Foto: www.sibaritissimo.com

Burj Al Arab

Una superestructura de 7 estrellas

María Cristina Rojas
Periodista Metal Actual

Inspirada en una embarcación de vela, el Burj Al Arab es la primera construcción del sueño del Emir de Dubai de convertir a su país en el centro turístico más importante del mundo.

El hotel más alto del mundo es hoy el símbolo internacional de Dubai, en donde el acero dibuja elegantemente una fachada espectacular protegiendo la superestructura de la acción del viento y los sismos.

El hotel Burj Al Arab o 'Torre de los Árabes' es hoy la estructura de este tipo más alta del mundo, situada a 17 kilómetros al sur de Dubai (Emiratos Árabes Unidos), y a 300 metros de la playa de Jumeirah, sobre una isla artificial conectada a tierra por una carretera. Es el símbolo del esplendor del mundo árabe y de un Estado que ve en el turismo una alternativa para contrarrestar las consecuencias de una eventual escasez de petróleo.

El Jeque Mohamed, fue quien solicitó el diseño del proyecto, para el cual exigió el concepto de identidad y una construcción que se convirtiera en un icono de Dubai, similar a lo que ocurre en Sydney con la Casa de Opera, o en París con la Torre Eiffel.

Apoyándose en información acertada, el diseño que gustó a Mohamed, fue realizado por el arquitecto Tom Wright, quien se inspiró en el pasado náutico del país, simulando una vela de un dhow (tipo de navío árabe), con dos alas extendidas en V para formar un mástil enorme y dar la sensación total de un yate clase J ultramoderno.

Las obras comenzaron en 1994. Se decidió que el hotel estaría situado en medio del mar en una isla artificial, cuya altura pondría en más de una discrepancia a los constructores. El arquitecto Tom Wright quería que la isla fuera muy baja para generar la impresión de que la estructura tipo vela surgía del agua. Por su parte el ingeniero Mick Mc Nicolas, responsable por la seguridad de la isla, lo veía inconveniente. "Tom quería la isla lo más baja posible rozando el mar, yo por mi parte quería protegerla", afirmó el ingeniero.

La seguridad estaba en juego y eso lo sabía Mc Nicolas. Por eso inicialmente los ingenieros planearon la construcción de la isla usando roca, un material disponible en la zona y cuya eficiencia estaba comprobada, pero Dubai rechazó la idea pues se necesitaba una isla muy grande para repeler el efecto del mar.

Así que el ingeniero Mc Nicolas probó con unos bloques de concreto innovadores diseñados para reducir el impacto. Se hicieron pruebas de tanque en laboratorio reproduciendo la fuerza de las olas más altas que podrían darse en los subsiguientes 100 años, contra una serie de modelos de diferentes configuraciones. Los bloques huecos demostraron ser efectivos funcionando como una esponja y haciendo que el agua de la ola que los golpea llene el espacio vacío y gire sobre sí misma, haciendo que la fuerza se disipe considerablemente.

Con esto, el equipo construyó una isla con fuertes inclinaciones de roca y cubierta con un revestimiento de concreto para absorber la fuerza de las olas. El arquitecto Tom Wright consiguió su objetivo: una isla elevada a 7.5 metros sobre el nivel del mar.

Sobre la base náutica del pasado, Burj Al Arab se alza único sobre una isla triangular y enmarcado por un mar majestuoso que lo hace singular.

Foto: http://www.sibaritissimo.com/burj-al-arab/

Todo listo. Se dio inicio a la segunda etapa de construcción donde se clavaron grandes vigas de acero 20 metros dentro del terreno, creando un muro triangular del metal, conocido como atavía. Muro que se convertiría posteriormente en el exterior del sótano del hotel, una vez se lograra extraer la arena de adentro.

Esto constituía uno de los mayores retos, pues el peso del mar era tan grande que el agua impulsada podría fluir por entre la arena e inundar la isla artificial desde abajo. Para evitarlo, Mc Nicolas inyectó cemento líquido en la arena sellando el muro de acero por debajo.

Al sacar la arena el mayor temor era que la estructura que sostenía la fuerza del mar –500 toneladas aproximadamente– disminuyera y el sello de cemento cediera corriendo el riesgo de un accidente que podía matar a cientos de trabajadores. "En el peor de los casos la presión causada por el movimiento de agua podría volar toda la excavación. Sentí que debía ser de los primeros hombres en la excavación y parado en ella mirando la pared de acero pensaba que reteníamos el mar y mi diseño funcionaba" comentó Mc Nicolas.

Los cimientos, un reto de ingeniería

En noviembre de 1995 la isla artificial estaba lista y la fase 3 del proyecto comenzaría con los cimientos. Ser la construcción más grande del mundo y localizarse en el mar fueron dos retos adicionales en este nuevo tema.

La base tendría que ser maciza para resistir una torre de 300 mts, con total seguridad para sus ocupantes, por eso el equipo realizó análisis de núcleos perforando el lecho rocoso profundamente llegando a 180 mts, pero no encontró roca sólida. Esto haría su trabajo más difícil pues la opción que quedaba era que el Burj Al Arab se alzara sobre la arena y eso ¡era una locura!

Los arquitectos idearon entonces un plan en el que contemplaron apoyar su hotel usando pilotes de concreto reforzados con acero clavados muy profundo dentro de la arena, y apoyados en el efecto conocido con el nombre de fricción superficial que no es otra cosa que la resistencia que impide que dos superficies ásperas resbalen una contra otra.

Foto: Cortesía Atkins

Bloques Huecos rodean la isla protegiéndola contra la fuerza de las olas.

Foto: Cortesía Atkins

Con 321 metros de altura, con helipuerto y 202 suites el hotel más lujoso del mundo se encuentra sobre una isla artificial a 9.270 metros de la costa de Dubai (Emiratos Árabes)

"La fricción superficial se trata del contacto entre la arena y la superficie del pilote: entre más largo el pilote, más entra en la arena y mayor es el efecto de adherencia" – comentaron los arquitectos.

Para lograr esto era necesario que la arena estuviera lo suficientemente compacta para crear resistencia alrededor de los pilotes del edificio y evitar una licuefacción[1] en caso de un sismo, por lo que se tomaron muestras de arena, se analizaron y se encontró que muy profundo, bajo el sitio del proyecto, había arena compacta y calcificada. Eso era una buena noticia.

Así que los pilotes debieron ser alargados 8 metros cada uno garantizando que se lograra la fricción superficial que se esperaba. Los 250 pilotes de concreto tenían una longitud continuada de 10 kilómetros, 35 veces la altura del hotel que soportaría, así que en suelo firme después de tres años de iniciada la obra, se da paso a la construcción estructural.

El acero y su protagonismo

En medio del ardiente calor del desierto fueron alzadas las paredes de concreto delgadas, pero incapaces de resistir los elementos sin ayuda; corriendo el riesgo que los vientos fuertes o los sismos las destruyeran con facilidad, los arquitectos lo sabían, por ello generaron una nueva solución, no solo eficiente sino visualmente atractiva: una inmensa estructura de acero por fuera del edificio conocida como exoesqueleto.

Para sostenerla era necesario crear una serie de grandes cerchas diagonales sujetadas por dos enormes arcos de acero al eje de concreto en la parte posterior del edificio. "Esas cerchas me dieron cuatro meses de insomnio preocupaciones y ansiedad. Debían ser lo suficientemente fuertes pero además visualmente bellas" – comenta el ingeniero Anthony McArthur, encargado de hacerlas funcionar.

El reto ahora era encontrar cómo soldarlas. Se halló una fábrica cercana a 15 kilómetros del lugar de la construcción donde se soldaron las enormes diagonales. Cada una de ellas era más larga que el Airbus A380 Súper Yumbo y más pesada que 20 autobuses de dos pisos.

Soldarlas en cierto sentido era fácil, lo difícil era transportarlas hacia el sitio de la construcción, pues el peso de cada una rondaba las 165 toneladas y los 85 mts de longitud. Por eso Michael Murphie, contratista jefe consiguió una solución práctica, llevó uno de los transportes para carga

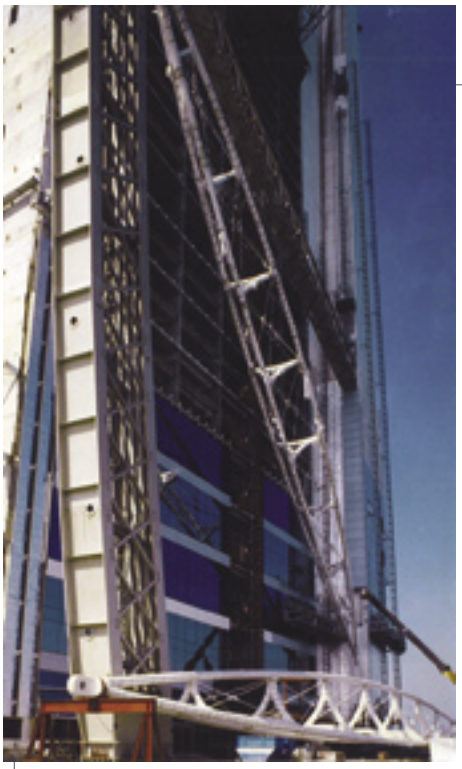

Foto: http://www.sibaritissimo.com/burj-al-arab/

Sobre 250 pilotes de concreto y vigas de acero de 20 metros incrustadas en el mar se alzó la estructura icono del esplendor y riqueza de Dubai

pesada más grandes del mundo: un monstruo de 80 llantas que inició su lento recorrido hacia el punto de construcción a una velocidad promedio de 6 km por hora.

Con ayuda de la policía de Dubai se hicieron cierres de carreteras y se retiraron semáforos para darle paso a la caravana que finalmente llegó a la isla artificial. El siguiente paso problemático era levantar cada cercha de 165 toneladas y ponerlas en el lugar.

Inicialmente se sugirió colocar las piezas en tres secciones, pero el arquitecto se negó a soldar en esa altura, así que la solución a esto debía incluir el levantamiento de los armazones en una sola pieza a una altura de 200 metros, el doble de la altura de la Estatua de la Libertad, en Nueva York.

En el lugar se encontraban tres grúas enormes, pero no tanto como para levantar las perchas diagonales, por lo que Murphie trajo equipos desde Singapur instalando malacates[2] –utilizados en equipos de perforación marítima para amarrar barcos– en voladizo a 15 metros del edificio. A los extremos de la cercha se sujetaron cables con un esfuerzo de ruptura de 225 toneladas.

Los dos enormes malacates soportaron la tensión y levantaron la cercha diagonal poco a poco por el lado del edificio, pero allí surgió otro problema: las cerchas tenían que encajar con absoluta precisión y bajo el clima de Dubai, cambiante hasta en 14 grados centígrados en un solo día, esto haría que las diagonales se contrajeran considerablemente. El fenómeno era claro: expansión térmica.

El calor hacía que las moléculas de acero se desplazaran más rápido y más lejos, lo que en términos prácticos significaba que las perchas diagonales del Burj Al Arab podrían expandirse y contraerse hasta 5 centímetros en un período de 24 horas.

Foto: cortesía Atkins

El levantamiento de los armazones de acero era un reto no solo por su tamaño y peso sino por la coincidencia perfecta de las cerchas.

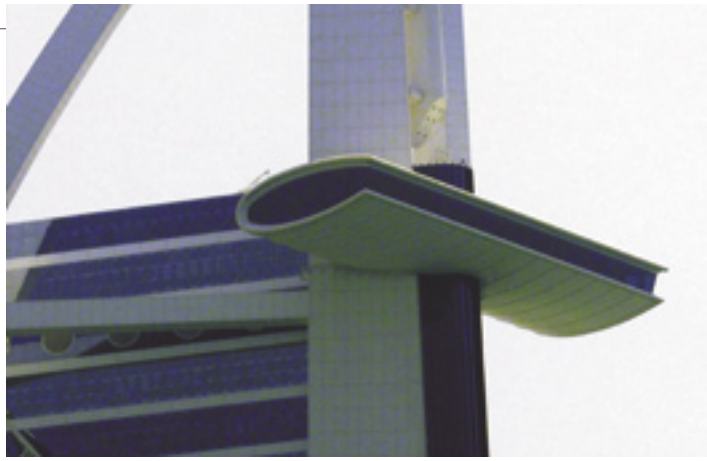

Foto: http://es.wikipedia.org/

Cenar entre las nubes a 200 metros sintiéndose suspendidos en el aire, es uno de los beneficios que hacen del Burj Al Arab, el único Hotel 7 estrellas en el mundo

Encajarlas requería entonces de una solución ingeniosa que el equipo de arquitectos encontró: sobre el marco de la estructura la ménsula[3] tenía una arandela grande con su hueco no centrado. Esta arandela giraría hasta alinearse con el hueco de la cercha diagonal, y se pondría un pasador de acero fundido de unos 30 cm de diámetro por entre los dos huecos asegurándolos. ¡La cercha quedó firme y la celebración empezó!

Ahora el siguiente problema era el exoesqueleto, que para el arquitecto Tom Wright significaba enfrentar dos retos: si era muy liviano, la fuerza del viento del Golfo, a 300 mts de altura, derribaría el edificio, si era muy pesado, la forma del hotel semejante a un yate, se perdería.

Para ello entonces se ordenaron unas pruebas en un tubo de viento simulando los efectos de este alrededor de un modelo de escala 1 a 5, y aunque el edificio soportó cargas fuertes de casi el doble de lo que aguantaría en Londres, los ingenieros y arquitectos se preocuparon por la vibración y la aparición de un fenómeno denominado derramamiento de vértice.

Este fenómeno hacía que bajo ciertas condiciones de viento soplando sobre los vértices afilados de la estructura de acero, se pudieran crear minitornados que producían peligrosas vibraciones sacudiendo el edificio hasta el punto de destruirlo.

Para ello recurrieron a un ingenioso peso colgante llamado amortiguador de masa sincronizado, que se instaló en los puntos vulnerables, haciendo que cuando el viento sople se genere el derramamiento de vértice y cinco toneladas de peso se meza en vez de la estructura, amortiguando las vibraciones.

El nuevo reto de un restaurante entre las nubes

En junio de 1997, en su etapa final el jeque Mohamet pide un restaurante que parezca suspendido en el cielo mirando hacia el Golfo de Arabia y Dubai. Esto haría que no solo se rompiera el récord de ser el edificio más alto del mundo, sino que además se entregue a los visitantes una experiencia única en el globo.

El "Restaurante de la Pista Celestial Suprema", como se le denominó, se elevaría a 200 metros sobre el mar y sobresaldría 7 metros de lado y lado del estrecho central del edificio.

La sola idea expresada por Tom hizo que sus ingenieros pensaran que estaba loco. La habitación que se había pedido era del tamaño de la mayoría de los edificios y fuera del centro de gravedad de la estructura de apoyo.

Un error en este punto supondría el desplome de una estructura a 200 mts de la tierra, por eso allí también la ingeniería se elevó por encima de las nubes con una ingeniosa solución: en el eje de concreto, en la parte posterior del edificio se incrustaron una serie de ménsulas de acero conocidas como empotramientos.

Diez enormes vigas de acero hasta de 1.6 mts de altura salieron de allí formando la base del piso rígido de acero, dando la sensación de un ala sujetada al piso y forrada en aluminio y vidrio. Finalmente, el capricho del jeque había sido satisfecho y el restaurante resistiría vientos de 160 kms por hora.

La etapa final

Faltaban dos años de trabajos y se hacía imperante poder iniciar la adecuación de interiores mucho antes que el exterior estuviera terminado, pero en un lugar donde la humedad llegaba al 100 por ciento y la temperatura podía subir hasta 49 grados centígrados, era imposible que se diera paso a poner las terminaciones más delicadas como hojilla de oro y madera tallada.

Se encerró entonces el edificio instalando la pared simbólica de la vela blanca del diseño de Wright. Se extendieron secciones de fibra de vidrio tejida entre las enormes vigas horizontales y la superficie se recubrió con teflón para resistir el polvo y la arena.

La fachada entonces no tendría vidrios sino una doble piel de tela screen blanca traslúcida tensada por la estructura. Una membrana blanca que durante el día permitiría la entrada de luz evitando el sobrecalentamiento interior con un sistema

de refrigeración por pérdida directa, lo que quiere decir, reflectando gran parte de la energía de vuelta al exterior y proyectando sombra sobre los recintos.

Además la temperatura que traspasaba la primera tela se reducía con el aire entre ambas. Sería un nuevo récord para el Burj Al Arab: la tela más grande del mundo en un atrio de 180 m.

Después de esto era necesario enfriar el edificio con el sistema de refrigeración, en un proceso lento que duró seis meses bajando la temperatura constantemente un grado por día. Así se dio paso a la decoración interior cuya instrucción era crear un concepto original, novedoso y que no se volviera a diseñar. En 24 meses se logró el objetivo.

En la etapa final los ingenieros electrónicos tuvieron que jugar con la introducción de un filtro armónico denominado antifase, que detuvo eficientemente la distorsión armónica producida por la carga de cada suite, que en promedio requería 18 kw, 8 veces la carga de una casa europea normal, capaz de derretir los cables y causar un incendio de grandes proporciones.

Después de salvar los últimos inconvenientes, en diciembre de 1999 se abrieron las puertas del Burj Al Arab antes del fin de siglo, y se dio la posibilidad a los multimillonarios del globo de disfrutar del lujo y la fastuosidad únicos que han hecho que este hotel sea catalogado el único del mundo con siete estrellas.

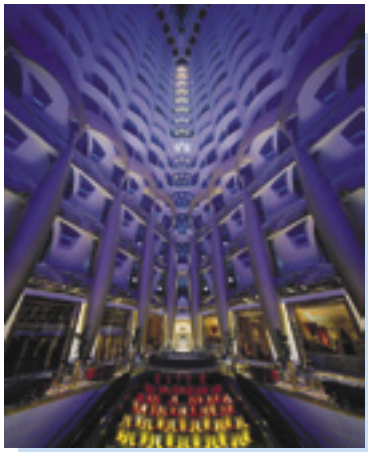

Foto: http://www.sibaritissimo.com/burj-al-arab/

Todas son suites en Burj Al Arab, el Hotel más alto del mundo.

El sueño de las mil y una noche

Un cuento árabe en un mundo futurista pareciera ser la definición que se tiene al entrar a esta maravilla donde solo existen suites; 202 de ellas que están en el rango de 1.600 euros hasta 24.000 euros por noche, esta última tarifa incluye sala de cine privada, varios jacuzzis, camas giratorias, 27 teléfonos, varios televisores plasma, ascensor privado y su propio helipuerto en el piso 28.

Las maravillas de la decoración árabe incluyen como curiosidades restaurantes extremos: uno bajo el nivel del mar, el Al Sahara, con vista a arrecifes de coral donde los comensales podrán disfrutar de 700 peces exóticos cuidados por un equipo experto de buzos en un tanque de 200m^3, y en el extremo opuesto el restaurante voladizo *Al Muntaha* para cenar literalmente entre las nubes

El portafolio es amplio: 202 suites, 7 restaurantes, sensores para manejo inteligente de luces, cortinas y aparatos electrónicos, servicio personalizado para cada viajero, en el que destacan las recepciones privadas en cada planta y una organizada brigada de mayordomos, todo tipo de tiendas y servicios (peluquerías, centro de salud, etc), selectos bares, canchas de golf, Spa, piscinas, gimnasio, parque acuático, alquiler de Rolls Royce, entre otros.

Para los más exclusivos visitantes existe una plataforma de 330 toneladas que sobresale del edificio a más de 200 mts sobre el nivel del mar y que sirve no solo de cancha de tenis, sino de helipuerto.

Una maravilla que se alza orgullosa en el Golfo Pérsico demostrando que ingenio, creatividad e ingeniería son ingredientes esenciales de esta megaestructura, que no solo asombra al mundo, sino que en su momento abrió la puerta a nuevos proyectos que hacen de Dubai uno de los centros de ocio y entretenimiento más caros y lujosos del planeta.

Foto: http://javimoya.com/blog/galerias/hotel-burj-al-arab.html

Foto: http://www.bodas.com

Vértigo, la nueva sensación para los grandes deportistas del mundo. Una cancha de tennis que se convierte en helipuerto, es un privilegio del piso 28.

Ítems	Datos	
Empresas Involucradas	Propietario	Jumeirah Beach Resort
	Manejo	Grupo Jumeirah
	Constructor	Said Khalil
	Arquitecto y consultor del Proyecto	Atkins
	Contratista de construcción	Murray y Roberts
	Diseño	WS Atkins & Partners Ultramar
	Ingeniero de Transporte Estructural	Boardman Dunbar Associates
	Paisajista	Al Khatib Cracknell
	Co-contratista	Al Habtoor Ingeniería Fletcher Construcción Murray & Roberts
	Construcción de acero	Eversendai Ingeniería
	Subcontratista	Trenzas y Cables de Acero PSC, SL
	Modelos	Deutsche Doka Schalungstechnik GmbH
	Decoración Interior	Khuan Chew
	Arquitecto	Tom Wright
	Levantamiento	VSL Internacional
Datos Generales	Nombre	Arabia Tower, Chicago Beach Hotel
	Construcción	1994-1999
	Costo	USD 2000000 000
	Ubicación	Dubai Emiratos Arabes Unidos
	Area de la Isla	5.060 m2
	Area de Construcciòn	120.000 m 2
	Uso	Hotel Resort
	Suites	202
	Empresas	3.000
	Diseñadores	250
	Obreros	3500
	Proximidad:	Burj Al Arab puente de acceso
Dimensiones	Altura: 321 m	
	Número de pisos (en superficie) : 60	
Materiales de construcción utilizados	Fachada	Vidrio - 43,446 mts cuadrados Teflon-coated fiberglass - Fibra de vidrio recubiertos de teflón
	Interior	Mármol: 30 diferentes tipos de mármol 24000 metros cuadrados
	Luces	28.000 luces
	La construcción de la estructura	Acero: 9.000 ton. reinforced concrete Hormigón armado: 70.000m^3

Citas

1) **Licuefacción.** Proceso de pérdida de resistencia de ciertos tipos de suelos, que están saturados en agua y cuando son sometidos a la sacudida de un terremoto fluyen como un líquido a causa de un aumento de la presión. El sedimento cae y el agua que satura el suelo tiende a salir como una fuente que brota a borbotones.
2) **Malacates.** Máquina a manera de cabrestante, muy usada en las minas para sacar minerales y agua, que tiene el tambor en lo alto, y debajo las palancas a las que se enganchan las caballerías que lo mueven.
3) **Ménsula.** Miembro de arquitectura perfilado con diversas molduras, que sobresale de un plano vertical y sirve para recibir o sostener algo.

Fuentes

- Maya Mary Thomas Regional Communications Officer Middle East & India
- WS Atkins & Partners Overseas, P.O.Box 5620, Dubai, U.A.E Tel: +9714 4059 300 Fax: +9714 4059 301 www.atkins-me.com E-mail: maya.thomas@atkinsglobal.com
- www.ociototal.com/recopila2/r_viajes/hotel_lujoso.html
- http://www.sibaritissimo.com/burj-al-arab/
- http://es.wikipedia.org/wiki/Burj_Al_Arab
- http://www.arqhys.com/construccion/hotel-burjallarab.html
- http://www.arqhys.com/construccion/burj-arab.html
- www.burj-al-arab.com
- http://www.lanacion.com.ar/edicionimpresa/suplementos/turismo/nota.asp?nota_id=708112
- http://www.arqhys.com/arquitectura/acero.html
- http://www.tenso.es/productos/arquitectura/x-tend/proyecto.asp?Id=40
- http://en.structurae.de/structures/data/index.cfm
- http://www.elmundo.es/elmundodeporte/2008/03/03/tenis/1204566317.html
- http://institutodelosandes.blogia.com/temas/02-turismo-internacional.php
- http://indenor.cl/blog/2006/08/21/doble-piel-atrium-burj-al-arab-arabian-tower/