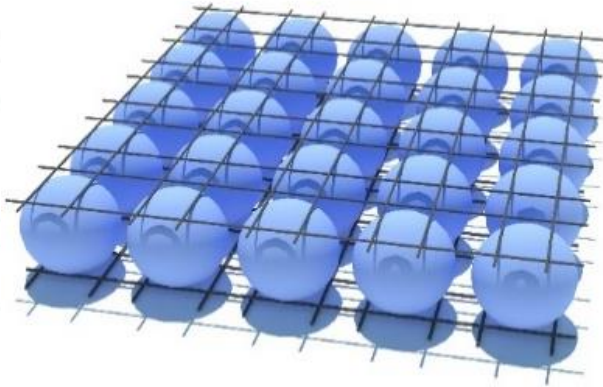


Aeroporto do Galeão - Rio²



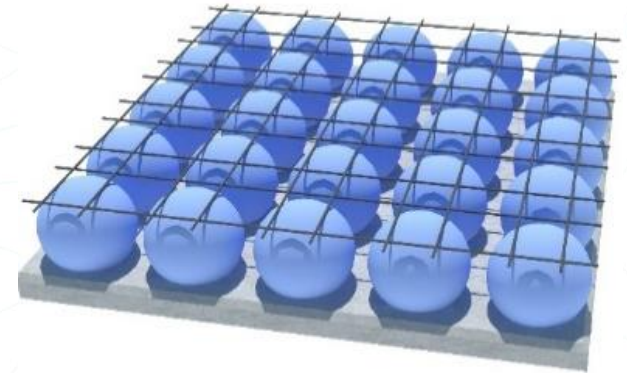
02 – CONCEPTOS DE LOSAS BUBBLEDECK

- ✓ Moldes de polietilenos de alta densidad (PEAD).
- ✓ La altura de la losa puede estar entre 230 mm y 450 mm.
- ✓ Diámetro de la esfera que varía entre 180 mm y 360 mm.
- ✓ Cubre vanos internos entre 5 y 17 m.



a) Módulo reforzado

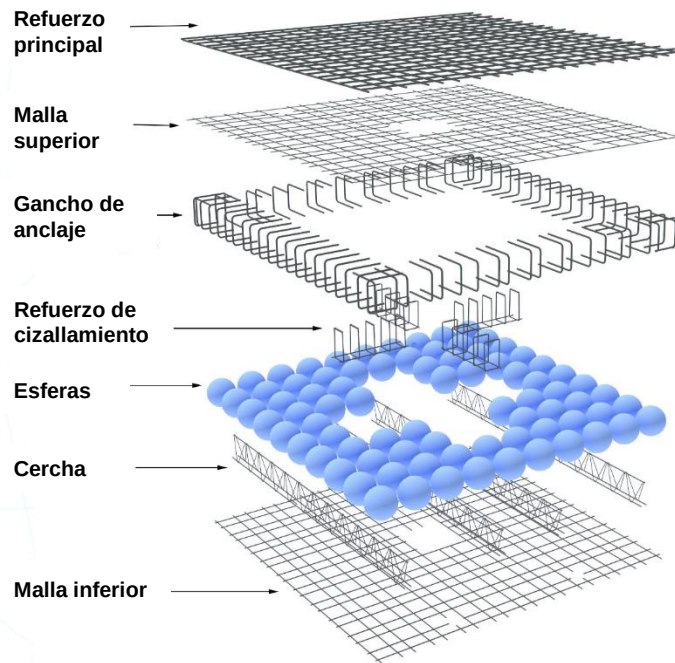
Tipos constructivos



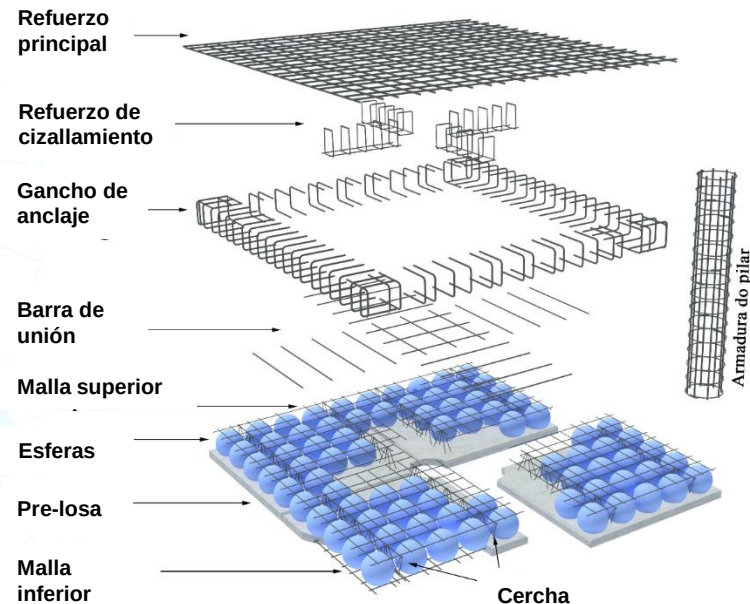
b) Módulo con pre losa



02 – COMPONENTES DEL SISTEMA BUBBLEDECK



Módulo reforzado



Módulo con pre losa

02 – PARÁMETROS DE DIMENSIONAMIENTO DE LOSAS BUBBLEDECK

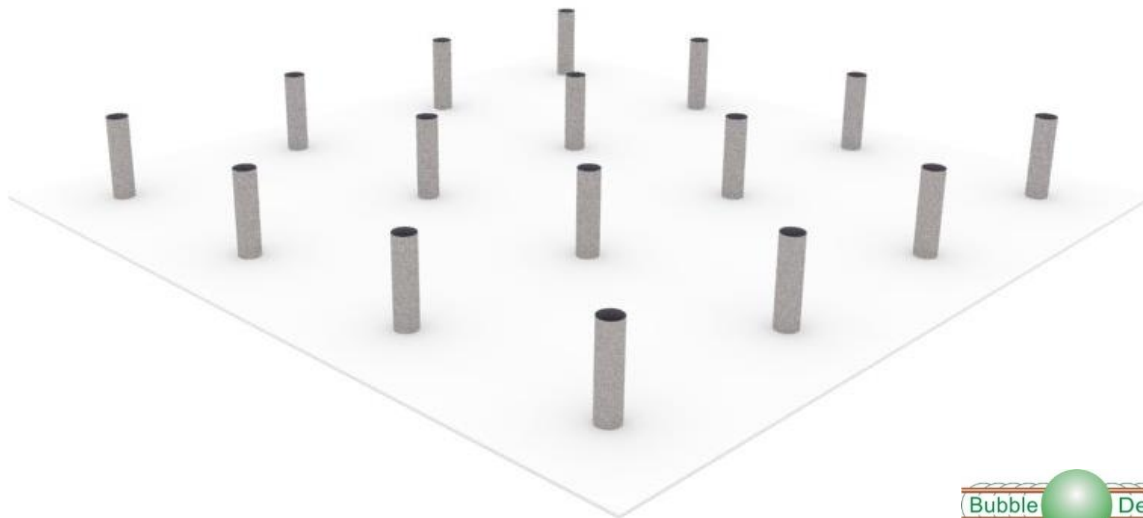
- ❖ Desde el punto de vista del comportamiento estructural, las losas BubbleDeck pueden dimensionarse como losas macizas, desde que sean aplicados los índices informados por los fabricantes

Parámetro	Índice
Rigidez a flexión	0,90
Momento de fisuración	0,80
Fuerza de cizallamiento	0,60
Peso Propio	0,67



02 – CICLO DE PRODUCCIÓN CON BUBBLEDECK

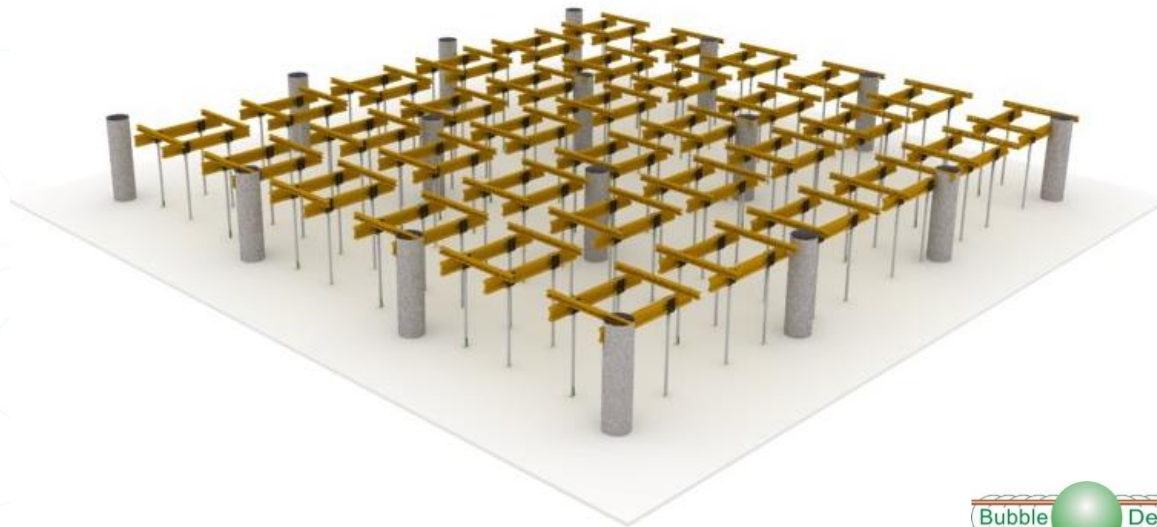
Etapa 1 – Armado y encofrado de las columnas¹



¹<http://www.bubbledeck.com/>

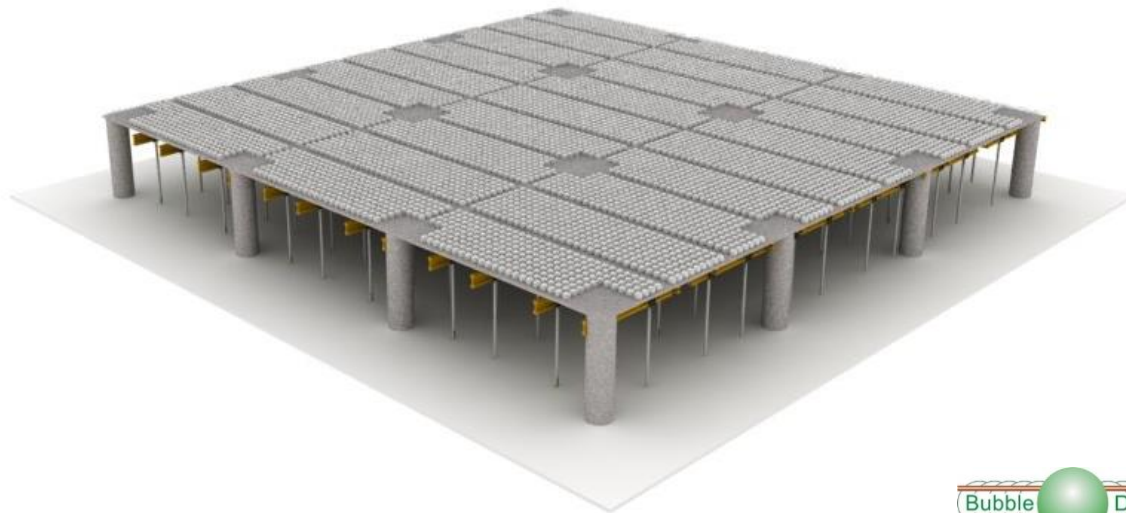
02 – CICLO DE PRODUCCIÓN CON BUBBLEDECK

Etapa 2 – Vaciado de las columnas / Apuntalamiento¹



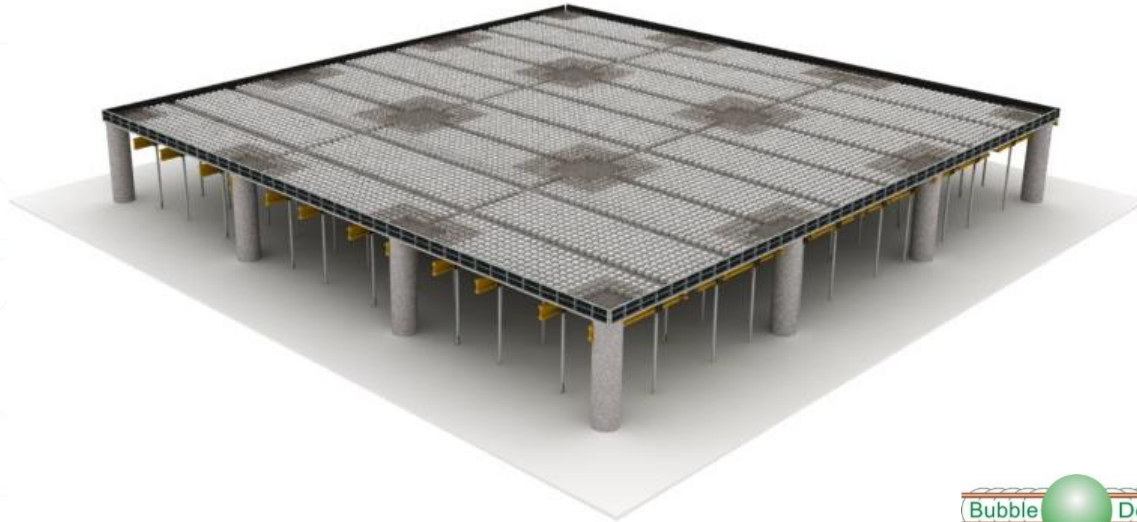
02 – CICLO DE PRODUCCIÓN CON BUBBLEDECK

Etapa 3– Posicionamiento de los paneles¹



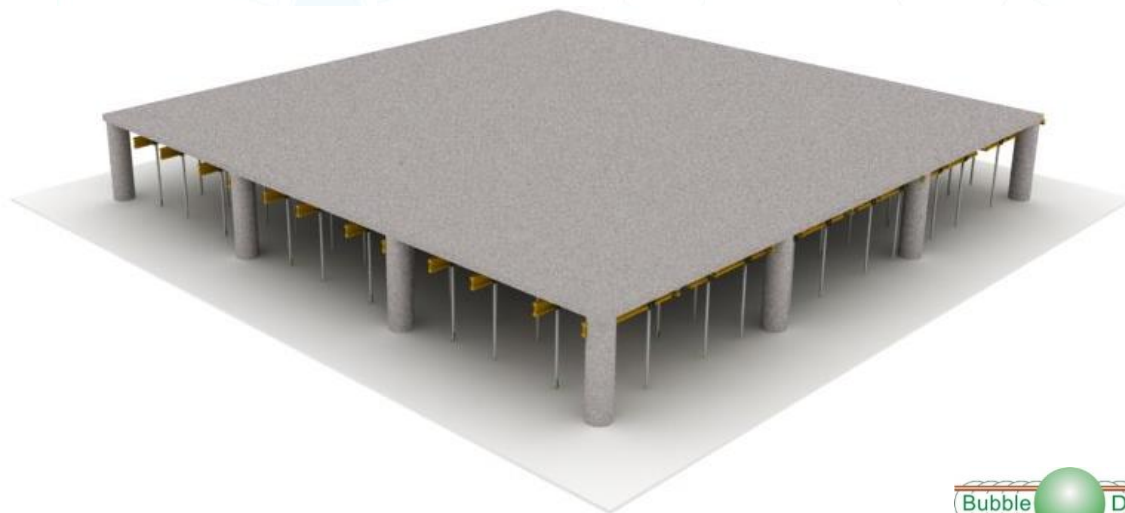
02 – CICLO DE PRODUCCIÓN CON BUBBLEDECK

Etapa 4– Refuerzo complementario y formaletas laterales¹



02 – CICLO DE PRODUCCIÓN CON BUBBLEDECK

Etapa 5– Vaciado de concreto de la losa¹



¹<http://www.bubbledeck.com/>

02 – VENTAJAS DEL SISTEMA

Libertad de diseño: diseños flexibles que se adaptan fácilmente a la arquitectura con curvas, formas irregulares y vanos grandes. Las modificaciones de interiores pueden ser realizadas fácilmente.



Image¹



Image¹



02 – VENTAJAS DEL SISTEMA

Mayor distancia entre ejes / vanos mayores: mayor distancia entre ejes, en comparación con las estructuras tradicionales. Mejor aprovechamiento estructural debido a la propagación de los esfuerzos en ambas direcciones.

Ausencia de vigas: aumento de la productividad y la altura del techo, además de la reducción de costos debido a la eliminación de vigas.



Image¹



Image2



^{1,2}<http://www.bubbledeck.com/>

02 – VENTAJAS DEL SISTEMA

Instalaciones: posibilita el paso de tuberías y ductos en la losa, dejándolos embebidos, o permite la perforación de huecos después del vaciado final de la losa.

Reducción de peso de la losa (30 a 35%).



Image¹



Image¹



02 – VENTAJAS DEL SISTEMA

Reducción del apuntalamiento: Al ser piezas prefabricadas, el sistema proporciona una reducción aproximada de **60%** en el apuntalamiento, en comparación con losas convencionales.



Image¹



Image¹



02 – VENTAJAS DEL SISTEMA

Otras ventajas asociadas con el sistema BD:

- ❖ 1 kg de plástico sustituye hasta 100 kg de concreto.
- ❖ Menos consumo de energía: en la producción, transporte y ejecución.
- ❖ Menos emisiones: ahorro en la emisión de CO₂ de hasta 40 kg/m².
- ❖ Menos madera: no se requieren andamios horizontales para prefabricados



02 – DESVENTAJAS DEL SISTEMA

A pesar de los puntos positivos, la losa BD trae consigo algunas desventajas de las cuales se destacan:

- ❖ Mayores desplazamientos transversales de las losas
- ❖ Ruptura localizada por punción en la ligación losa – columna.
- ❖ Falta de mano de obra calificada
- ❖ Empuje generado durante el vaciado de concreto
- ❖ Necesidades de grandes espacios para almacenar las esferas.

Desventajas
asociadas con el
Sistema de Losas
Lisas.



03

Obras Ejecutadas con *BubbleDeck*



Imagen cortesía de BubbleDeck Brasil



03 – OBRAS INTERNACIONALES

- ❖ Premio construcción destacada, Holanda, 1999.
- ❖ Reducción del ciclo de 10 para 4 días / piso.
- ❖ 500 viajes de camión ahorrados.
- ❖ 2 pisos más.
- ❖ Reducción relevante del equipo utilizado en obra.

MILLENIUM TOWER, ROTTERDAM (HOLANDA)



Image¹



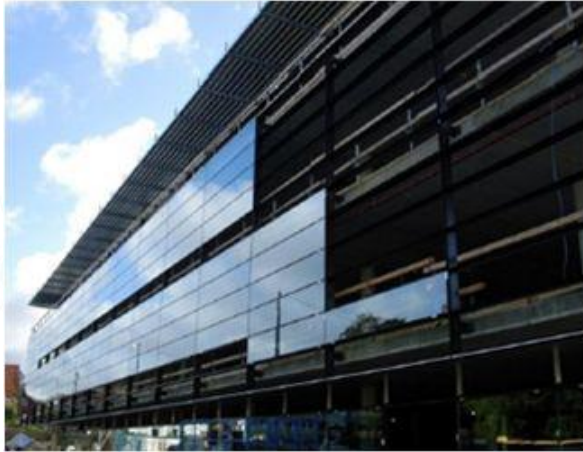
Image¹



¹<http://www.bubbledeck.com/>

03 – OBRAS INTERNACIONALES

CITY HALL AND OFFICES (Dinamarca)



Image¹

Premio “Construcción 2004, en la categoría edificios industriales y comerciales”.

JERSEY CONSTRUCTION (Reino Unido)



Image¹

Finalización de la obra 6 semanas antes del plazo.
Ahorro de 3% del total de la inversión de la obra.



03 – OBRAS INTERNACIONALES

Transavia, Schipol (Holanda)



Image¹



Image¹

SELLO LEED PLATINUM EN EUROPA



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
**COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA**

FACULTAD DE
ARQUITECTURA
E INGENIERÍA

¹<http://www.bubbledeck.com/>

04

Centro Administrativo del Distrito Federal/ Brasília



Imagen cortesía de BubbleDeck Brasil



04 – CARACTERÍSTICAS

- ❖ 178 mil m² de área construida.
- ❖ 14 edificios (4 torres de 16 pisos y 10 torres de 4 y 6 pisos).
- ❖ Implantación de fábrica en obra con capacidad de 1.000 m²/día de paneles BubbleDeck.
- ❖ Cronograma de producción 5.000m² por semana de losa.



04 – CARACTERÍSTICAS

- ❖ 35% menos de concreto utilizado (camiones, bomba y mano de obra).
- ❖ 2.500 viajes de camión ahorrados.
- ❖ Reducción del 60% de la cantidad de apuntalamiento, en relación al diseño original.



04 – PROYECTO



LOSA NERVADA

X



LOSA BUBBLEDECK²



04 – CONSTRUCCIÓN



Armado de mallas y cerchas



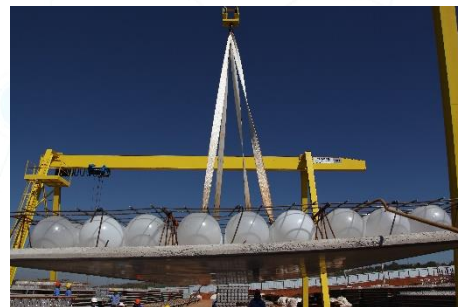
Posicionamiento de las esferas



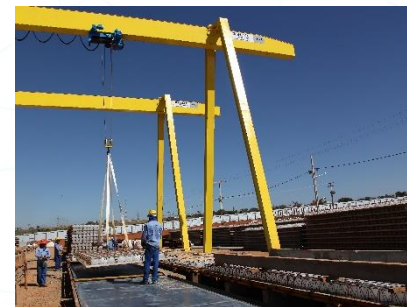
Preparación de la formaleta



Vaciado de concreto



Módulo de losa vaciado



Transporte y almacenamiento



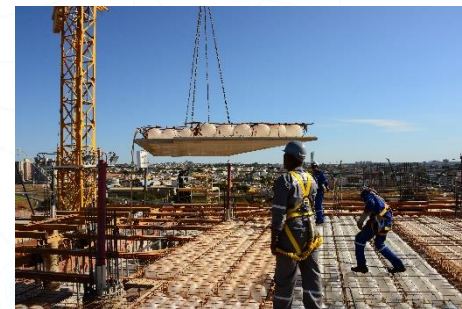
04 – CONSTRUCCIÓN



Apuntalamiento



Izaje de la pre-losa



Izaje de la pre-losa



Refuerzo complementario



Vaciado de concreto



Acabado de la losa



04 – CONSTRUCCIÓN



Losa Acabada



Losa Acabada



04 – RESULTADOS

- ❖ Ahorro de 1,5 millones de dólares en el proyecto (10 % en total)
- ❖ Reducción de mano de obra directa.
- ❖ Reducción de insumos como acero y concreto.
- ❖ Creación de un nuevo mercado para el uso de resina.
- ❖ Eliminación de formaleta de madera.
- ❖ Industrialización de la estructura.



05

**Aeropuerto
Internacional
de Galeão -
*Rio de Janeiro***



Imagen cortesía de BubbleDeck Brasil



Ampliación del Edificio de garaje (EDG):

- 4 nuevos pisos.
- Más de 3000 lugares para estacionar.
- 14.000 m³ de concreto.

Muelle Sur:

- Área total = 100.000 m².
- 26 nuevos puentes de embarque.
- Más de 10.000 estructuras de prefabricados de concreto.

Edificio Conector:

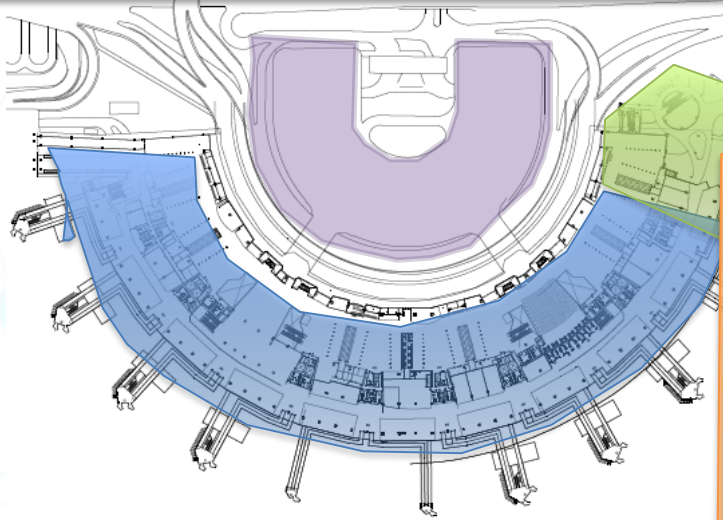
- Integración entre el TPS-2 y la Zona de embarque Sur
- Área total = 15.800 m²
- Todo en estructura metálica.

Patio Sur:

- Área total = 260.000 m².
- 2 millones de m³ de terraplén
- 30.000 m³ de concreto en placas.

Reforma de Terminal de pasajeros - TPS-2

- Área total de reforma = 38.100 m²
- Ampliación del Free-shop en 4.500 m².



05 – PREMISAS DEL PROYECTO

Velocidad – descartada losa “in situ”.

Logística – descartada de grandes piezas prefabricadas.

Grandes vanos – BubbleDeck y estructura Metálica



05 – PROYECTO

Losa escogida : **BD 450** (45 cm acabada)

- ❖ fck: **30 MPa**
- ❖ Recubrimiento: **3,0 cm**
- ❖ Sobrecarga de Utilización: **300 kgf/m²**
- ❖ Sobrecarga Permanente: **100 kgf/m²**

➔ Consumo de Concreto = $0,310 \text{ m}^3/\text{m}^2$

➔ Tasa de refuerzo = $19,05 \text{ kg/m}^2$ (Pre moldado + Refuerzo “in-situ”)



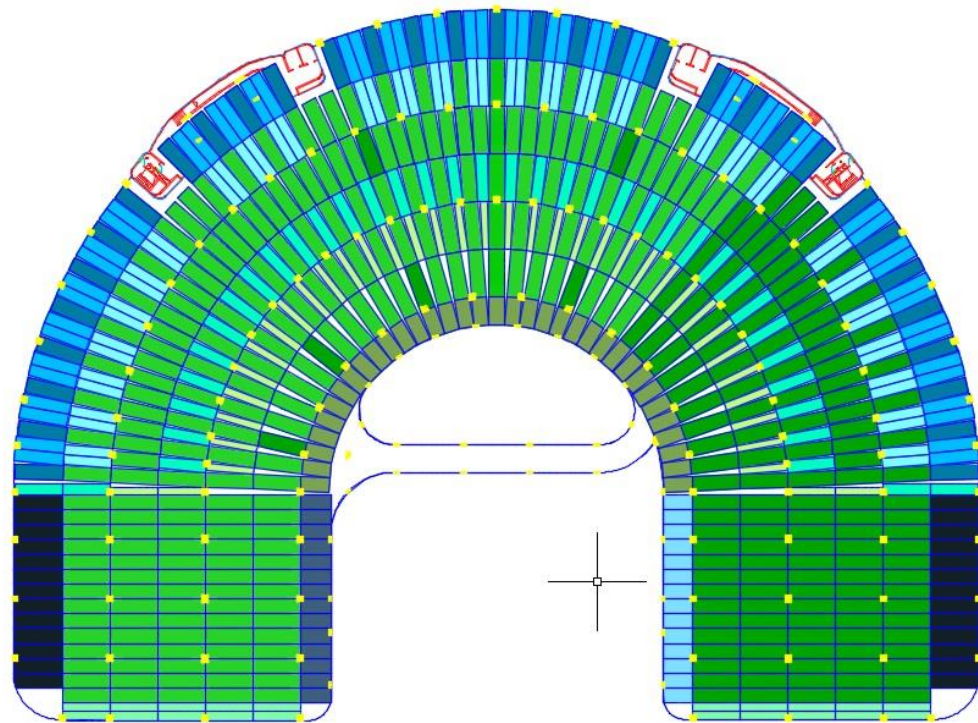
05 – PROYECTO

- **Mayor repetición :**

- ❖ Dimensiones: 2,50 x 8,00 m
- ❖ Peso: 3,00 tf
- ❖ Área: 20,00 m²
- ❖ Número de Elementos: 321 (47%)

- **Mayor Elemento:**

- ❖ Dimensiones: 2,50 x 8,25 m
- ❖ Peso: 3,09 tf
- ❖ Área: 20,63 m²
- ❖ Número de Elementos: 26 (3,8%)



679 paneles BubbleDeck por piso

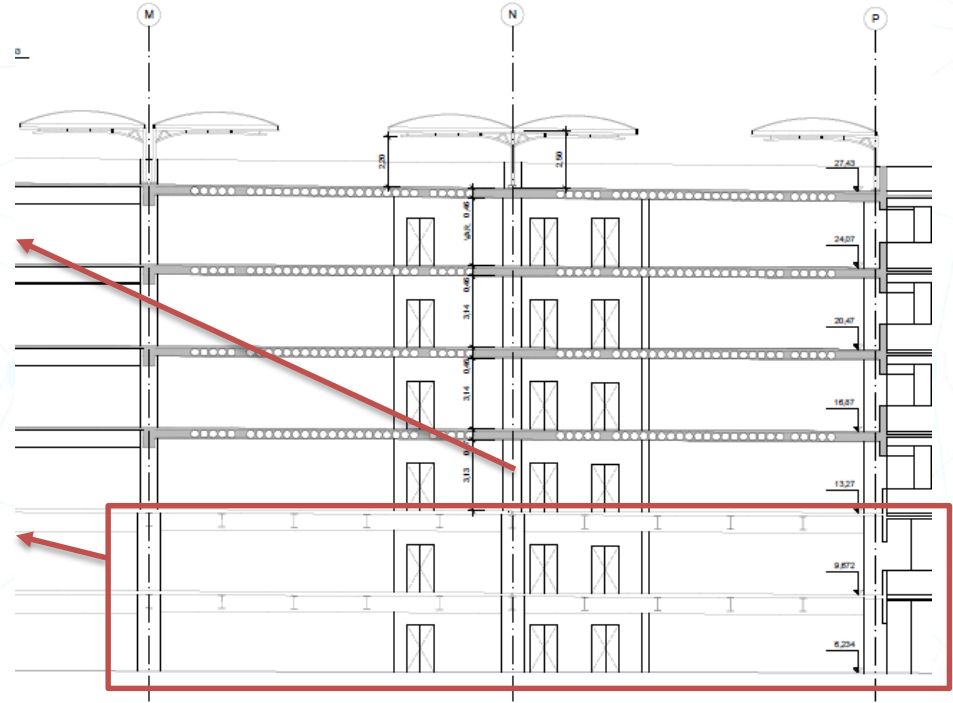
(12.000 m²)



05 – APUNTALAMIENTO ESPECIAL

Necesidad de ejecutar apuntalamiento especial en el 3º piso, sin utilizar a losa del mismo.

Necesidad del cliente de continuar con la utilización de los dos pisos durante la obra.



05 – APUNTALAMIENTO ESPECIAL



**CERCHAS DE APUNTALAMIENTO ESPECIAL PARA EL
VACIADO DEL 4º PISO**

**VIGAS DE APOYO DE
LAS CERCHAS Y
CONSOLAS
METÁLICAS**



05 – CONSTRUCCIÓN



Limpieza y aplicación de desmoldante en las formaletas



Vaciado de concreto



Fijación de las mallas con las esferas



Introducción en los módulos de concreto



Retiro de la formaleta del panel pre
moldado



Transporte de los paneles



05 – CONSTRUCCIÓN



Montaje de apuntalamiento



Izaje de placas prefabricadas en puntos predeterminados



Posicionamiento de las placas prefabricadas



Placas montadas sobre el apuntalamiento



Placas prefabricadas posicionadas antes de la colocación de armazón "in situ"



Armado de los capitales



05 – CONSTRUCCIÓN



Tramo con placas posicionadas y capitales siendo armados



Vista general de la obra – ejecución del 4º piso

DESFORMA DO PAINEL PRÉ-MOLDADO



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
**COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA**

FACULTAD DE
ARQUITECTURA
E INGENIERÍA

05 – Construcción terminada



Aspecto final de la obra - GALEÃO

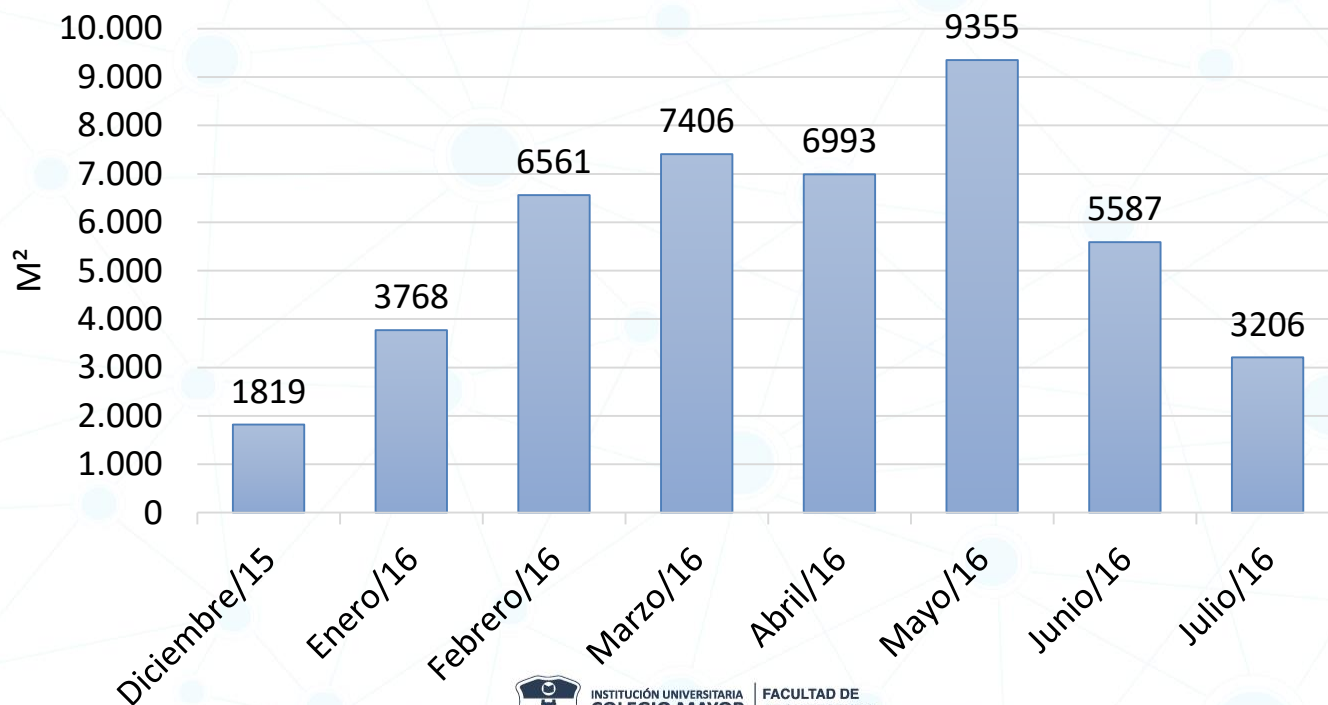


Aspecto final de la obra - GALEÃO



05 – Resultados

Produtividade da Obra



05 – RESULTADOS

- ❖ **Utilización de 94,5 toneladas (70%) de resina de polipropileno de Braskem para la fabricación de aproximadamente 180.000 esferas.**
- ❖ **Ahorro de 15% en el valor global de la obra.**
- ❖ **Ganancia de velocidad en la ejecución y cumplimiento del plazo.**
- ❖ **Reducción de los servicios “in-situ” generando una reducción del personal efectivo, en consecuencia, un menor uso del espacio físico del sitio de construcción y del costo indirecto, además de reducir el riesgo de accidentes y mejorar la efectividad de la gestión de seguridad.**



05 – RESULTADOS

Sustentabilidad

- ❖ **Aplicación de 40.5 toneladas de resina reciclada;**
- ❖ **Minimización de 5 mil m³ de madera por el uso de paneles prefabricados;**
- ❖ **Reducción de 15 mil litros de combustible diésel, debido al menor transporte de materiales;**
- ❖ **Reducción de 4 mil m³ de concreto, por el uso de las esferas incorporadas en la losa;**
- ❖ **Disminución de 400 toneladas de acero;**



Existe una tendencia humana natural a querer repetir lo que anteriormente se realizó con éxito. Sin embargo, los viejos hábitos no deberían permitir que la voz del avance de la ingeniería sea silenciada.

(William L. Gamble).



Obrigado!
¡Gracias!

