

EJE TEMÁTICO: Transposición Tecnológica – Procesos que Generan Procesos

ANÁLISIS DEL OBJETO ARQUITECTÓNICO DESDE LA TRANSPOSICIÓN TECNOLÓGICA. CASO: TORRE ABU DHABI

Daniel Edgardo Vedoya, Emma Susana Prat

Daniel Edgardo Vedoya, Emma Susana Prat

CONSTRUCCIONES II – Facultad de Arquitectura y Urbanismo (UNNE)
ITDAHu (Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano)
Av. Las Heras 727 – (3500) Resistencia (Prov. del Chaco, Argentina) – +54 9 379 452 9537
devedoya@arnet.com.ar – emmasus@hotmail.com

ANTECEDENTES DEL OBJETO ARQUITECTÓNICO (antes)

En la actualidad la vida es dinámica, por lo cual el espacio en que vive el ser humano debería ser dinámico y ajustable a sus necesidades, cambiantes cotidianamente, y a su estado de ánimo.

De este modo, los edificios seguirían el ritmo de la naturaleza, cambiarían de forma y dirección según la estación del año y la hora del día, y se adaptarían al clima. En otras palabras, los edificios tendrían vida.

Imbuida de estos preceptos, la firma italiana de arquitectura Infinity Design ha desarrollado recientemente un interesante sistema constructivo conocido como Sistema Fisher, que seguramente cambiará radicalmente los procesos de construcción tradicionales, la manera de concebir el espacio y la forma en que la Arquitectura se relaciona con el medio ambiente, pues tiene como objetivo la construcción de edificios dinámicos que roten sobre un eje central según el ritmo de la naturaleza.

El creador de este sistema es el arquitecto italiano-israelí David Fisher, cuyo primer exponente es la revolucionaria Torre Giratoria de Abu Dhabi (*Fig. 1*), diseñada con dicho sistema, constituida en el primer edificio dinámico del mundo.



Figuras 1. Torre Abu Dhabi, Dubai

Dubai, la capital de los Emiratos Árabes Unidos, quiso ser en 2010 la primera ciudad del mundo en disfrutar de una de las revolucionarias torres rotatorias diseñadas por el arquitecto italiano David Fischer.

Se trata de la Torre Dinámica, un altísimo edificio de 420 metros de altura, con sus 80 pisos capaces de girar 360 grados cada 24 horas. Cada piso lo hace de manera escalonada de forma que, sin que quién habita cada piso ni un observador externo se dé apenas cuenta. De esta forma, la línea del edificio va cambiando de manera permanente y constante.

Según Fisher, del estudio Infinity Design, cada piso tiene del edificio un sistema activado por voz con el que el inquilino podrá controlar el giro, aunque lo preferible es que sea el propio arquitecto el que decida cómo se mueve y las formas que desea conseguir. El italiano, que describe su Torre Dinámica como "proyectada desde la vida, moldeada por el tiempo", apuesta por los "edificios de las mil formas" y no duda de que la "arquitectura en cuatro dimensiones", como él la denomina (incluyendo el tiempo como la cuarta dimensión), tiene sentido en el siglo XXI.

"Vivimos en una sociedad dinámica donde todo se mueve más rápido de lo que imaginamos. Tenemos la sensación de que todo es posible", dice el arquitecto, que recalca: "La Torre Dinámica representa el futuro de la arquitectura, que dará como resultado una nueva era que beneficiará tanto a la naturaleza como al ser humano".

MATERIALIZACIÓN DEL OBJETO ARQUITECTÓNICO (durante) - Dimensiones e Indicadores

UTILIDAD (Uso – Función – Confort)

La torre es de uso mixto, conformada por 80 niveles giratorios, alcanzando los 420 metros de altura.

Los primeros veinte niveles de la torre están destinados a oficinas, en los pisos del veintuno al treinta y cinco se ubica un hotel de lujo, los pisos del treinta y seis al setenta están destinados al área de departamentos comunes, y los diez pisos restantes están ocupados por lujosos *penthouses*, a los que se accede desde un ascensor ultrarrápido, controlado con el movimiento de los ojos.

Cada piso gira individualmente, cambiando a cada momento la forma del edificio, y los usuarios podrán despertarse mirando el alba desde la cama para luego disfrutar de la cena con una vista de la puesta de sol sobre el océano, dependiendo así el ambiente interior del panorama buscado y según la posición más apropiada del sol.

FIRMEZA (Rigidez – Resistencia – Estabilidad)

El sistema estructural se basa en un núcleo central cilíndrico rígido, alrededor del cual se van endosando los diferentes módulos habitacionales, soportados en unas guías que servirán luego para que éstos se desplacen desarrollando un recorrido giratorio de 360°.

Los módulos habitacionales son cubículos tridimensionales prefabricados, totalmente acabados en fábrica -constituyendo lo que se conoce como "prefabricación pesada integral", y son trasladados luego a pie de obra para ser elevados hasta su posición en el edificio y ensamblados uno a uno hasta completar el espacio total alrededor del núcleo central.

El método de construcción es único, con un núcleo central construido en el lugar, y los pisos fabricados sección por sección en la fábrica Rotating Tower Group ubicada en Italia, desde donde se trasladan hasta la obra. En esta fábrica se construyen la envolvente, se realizan los acabados [pisos, techos, baños, cocinas, armarios] e incluso se fabrican los ductos para los servicios y las instalaciones necesarias [plomería y electricidad, iluminación]. De esta forma, cuando las unidades o módulos llegan al lugar donde se va a levantar el edificio simplemente se engancharán al núcleo central fijo o estructura central.

Esta torre es el primer rascacielos que se construye con piezas totalmente prefabricadas.

El método permite reducir el tiempo de construcción a un mínimo del 30%, además de reducir esencialmente la contaminación durante la construcción. El sistema constructivo propuesto -prefabricación-, ofrece grandes ventajas: alto nivel tecnológico, detalles y

acabados de alta calidad, soluciones particulares para cualquier tipo de proyecto según las necesidades de los clientes, mejores condiciones de trabajo y menos riesgo para los obreros, reducción de más del 30% de los tiempos de construcción, reducción de más del 10% en el costo de la obra, entre otras.

A diferencia de las construcciones realizadas de manera tradicional, que requieren alrededor de 2000 trabajadores para su construcción, la Torre giratoria de Dubai ha ocupado solamente 600 obreros para el ensamblaje de las piezas y 80 técnicos en construcción.

BELLEZA (Orden – Proporción – Ritmo)

El edificio es una torre que presenta una característica muy particular: será la rotación de sus diferentes pisos en torno al núcleo central, con independencia del movimiento de los otros pisos, lo que la distinguen de otras torres construidas en el mundo.

De este modo, aun cuando los pisos no presentan diferencias formales específicas, no serán idénticos a la vista del observador, por cuanto el edificio en su conjunto cambiará su forma constantemente.

Los habitantes de los departamentos podrán despertarse mirando el alba desde la cama, para luego disfrutar de la cena con una vista de la puesta de sol sobre el océano.

De esta forma también el ambiente al interior dependerá del panorama y según la posición del sol.

Cada módulo o unidad habitacional es diseñado de manera personalizada -no en serie, a diferencia de las casas prefabricadas del periodo moderno-, de acuerdo a las necesidades particulares y a los gustos de cada cliente.

Cada una de las unidades o módulos que integren el edificio podrán girar dependiendo del ritmo de la naturaleza, es decir, que podrán cambiar su orientación dependiendo de la estación del año o la hora del día.

SUSTENTABILIDAD (Ecología – Economía – Tecnología)

El edificio se ha diseñado con criterio de ahorro energético, proponiendo un interesante sistema de generadores del flujo eléctrico aprovechando la acción del viento, lo que le confiere cierta autonomía en el consumo de este fluido. Un sistema de paletas ubicadas en los espacios entre intermedio un piso y otro se mueven por la acción del viento y generan toda la electricidad que consume el edificio.

La característica principal de este diseño consiste en la movilidad de cada piso, girando alrededor del núcleo central, lo que permite adecuar permanentemente la orientación de sus habitaciones según la posición del sol, dotando un factor más tendiente a lograr mejores condiciones medioambientales en los espacios interiores.

Durante su ejecución, este tipo de edificios giratorios respetan mucho más el medio ambiente por ser mucho más limpios al no requerir depósito de materiales, generan menos desechos y emisiones contaminantes, y durante su realización consumen menos energía eléctrica y producen menos ruido que otras construcciones.

El sistema constructivo presenta muchas ventajas con respecto a las construcciones tradicionales: ahorro de tiempo en construcción y proceso constructivo, con piezas que se ensamblan rápidamente, lo que permite que un nivel completo del edificio pueda concluirse en sólo una semana.

Los edificios giratorios son obras totalmente auto-sustentables pues a partir del movimiento giratorio tienen la capacidad de producir energía eléctrica tanto para ellas mismas como para algunos de los edificios vecinos, utilizando solamente fuentes naturales como el viento y el sol. Para ello utilizan turbinas eólicas (aerogeneradores) instaladas entre cada uno de los pisos giratorios. La Torre Giratoria de Abu Dhabi utilizará 79 aerogeneradores.

Complementariamente, para la generación de energía se han instalado células fotovoltaicas en cada uno de los techos que conformen los diferentes pisos giratorios. Cada uno de

los techos expone al sol aproximadamente el 20% de su superficie, lo que se ve favorecido a partir del movimiento giratorio, multiplicado por el número de niveles que conforman el edificio.

Dado que uno de sus principales objetivos es el ahorro de energía, para su construcción se ha dado prioridad al uso de los cristales y paneles aislantes. En los espacios interiores se han utilizado principalmente materiales de origen natural, como la cerámica, el cristal, la madera y el mármol.

Los desechos se separarán para su reciclaje.

Otro rasgo característico del edificio es el sistema de conexión de tuberías: todos los sistemas de ingeniería del núcleo central se conectan a las piezas giratorias de los pisos, lo que permite el uso de agua, electricidad, calefacción y saneamiento de los apartamentos en un modo habitual.

La torre contrarresta el elevado consumo de energía de los rascacielos comunes, dado que genera su propia energía lo que la convierte en un edificio autosuficiente energéticamente. Esto se logra mediante turbinas eólicas con hélices de fibra de carbono silenciosas, instaladas entre cada dos pisos, que recogen el viento y lo convierten en energía para el consumo propio del edificio. No sólo es mínima la energía necesaria para la rotación de los pisos, sino que ésta se logra utilizando la potencia extra de los generadores eólicos.

Complementariamente, la torre cuenta con paneles fotovoltaicos –con una superficie equivalente a 10 edificios, con una excelente exposición a la luz gracias precisamente a la tecnología rotatoria-, que obtiene energía del sol. Completando el ciclo de economía del edificio, la energía sobrante y no utilizada para las necesidades propias del mismo será vendida a los edificios vecinos.

También son ecológicos los materiales utilizados en los espacios interiores y la tecnología de construcción, todos de origen natural como la cerámica, el cristal, la madera y el mármol.

La técnica de construcción se basa en el empleo de piezas prefabricadas, unidas unas a otras de manera mecánica, evitando de este modo la descarga de materiales in situ, la generación de desperdicios y la generación de ruido y polución.

MECANISMOS DE TRANSPOSICIÓN TECNOLÓGICA

“La actitud técnica desarrollada por el usuario de un determinado objeto es transferida a un nuevo objeto, con ciertas variantes con respecto a aquél. Estas variantes reemplazan las operaciones que motivaban aquella actitud” (primer mecanismo de Transposición Tecnológica).

El cambio que se produce en un objeto implica una simplificación de la actitud técnica del usuario para su empleo. Se produce una mayor complejidad interna en los procesos de funcionamiento del objeto (mecanismo de “caja negra”). Esta simplificación puede referirse a una menor atención en los procedimientos de empleo, y también en una reducción del número de tareas necesarias para su uso (segundo mecanismo de Transposición Tecnológica).

Podría decirse que la Torre Abu Dhabi es una transposición tecnológica del Turning Torso, en cuanto aquí se presentan dos mecanismos de T-T (el primero y el segundo mecanismos): Mientras Calatrava busca una orientación adecuada y conveniente para los usuarios del edificio desplazando cada piso que compone el edificio de Malmö, hasta completar un ángulo de 90° en total, Fischer lo simplifica mediante un movimiento de rotación de 360° de cada piso de la torre giratoria. Claro está que esta simplificación lo es a expensas de una mayor complejidad en los procesos mecánicos que posibilitan esta rotación. Es la “caja negra” del nuevo sistema.

“Los procesos resultantes del cambio producido en un objeto permiten reducir el número de participantes necesarios para la manipulación del objeto. Los usuarios que ahora

no participan quedan libres para desarrollar otras acciones" (tercer mecanismo de Transposición Tecnológica).

Una de las críticas más habituales contra los rascacielos es su elevado consumo de energía y en este tipo de edificios, que además son móviles, este tema es especialmente sensible. Fischer, que sostiene que con esta técnica no existe límite de altura, asegura que ha conseguido que el edificio genere su propia energía; de hecho, según asegura su estudio, la Torre Dinámica será el primer edificio de la historia autosuficiente energéticamente. "Habrá turbinas eólicas con hélices de fibra de carbono silenciosas que recojan el viento y lo conviertan en energía para el consumo propio del edificio. La energía necesaria para la rotación es mínima y se utilizará la potencia extra de los generadores", dice David Fischer.

Además, contará con paneles fotovoltaicos -cuya superficie equivaldrá a 10 edificios y que tendrán una excelente exposición a la luz gracias a la tecnología rotatoria-, que obtendrán energía del sol. Y la sobrante y no utilizada para las necesidades del edificio se venderá a los edificios vecinos.

Fischer también considera ecológicos los materiales utilizados para los interiores y el método de construcción. El arquitecto usa materiales naturales como la cerámica, el cristal, la madera y el mármol. Respecto a la técnica de construcción, se basa en piezas prefabricadas que se unen unas a otras de manera mecánica, técnica con la que se evita la descarga de materiales in situ o la generación de deshechos, ruido o polución.

Además, según las cifras del arquitecto, el tiempo de construcción se reducirá un 30%. En la fabricación de estos rascacielos se usan piezas prefabricadas de acero, aluminio o fibra de carbono hechas en Altamura (Italia), que llegan listas para ser colocadas de manera rápida y eficiente, consiguiendo de este modo completar una altura en tan sólo una semana, con lo que logra que los tiempos de construcción se reduzcan de manera considerable.

Asimismo, los interiores -techos, baños, cocinas, iluminación y mobiliario- también llegan prefabricados al gusto de cada cliente. Según

comenta el propio Fisher en su página web, "casi cualquier producto es el resultado de un proceso industrial y puede ser transportado a cualquier rincón del mundo, desde coches y barcos a ordenadores y ropa, y todo, a un precio relativamente bajo. Resulta increíble que la construcción, que es el sector líder de la economía mundial sea el más primitivo".

Este método de construcción, según Fisher, no requiere tampoco la presencia de un elevado número de operarios. "Nuestros rascacielos necesitarán sólo 90 trabajadores en lugar de los 2.000 que se necesitan como media para un edificio de estas características, ya que la mayoría del trabajo se realizará en las fábricas". Esto se corresponde con el tercer mecanismo de transposición tecnológica. Y el arquitecto se muestra convencido de que esta técnica, además de conformar apartamentos de lujo en ciudades ricas, puede utilizarse para levantar edificios en países en vías de desarrollo debido a la reducción de costes en material y horas de trabajo que conlleva. "Nuestro objetivo es extender este método constructivo a edificios de bajo coste para que las personas con menos posibilidades económicas también puedan acceder a una vivienda digna".

"Los atributos de un proceso (su organización interna, su estructura, las interrelaciones entre sus componentes, su comportamiento) se reproducen en procesos análogos. No existe entre ellos una íntima relación, ni en sus componentes, ni en su función específica" (sexto mecanismo de Transposición Tecnológica).

El movimiento giratorio de los pisos que componen la torre produce un permanente cambio en el perfil de la fachada, otorgándole una dinámica muy particular. En la resolución de este fenómeno se manifiesta la presencia del sexto mecanismo de transposición tecnológica, donde se destaca perfectamente la secuencia de operaciones dada en forma análoga en uno y otro edificio, no obstante lograr resultados totalmente diferenciados: sobre la base de un tubo central estructural, alrededor del cual se ubican los pisos sucesivos, se conforma la estructura total del edificio.

En el Turning Torso el resultado es un conjunto sólido, rígido, estático, que se ofrece a la vista del observador como un gran cuerpo deformado, semejando un torso humano que se retuerce sobre sí mismo un ángulo de 90°.

Por su parte, la torre Abu Dhabi, en cambio, se ofrece dinámica, en constante movimiento, con una imagen cambiante permanentemente gracias al giro de sus pisos, en forma independiente unos de los otros.

A diferencia del edificio de Calatrava, construido totalmente "in situ", a la manera tradicional, la torre Abu Dhabi fue lograda en dos instancias, una correspondiente al tubo estructural central, construido en el lugar, y la otra en fábrica, constituida por cubículos prefabricados, totalmente acabados, que fueron luego montados mediante un sistema (Fig. 2) que recuerda el proceso seguido por algunos montacargas (Fig. 3), donde nuevamente se aplica el sexto mecanismo de transposición tecnológica



Figura 2.



Figura 3.

Figura 2. Montaje de cubículos en Abu DhabiFig
Figura 3. Detalle de montacargas

Si bien a Fischer no se lo considera dentro de la línea de los deconstructivistas, algo similar al caso de Calatrava, tampoco puede ignorarse la similitud existente entre este edificio, y el Turning Torso también, con el tratamiento que dan los deconstructivistas a algunos aspectos característicos de la arquitectura: la torsión, la contraposición a las leyes de gravedad, las expresiones oximorónicas, etc.

Por otra parte, recuérdese también la influencia que han tenido los vanguardistas rusos en algunos arquitectos deconstructivistas. Sin pretender relacionar la obra de Fischer con estos conceptos, no puede ignorarse el gran parecido que presenta con el Leningrad Pravda (Moscú, 1924) de Konstantin Melnikov (Fig. 4).



Figura 4. Leningrad Pravda, Melnikov, 1924

No podrá escapar a la observación del lector que esta situación es también una clara intervención del sexto mecanismo de transposición tecnológica.

Dejando a un lado las comparaciones de este edificio con el de Calatrava, se tomarán en cuenta a continuación otros factores donde también se determina la intervención de otros mecanismos de transposición tecnológica.

Por una parte, ha quedado demostrado que los generadores eléctricos de base eólica son una transposición tecnológica de los primeros molinos de viento (Fig. 5), entonces destinados a la molienda de granos de trigo para la fabricación de harina, donde el generador eléctrico fuera transpuesto en reemplazo de la muela de piedra. También podría decirse que esos mismos molinos de viento tienen mucho en común con las grandes norias (Fig. 6) movidas por la energía proveniente de alguna corriente de agua.



Figura 5. Molinos harineros de viento



Figura 6. Noria hidráulica

Hoy estos generadores eólicos (Fig. 7) son instalados en grandes parques eólicos para lograr una producción masiva de energía eléctrica (Fig. 8).



Figura 7. Generador eléctrico de base eólica



Figura 8. Parque eólico Arauco, Argentina

La autosuficiencia energética lograda en la torre Abu Dhabi se debe precisamente a la instalación de generadores energéticos de base eólica, instalados entre cada piso. Con este objetivo, entre un piso y otro del edificio se ha dejado un espacio suficientemente amplio para instalar en su interior un generador eléctrico accionado por el viento (Fig. 9). Esto se logra gracias a que los pisos no apoyan uno sobre el otro, sino que están soportados por grandes ménsulas engarzadas en el tubo estructural central.



Figura 9. Detalle de la ubicación de los generadores eólicos

En la Fig. 10 se expone una síntesis de la relación entre las dimensiones e indicadores de la Torre Abu Dhabi, en Dubai, y los mecanismos de transposición tecnológica que participan en su diseño.

IMPACTOS DEL OBJETO ARQUITECTÓNICO (después)

Cada edificio diseñado con este sistema será construido en su totalidad a partir de módulos o unidades totalmente prefabricadas, diseñadas de manera personalizada. A diferencia de las casas prefabricadas del período moderno, estos nuevos edificios no serán fabricados en serie, sino de acuerdo a las necesidades particulares y a los gustos de cada cliente.

Cada una de las unidades o módulos que integren un edificio podrán girar dependiendo

del ritmo de la naturaleza, es decir, que podrán cambiar su orientación dependiendo de la estación del año o la hora del día.

Además, durante la construcción de estos edificios giratorios se respeta el medio ambiente por ser mucho más limpio el proceso de fabricación de sus componentes (en fábrica), no se requieren depósitos de materiales, generan menos desechos y emisiones contaminantes, el consumo energético es reducido a un mínimo y se produce mucho menos ruido durante el proceso de construcción.

Los edificios giratorios serán obras totalmente auto-sustentables pues a partir del movimiento giratorio tendrán la capacidad de producir energía eléctrica tanto para ellas mismas como para algunos de los edificios vecinos, utilizando solamente fuentes naturales como el viento y el sol. Para ello se utilizarán turbinas eólicas (aerogeneradores), instaladas entre cada uno de los pisos giratorios. En el caso de la Torre Giratoria de Abu Dhabi, que tiene 80 niveles, se utilizan 79 aerogeneradores.

Para la generación de energía eléctrica se instalarán células fotovoltaicas en cada uno de los techos que conformen los diferentes pisos giratorios, cada uno de los cuales estará expuesto al sol en aproximadamente el 20% de su superficie, lo que se logrará a partir del movimiento giratorio, y tendrá un efecto multiplicador en función del número de niveles que conformen el edificio.

De esta manera, si se construyera una torre de 60 pisos, por ejemplo, cuya superficie midiera aproximadamente 200 metros cuadrados cada uno, se tendría un área expuesta al sol de 40 metros cuadrados que, multiplicados por los 60 niveles, representan un total de 2.400 metros cuadrados destinados a la generación de energía eléctrica, convirtiendo a cada edificio en una verdadera planta de energía verde.

Aun cuando estos edificios serán capaces de producir su propia energía eléctrica, uno de sus principales objetivos es el ahorro de energía, por lo cual para su construcción se dará prioridad al uso de los cristales y paneles aislantes.

Los materiales que se utilizarán en el interior de estas edificaciones son principalmente de origen natural, como la cerámica, el cristal, la madera y el mármol. Los desechos se separarán para el reciclaje.

Otra de las ventajas que ofrecerán estos edificios será la facilidad de mantenimiento, ya que todas las partes se podrán inspeccionar con facilidad, lo que permitirá reparar cualquiera de sus partes rápidamente. Por este motivo la vida útil de los edificios podrá ser mucho mayor que la de los edificios convencionales.

Los edificios giratorios introducen por primera vez la cuarta dimensión en la arquitectura -el tiempo-, con lo que anuncian una nueva era para la Arquitectura.

Lo interesante de este sistema es que cada unidad se concluye totalmente en la fábrica Rotating Tower Group, ubicada en Italia, desde donde se exportarán las piezas a todo el mundo.

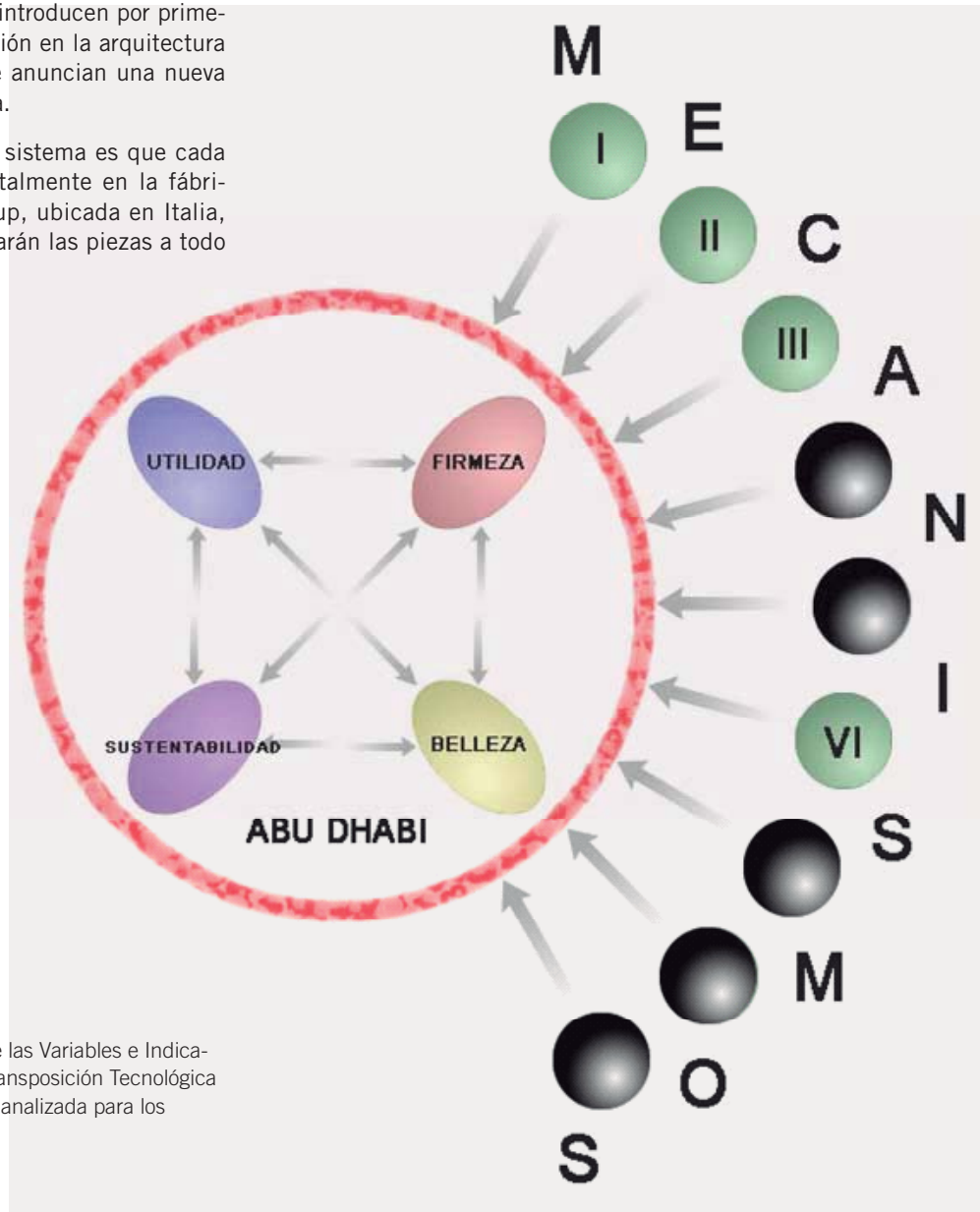


Figura 10. Dimensiones de las Variables e Indicadores y Mecanismos de Transposición Tecnológica que intervienen en la obra analizada para los Edificios en Altura