به نام **بزرگترین** معمار هستی

# اصول و مبانی طراحی ساختمان های بلند مرتبه

گرد آورنده : پیمان سید زائر

زمستان ۱۳۹۴

## محور های همایش :

### شهر سازی

- بناهای بلند در فرآیند توسعه و برنامه ریزی شهری
- بناهای بلند در روند طراحی شهری
- بناهای بلند مورفولوژی و سیمای شهرها
- نقش بناهای بلند در جریان هوا و آلودگی شهرها

## مطالعات فرهنگی و اجتماعی

- تاریخ و پیشینه بناهای بلند در کشور
- تاثیرات فرهنگی – اجتماعی بناهای بلند بر جامعه
- توجه به حقوق شهروندان در ارتباط با ساختمان های بلند
- کیفیت تحقق مشارکت مدنی و اجتماعی

## سازه ، سیستم های ساختمانی ،زلزله و نیروهای جانبی

- سیستم های ساختمانی و سازه ای در بناهای بلند
- تاثیر نیرو های جانبی در طراحی و اجرای ساختمان های بلند
- الزامات خاص در ارتباط با زلزله و نیروی باد
- مسائل مربوط به پایداری دیوارهای خاکی در گود برداری های عمیق بناهی بلند
- ضرورت مطالعات ژئوتکنیک و آزمایشات مکانیک خاک

## محور های معماری و مفاهیم پایداری

- معیارهای طراحی  مطلوب برای بناهای بلند
- ضوابط و الزامات خاص درطراحی معماری بناهای بلند
- نحوه تحقیق مفاهیم پایداری و ساختمان سبز در بناهای بلند
- نمای بنای بلند و سیمای شهری
- ایمنی و حفاظت بناهای بلند

# لزوم آشنایی با ساختمان های بلند مرتبه

- ساخت ساختمان‌های بلند مرتبه در سراسر دنیا به سرعت در حال افزایش است و این روند به دنبال **رشد سریع اقتصادی** و **گسترش روز افزون شهرها** و **افزایش تقاضا برای فضا در مناطق پر جمعیت**، سرعت بیشتری گرفته است.

- ساختمان‌های بلند مرتبه در سراسر جهان به عنوان مظهر قدرت و اعتبار کشورها می‌باشند. و نمادی هستند از برتری، پیشرفت تکنولوژی و توسعه اقتصادی.

# لزوم آشنایی با سیستم های سازه ای مورد استفاده در ساختمان های بلند مرتبه

- از آنجایی که افزایش ارتفاع سازه های ساختمانی بلند مرتبه محدودیت‌هایی در ضوابط طراحی ایجاد می‌کند، انتخاب سیستم‌های سازه‌ای به نحوی که با مصرف کمترین مقدار مصالح، بیشترین کارآیی را ایجاد کند، امری ضروری می‌باشد.

- به دلیل ظهورگسترده فرم‌های نامنظم و پیچیده ساختمانی درسال‌های اخیر و ضرورت ارضاء الزامات سازه‌ای اینگونه فرم‌ها و نیز قابل ساخت کردن آن‌ها، شناخت انواع سیستم های ساختمانی مورد استفاده در ساختمان های بلند مرتبه و انتخاب مناسب ترین آن ها برای طرح معماری امری ضروری می باشد.

# سیستم های سازه ای مشمول آئین نامه ۲۸۰۰
# و مقادیر ضریب رفتار (R) و حداکثر ارتفاع مجاز (H) آن ها

| سیستم سازه | سیستم مقاوم در برابر نیروهای جانبی | R | $H_m$ (متر) |
|---|---|---|---|
| الف- سیستم دیوارهای باربر | ۱- دیوارهای برشی بتن مسلح ویژه | ۷ | ۵۰ |
| | ۲- دیوارهای برشی بتن مسلح متوسط | ۶ | ۵۰ |
| | ۳- دیوارهای برشی بتن مسلح معمولی | ۵ | ۳۰ |
| | ۴- دیوارهای برشی با مصالح بنایی مسلح | ۴ | ۱۵ |
| ب- سیستم قاب ساختمانی ساده | ۱- دیوارهای برشی بتن مسلح ویژه | ۸ | ۵۰ |
| | ۲- دیوارهای برشی بتن مسلح متوسط | ۷ | ۵۰ |
| | ۳- دیوارهای برشی بتن مسلح معمولی | ۵ | ۳۰ |
| | ۴- دیوارهای برشی با مصالح بنایی مسلح | ۴ | ۱۵ |
| | ۵- مهاربندی برون محور فولادی [۵] | ۷ | ۵۰ |
| | ۶- مهاربندی هم محور فولادی [۱] | ۶ | ۵۰ |
| پ- سیستم قاب خمشی | ۱- قاب خمشی بتن مسلح ویژه[۲] | ۱۰ | ۱۵۰ |
| | ۲- قاب خمشی بتن مسلح متوسط [۲] | ۷ | ۵۰ |
| | ۳- قاب خمشی بتن مسلح معمولی [۲] و [۳] | ۴ | - |
| | ۴- قاب خمشی فولادی ویژه[۱] | ۱۰ | ۱۵۰ |
| | ۵- قاب خمشی فولادی متوسط [۵] | ۴ | ۵۰ |
| | ۶- قاب خمشی فولادی معمولی [۳] و [۴] | ۵ | - |
| ت- سیستم دوگانه یا ترکیبی | ۱- قاب خمشی ویژه (فولادی یا بتنی) + دیوارهای برشی بتن مسلح ویژه | ۱۱ | ۲۰۰ |
| | ۲- قاب خمشی بتنی متوسط - دیوارهای برشی بتن مسلح متوسط | ۸ | ۷۰ |
| | ۳- قاب خمشی فولادی متوسط + دیوارهای برشی بتن مسلح متوسط | ۸ | ۷۰ |
| | ۴- قاب خمشی فولادی ویژه + مهاربندی برون محور فولادی | ۱۰ | ۱۵۰ |
| | ۵- قاب خمشی فولادی ویژه - مهاربندی هم محور فولادی | ۹ | ۱۵۰ |
| | ۶- قاب خمشی فولادی متوسط + مهاربندی برون محور فولادی | ۷ | ۷۰ |
| | ۷- قاب خمشی فولادی متوسط + مهاربندی هم محور فولادی | ۷ | ۷۰ |

## الف- سیستم دیوارهای باربر (Bearing Wall System)

نوعی سیستم سازه‌ای است که فاقد قاب‌های ساختمانی برای باربری قائم می‌باشد. در این سیستم، دیوارهای باربر و یا قاب‌های مهار بندی شده عمدتاً بارهای قائم را تحمل نموده و مقاومت در برابر نیروهای جانبی نیز به وسیله دیوارهای باربر که به صورت دیوارهای برشی عمل می‌کنند و یا قابهای مهاربندی شده تامین می‌شود.

## ب- سیستم قاب ساختمانی ساده(Building Frame System)

نوعی سیستم سازه‌ای است که در آن بارهای قائم عمدتاً توسط قابهای ساختمانی با اتصالات ساده تحمل شده و مقاومت در برابر نیروهای جانبی توسط دیوارهای برشی یا قابهای مهاربندی شده تامین می‌شود. سیستم قابهای با اتصالات خرجینی (یا رکابی) همراه با مهاربندی‌های قائم نیز از این گروه‌اند.

دراین سیستم، قابهای مهار بندی شده را می توان به صورت هم محور یا برون محور به کار برد.

# قاب های مهاربندی شده هم محور(هم گرا، هم مرکز)

✓ **انواع قابهای مهار بندی شده همگرا:**

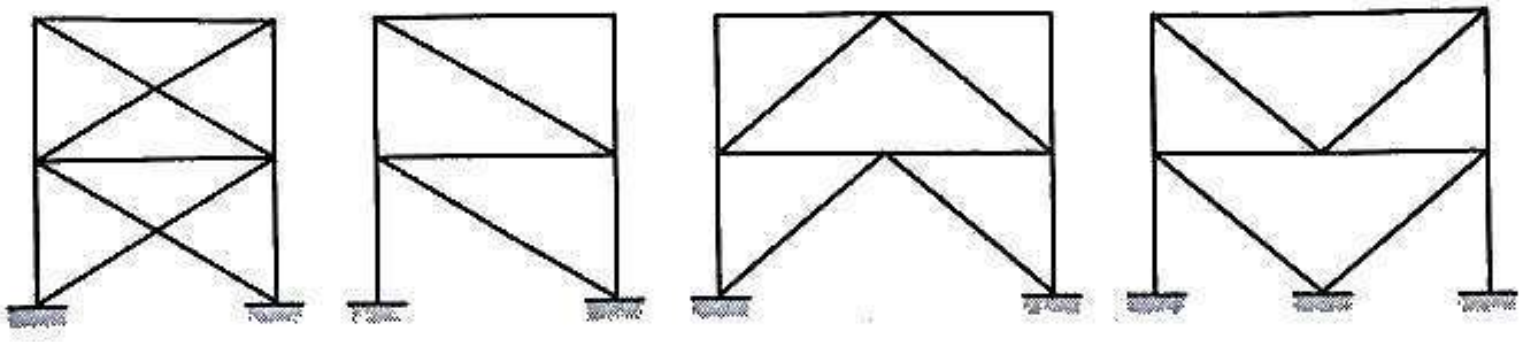
۱- ضربدری

۲- قطری

۳- شورن- V

۴- شورن- V (معکوس)

۵- مهار بند K

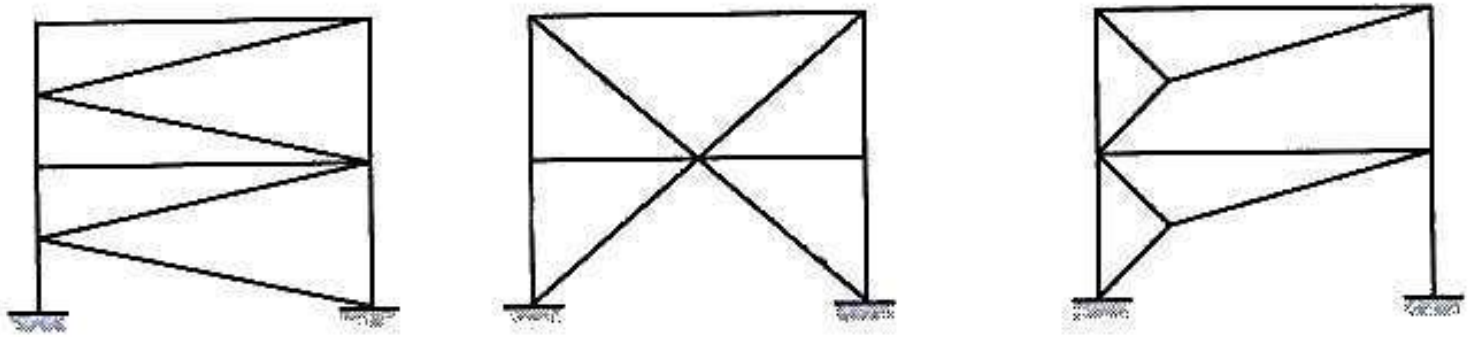


مهار بند ضربدری
(X)

مهار بند قطری
(Diagonal)

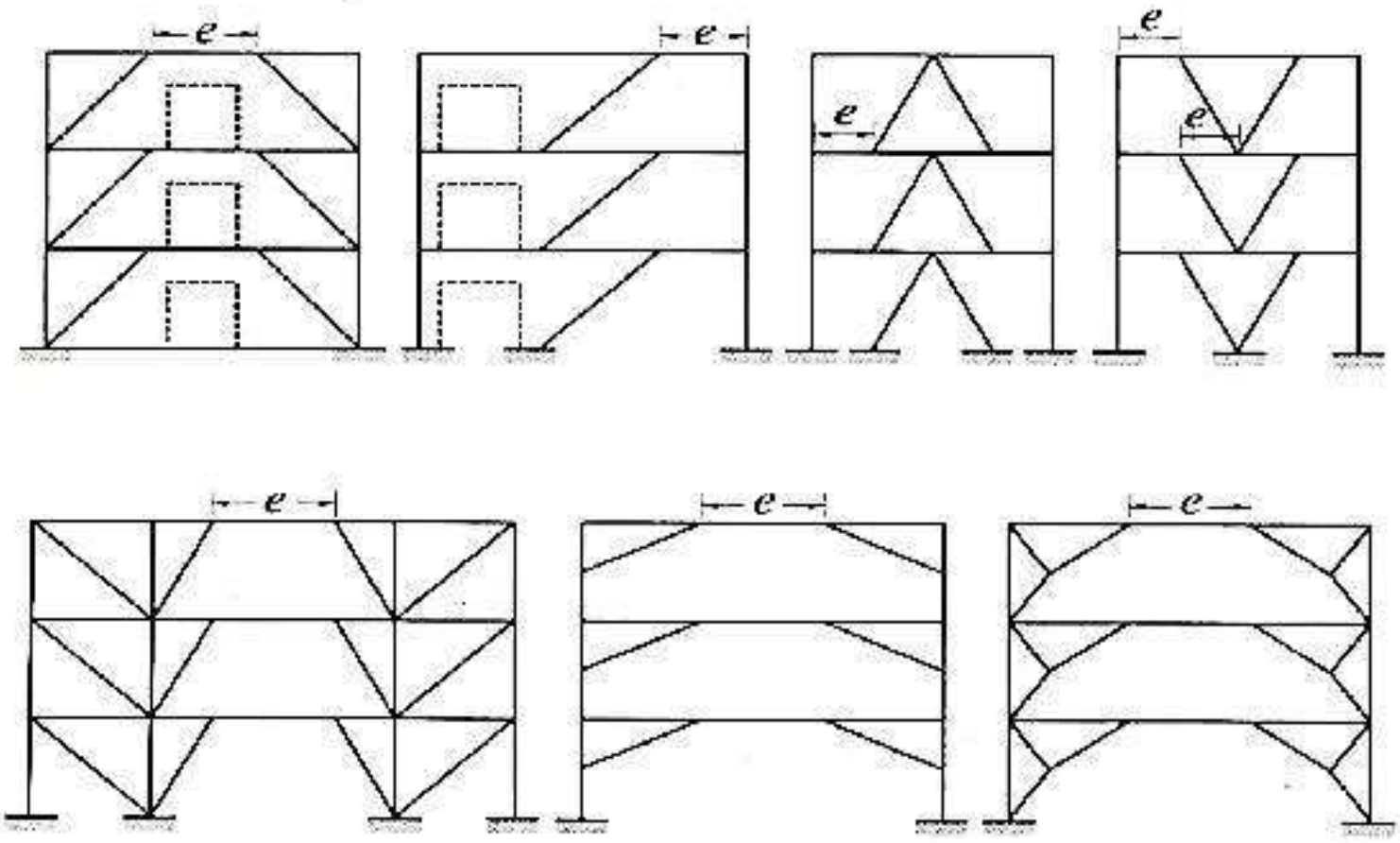
مهار بندV وارونه
(Inverted Chevron)

مهار بندV
(Chevron)



مهار بند K

# قاب های مهاربندی شده برون محور(واگرا)



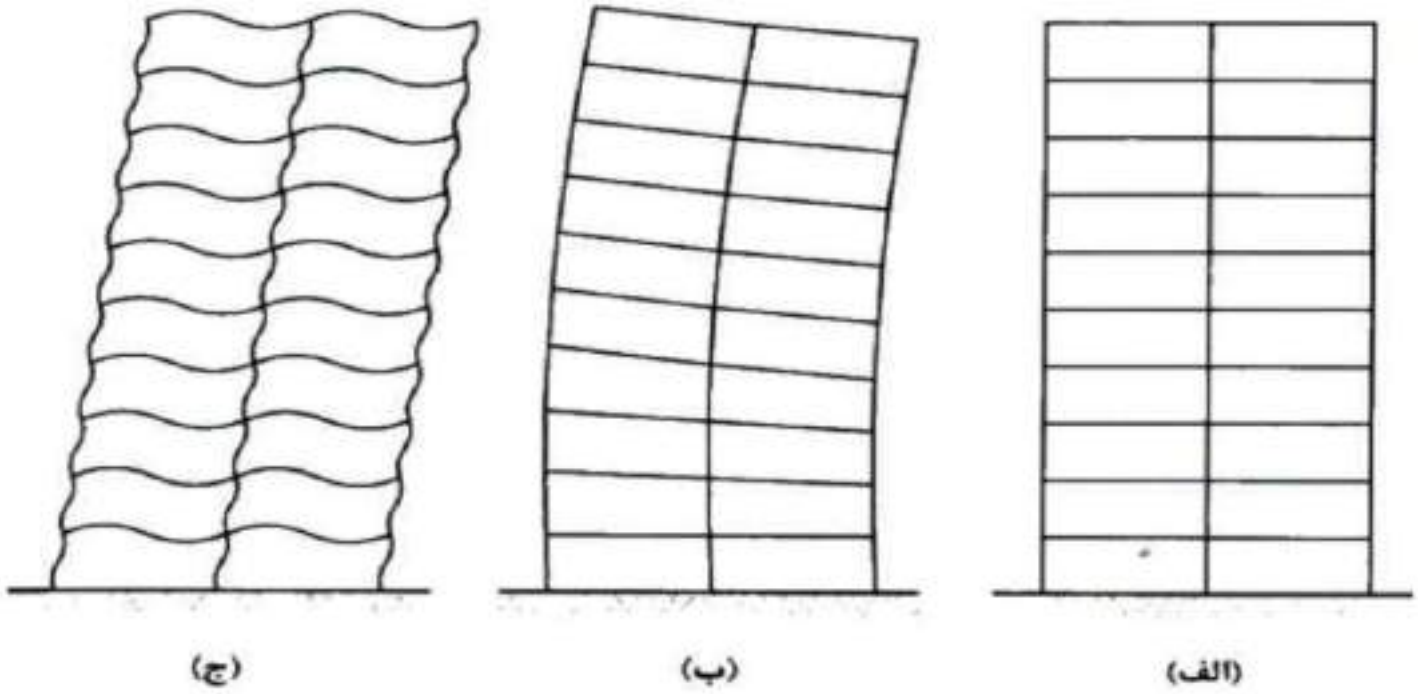
## پ- سیستم قاب خمشی(Moment Resisting Frame)

نوعی سیستم سازه‌ای است که در آن بارهای قائم توسط قابهای ساختمانی تحمل شده و مقاومت در برابر نیروهای جانبی توسط قابهای خمشی تامین می‌گردد. سازه‌های با قابهای خمشی کامل، و سازه‌های با قابهای خمشی در پیرامون و یا در قسمتی از پلان و قابهای با اتصالات ساده در سایر قسمتهای پلان، از این گروه‌اند.

### * قاب خمشی ویژه( Special Moment Resisting Frame)

قابی خمشی که دارای جزئیات خاص برای رفتار شکل‌پذیری می‌باشد.

# نمونه ای از قاب خمشی و انواع تغییر شکل های ناشی از بارهای جانبی در آن



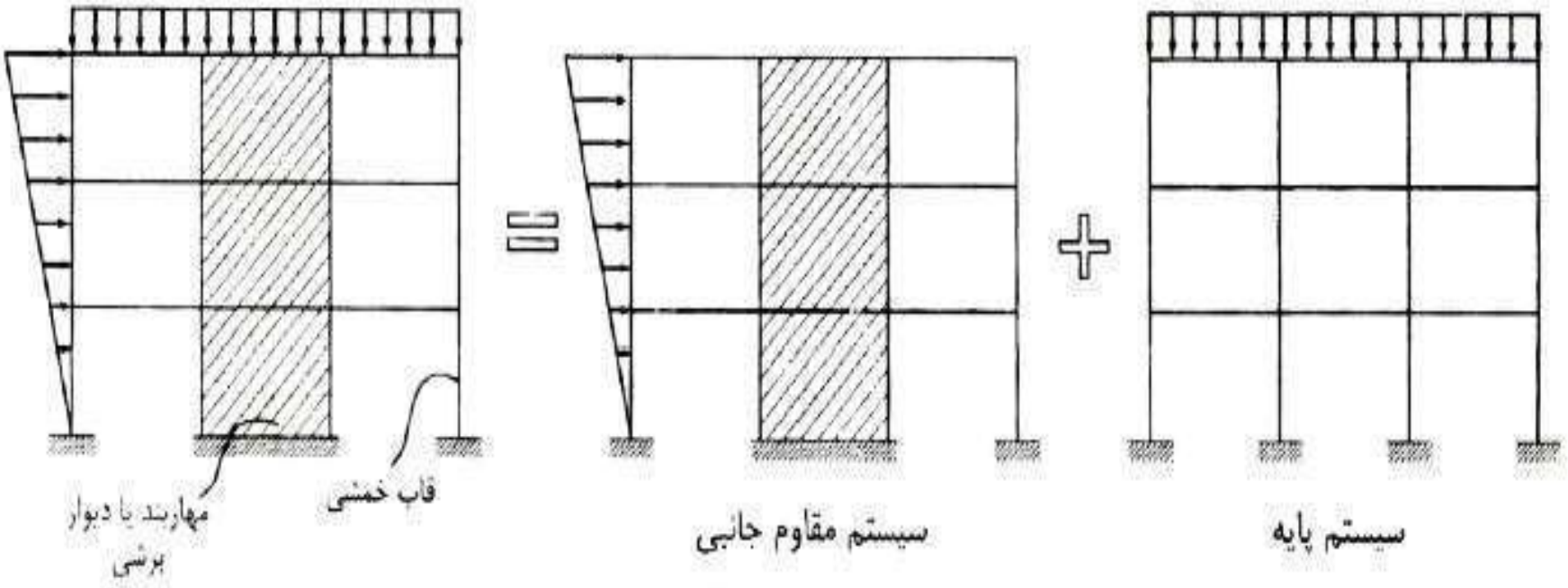

*الف) قاب خمشی؛ ب) تغییر شکل رانش وتری؛ ج) تغییر شکل لنگی برش*

# سیستم دوگانه یا ترکیبی(Dual System)

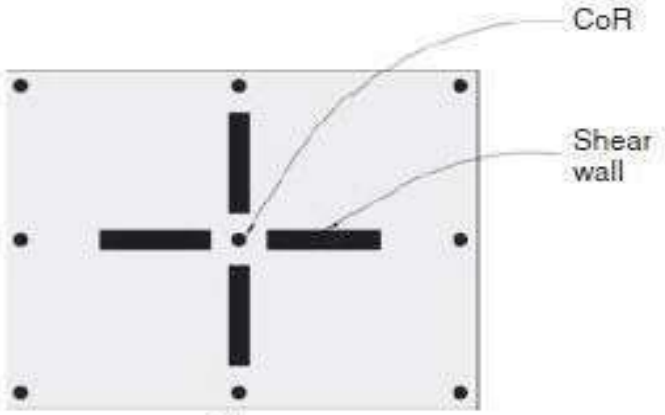
نوعی سیستم سازه‌ای است که در آن:

الف- بارهای قائم عمدتاً توسط قابهای ساختمانی تحمل می‌شوند.

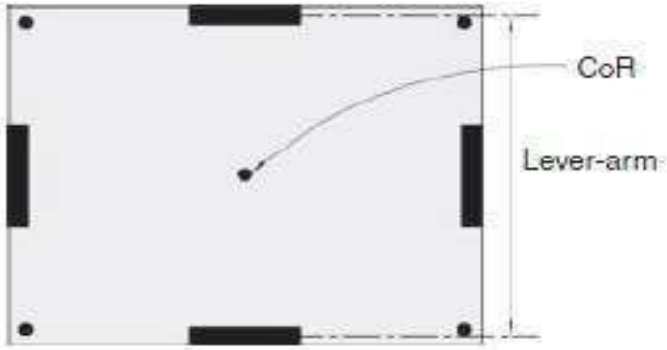
ب- مقاومت در برابر بارهای جانبی توسط مجموعه‌ای از دیوارهای برشی یا قابهای مهاربندی شده همراه با مجموعه‌ای از قابهای خمشی صورت می‌گیرد. سهم برشگیری هر یک از دو مجموعه با توجه به سختی جانبی و اندرکنش آن دو، در تمام طبقات، تعیین می‌شود.


مهاربند یا دیوار
برشی
قاب خمشی
=
سیستم مقاوم جانبی
+
سیستم پایه

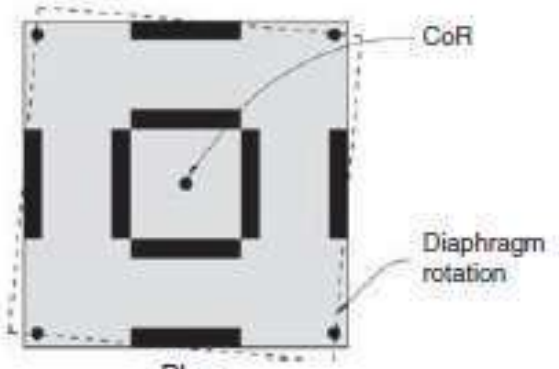
# جانمایی مناسب مهاربند و دیوار برشی در پلان



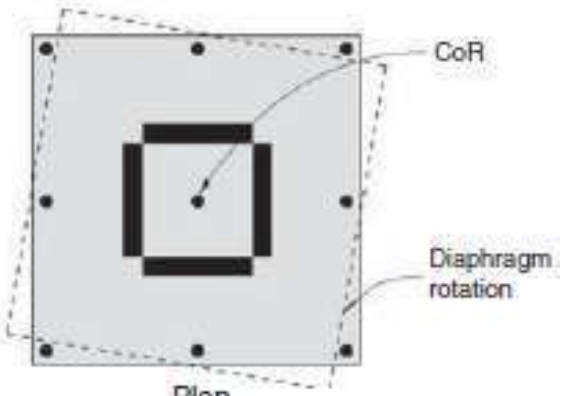

Plan
(a) No torsional resistance




Plan
(b) Excellent torsional resistance




Plan
(a) Four inner walls slightly increase torsional resistance

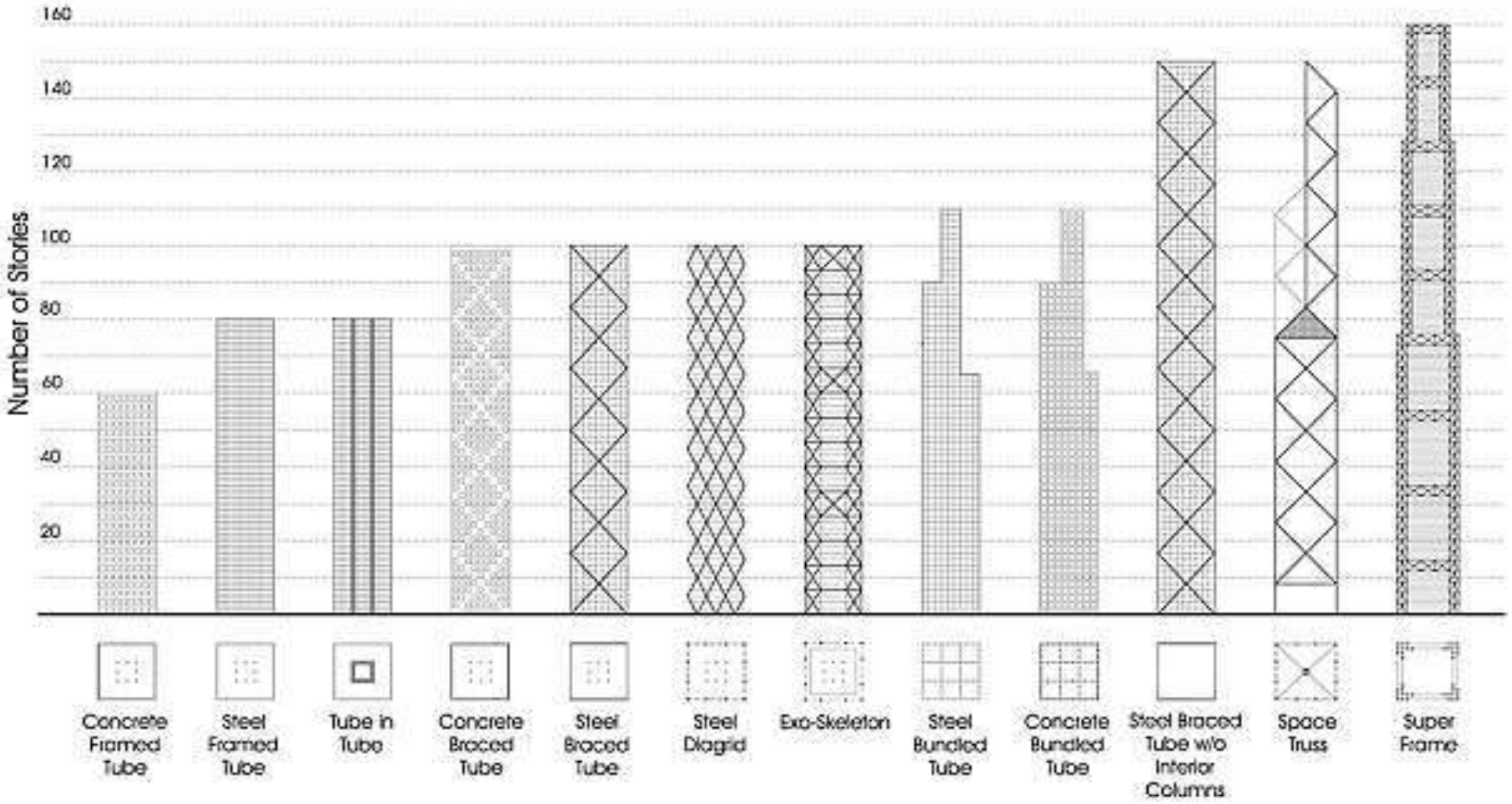



Plan
(b) Diaphragm rotation increases where inner walls alone resist torsion

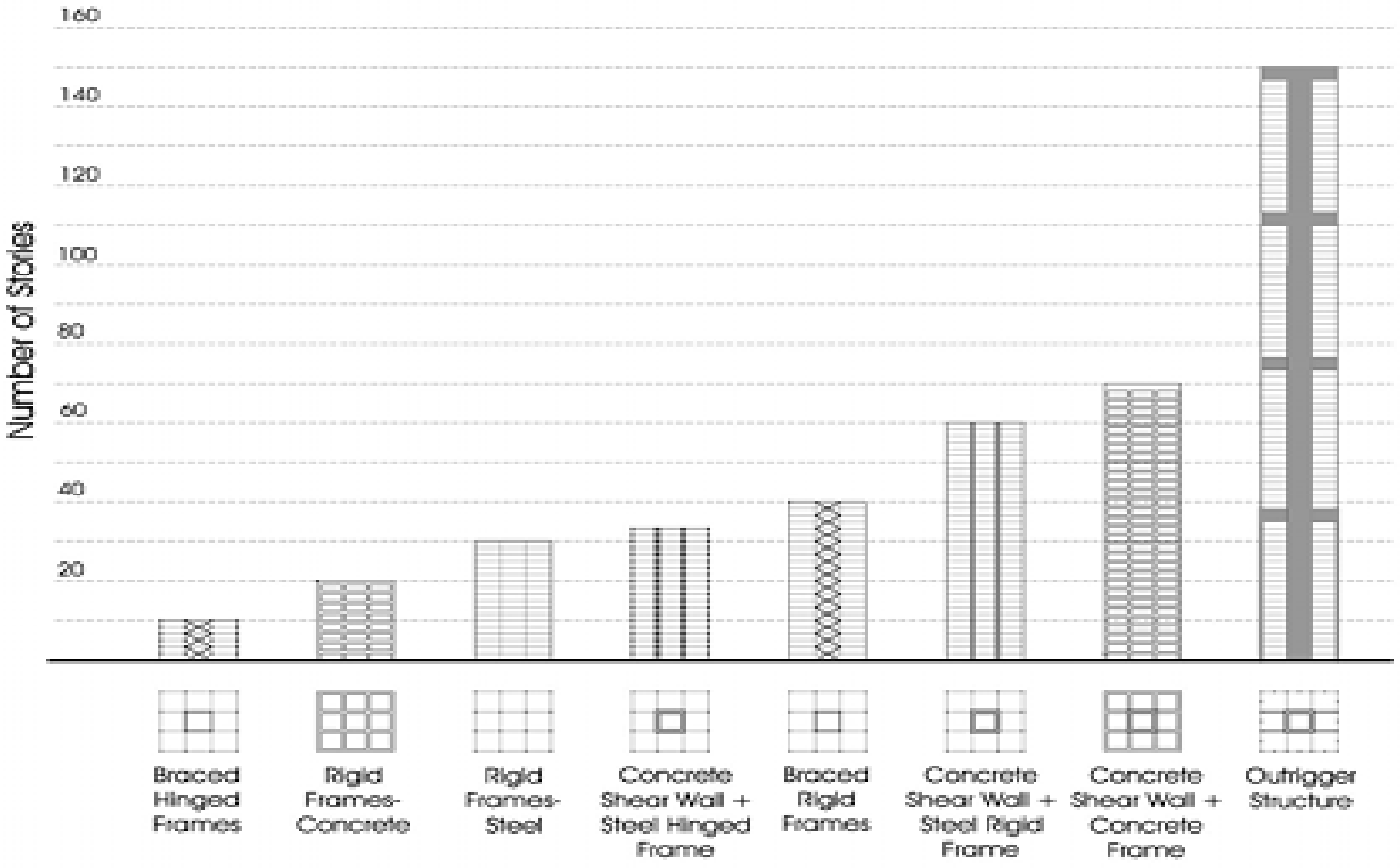
# طبقه بندی سیستم های سازه ای مورد استفاده در ساختمان های بلند مرتبه

- در طراحی سازه‌ی ساختمان‌های بلندمرتبه، بارهای جانبی همچون باد و زلزله تعیین کننده می‌باشند. بنابراین سیستم‌های باربر جانبی نسبت به سیستم باربر ثقلی اهمیت بیشتری پیدا می‌کنند. بر این اساس سیستم‌های سازه‌ای مورد استفاده در ساختمان‌های بلندمرتبه بر اساس نوع سیستم‌های مقاوم باربر جانبی آن‌ها دسته‌بندی می‌شوند.
- بسته به محل قرارگیری سیستم لرزه‌ای، سیستم‌های سازه‌ای در ساختمان‌های بلندمرتبه در دو دسته اصلی سازه‌های پیرامونی و سازه‌های داخلی طبقه‌بندی می‌شوند.

# انواع سیستم‌های لرزه‌ای پیرامونی در سازه‌های بلند مرتبه



# انواع سیستم‌های لرزه‌ای داخلی در سازه‌های بلند مرتبه



# متداول ترین سیستم های سازه ای مورد استفاده در ساختمان های بلند مرتبه در معماری روز دنیا

1-Rigid Frame Systems

2-Braced Frame & Shear-walled frame systems

3-Outrigger Systems

4-Framed-tubed systems

5-Braced- tubed systems

6-Bundled-tubed systems

7-Diagrid systems

8- New and compound systems(exoskeleton,…)

# 1-Rigid Frame Systems

| Category | Sub-Category | Material / Configuration | Efficient Height Limit | Advantages | Disadvantages |
|---|---|---|---|---|---|
| Rigid Frames | – | Steel | 30 | Provide flexibility in floor planning.<br>Fast construction. | Expensive moment connections.<br>Expensive fire proofing. |
| | | Concrete | 20 | Provide flexibility in floor planning.<br>Easily moldable. | Expensive formwork.<br>Slow construction. |

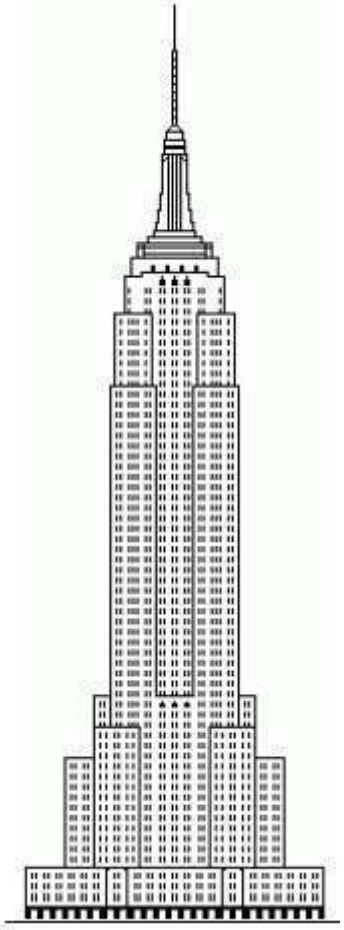
ساختمان لیور هوس در نیویورک

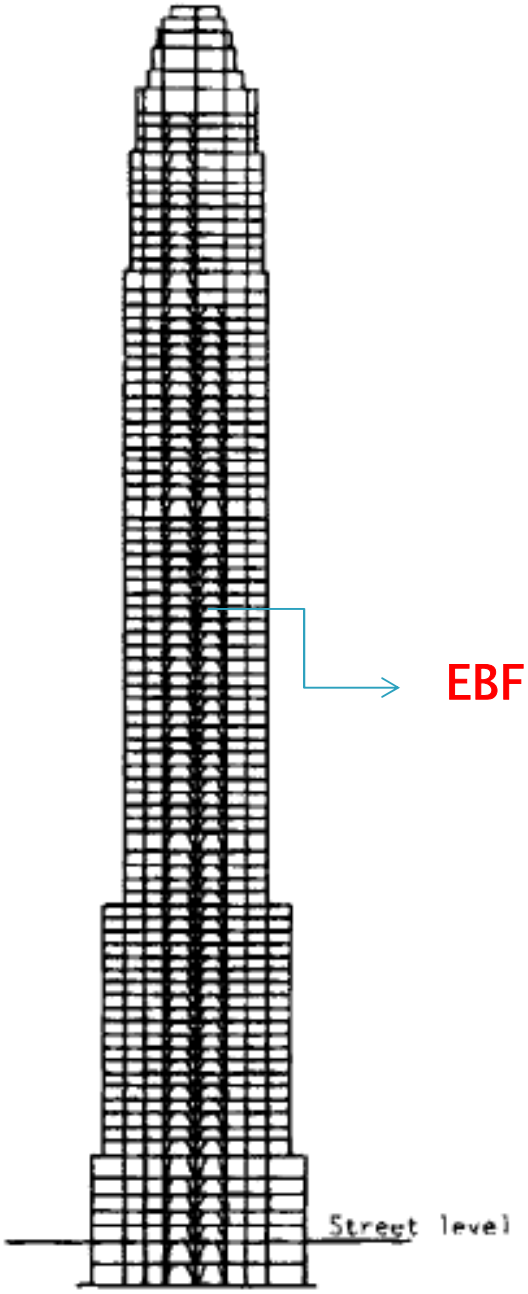
# 2-Braced Frame & Shear-walled frame systems

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Shear Wall / Hinged Frames** | – | Concrete Shear Wall + Steel Hinged Frame | 35 | Effectively resists lateral shear by concrete shear walls. | Interior planning limitations due to shear walls. |
| **Shear Wall (or Shear Truss) - Frame Interaction System** | Braced Rigid Frames | Steel Shear Trusses + Steel Rigid Frames | 40 | Effectively resists lateral loads by producing shear truss - frame interacting system. | Interior planning limitations due to shear trusses. |
| | Shear Wall / Rigid Frames | Concrete Shear Wall + Steel Rigid Frame | 60 | Effectively resists lateral loads by producing shear wall - frame interacting system. | Interior planning limitations due to shear walls. |
| | | Concrete Shear Wall + Concrete Frame | 70 | " | " |

ساختمان کرایسلر در نیویورک

ساختمان امپایر استیت در نیویورک



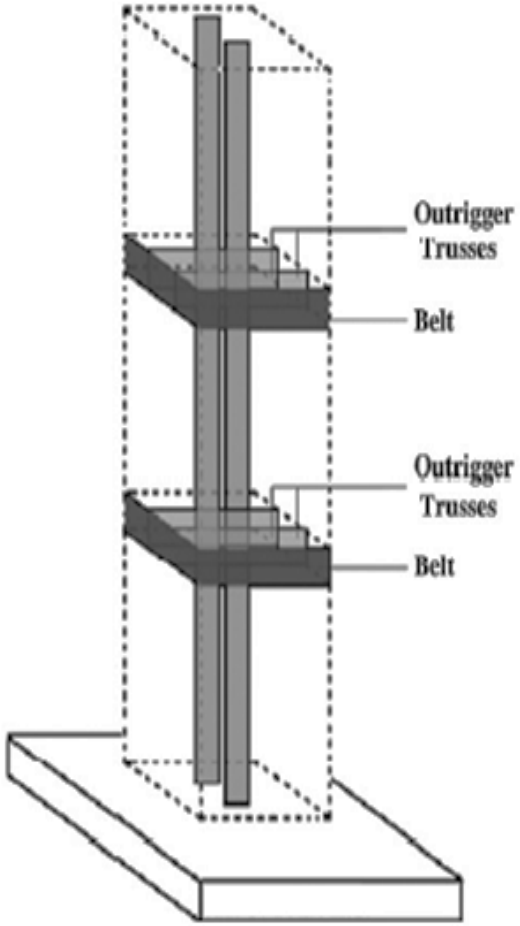


# 3-Outrigger Systems

**برج تایپه ۱۰۱**

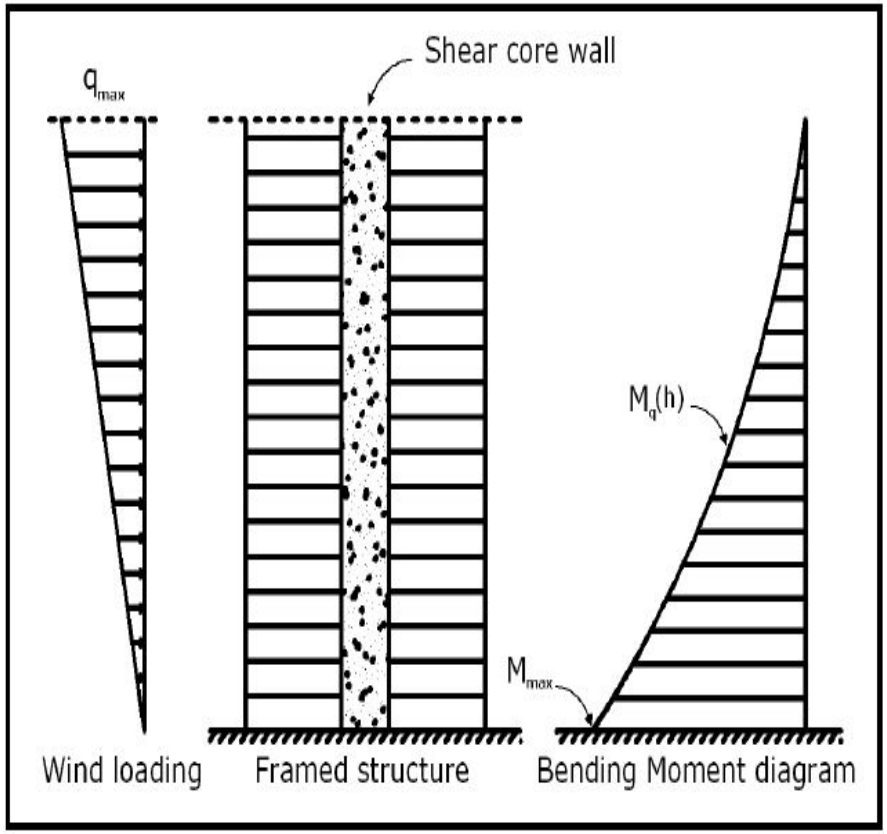
۱- برج شانگهای
۲- برج مرکز تجارت جهانی شانگهای
۳- برج جین مائو

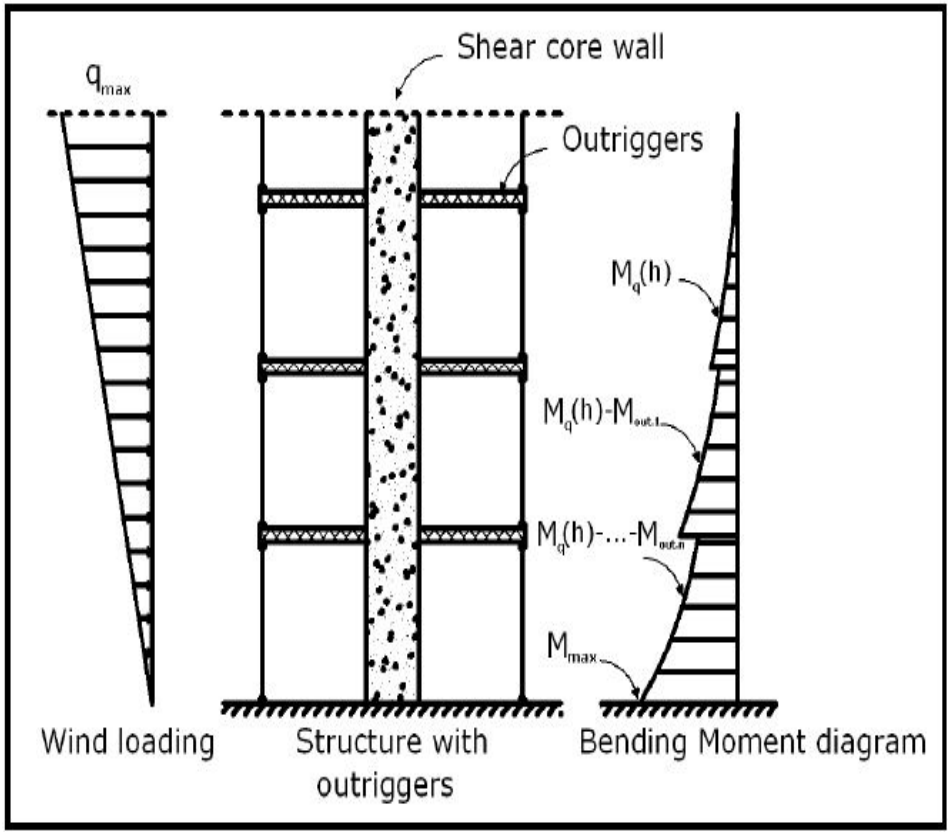
# سازه هسته مرکزی با مهار بازویی

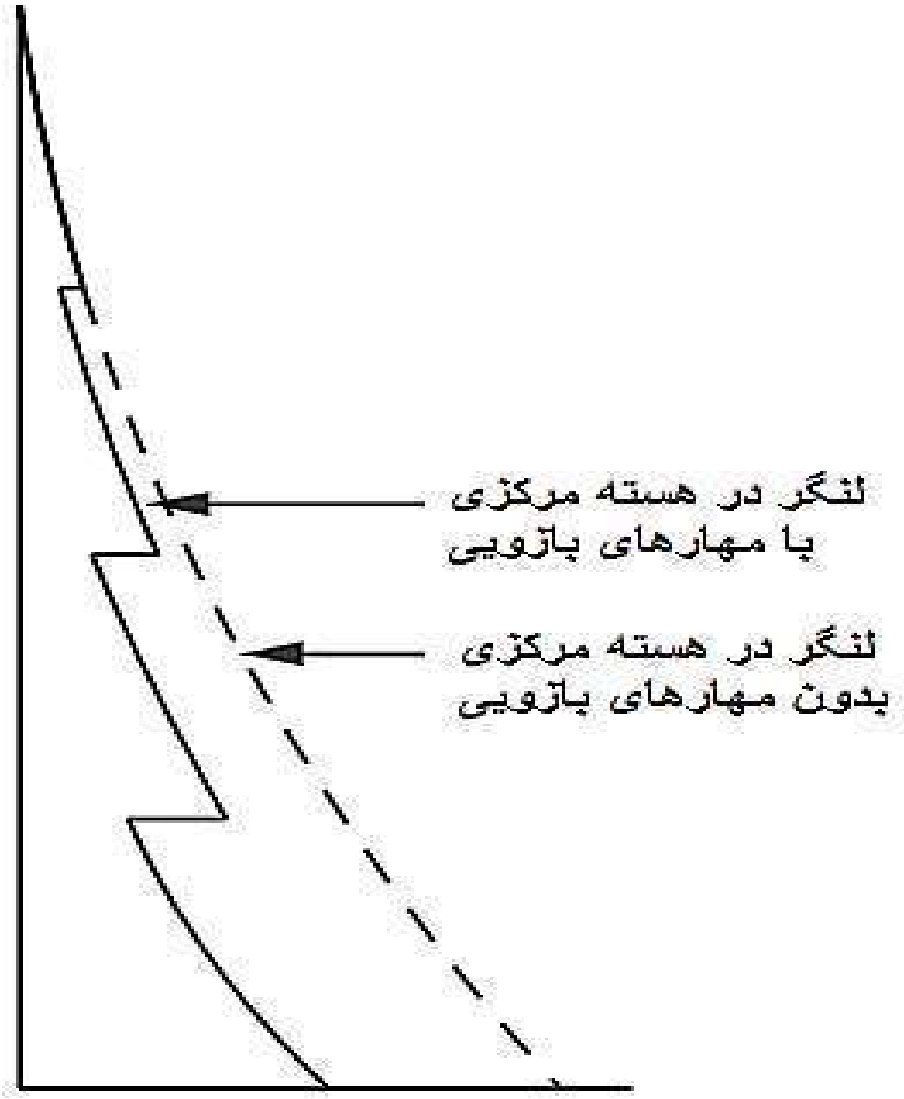



- سازه هسته مرکزی با مهار بازویی یک سیستم سازه‌ای جدید برای ساختمان‌های بلند مرتبه می‌باشد که از کارایی سازه‌ای بالایی درتحمل نیروهای جانبی برخوردار است. در واقع این سیستم سازه‌ای نوع اصلاح شده سازه‌های قاب خمشی مهاربندی شده و قاب خمشی با دیوار برشی است (سیستم‌های مختلط یا دوگانه). که با هدف کاهش لنگر خمشی و واژگونی و نیز کاهش تغییر مکان‌های جانبی در ساختمان‌های بلند مرتبه فلزی، بتنی و کامپوزیت مورد استفاده قرار می‌گیرد.

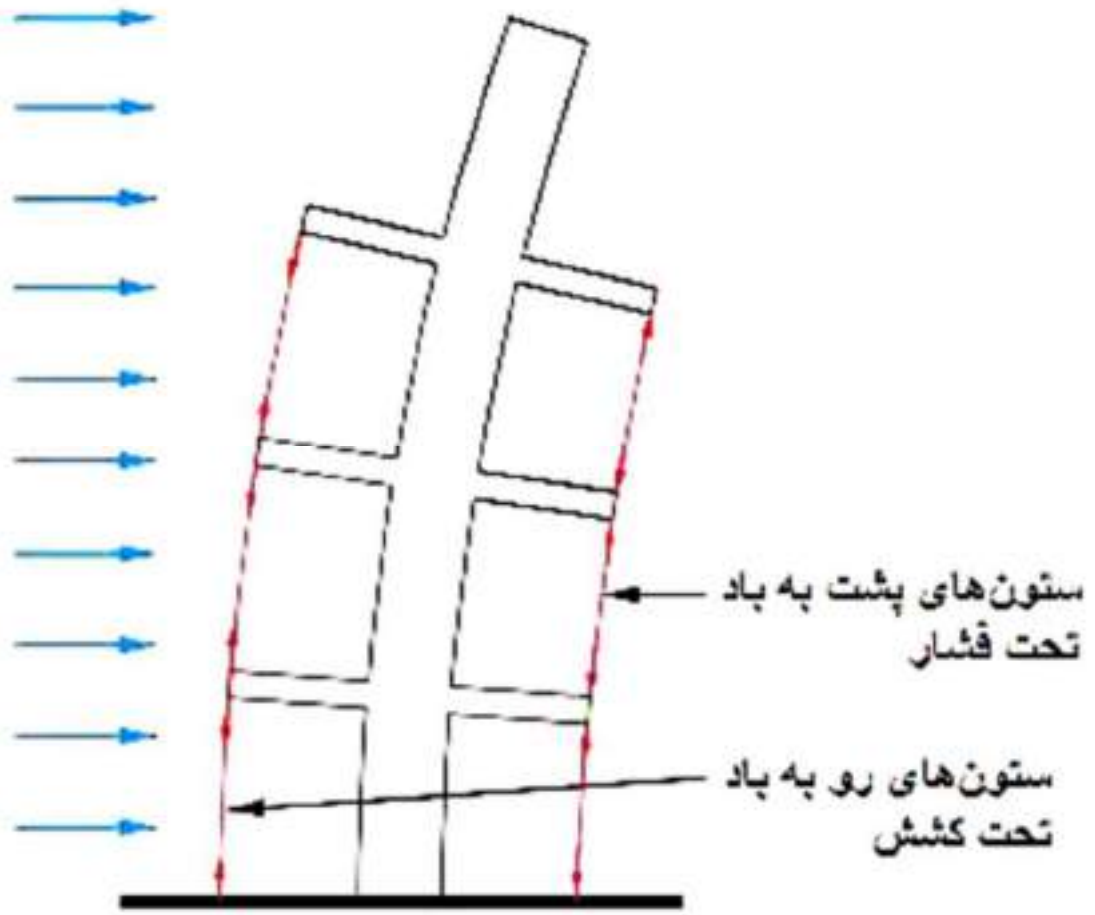
# مقایسه دیاگرام لنگر خمشی در سازه هسته مرکزی با مهار بازویی و سازه قاب خمشی با هسته برشی



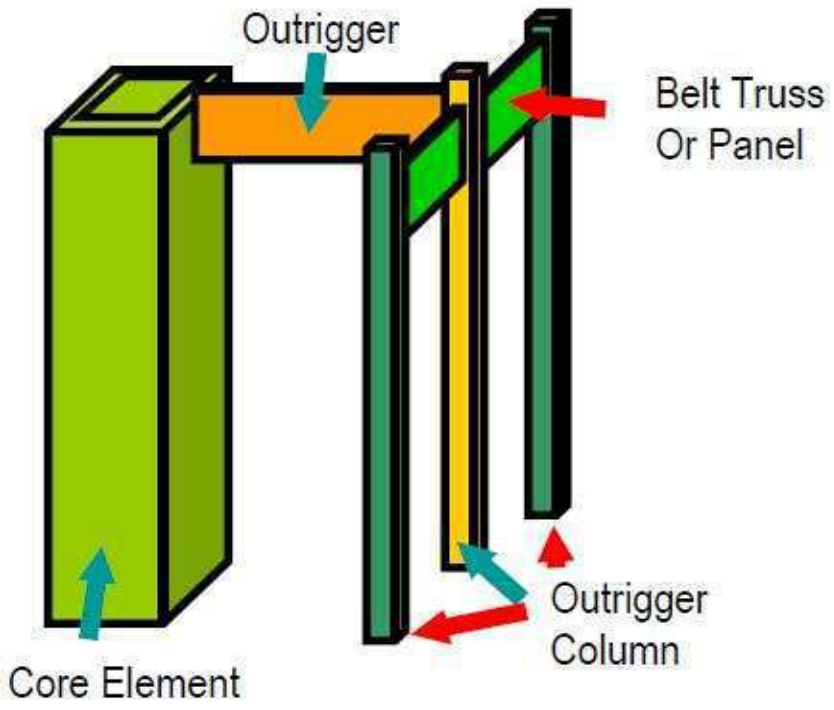




لنگر در هسته مرکزی
با مهارهای بازویی
لنگر در هسته مرکزی
بدون مهارهای بازویی

# مکانیزم تحمل بارهای جانبی در سازه هسته مرکزی با مهار بازویی



# اجزای سازه هسته مرکزی با مهار بازویی




- یک هسته مرکزی که خود می‌تواند از قاب‌های مهاربندی شده فولادی و یا دیوارهای برشی بتنی تشکیل شود.
- ستون‌های عظیم پیرامونی که در ساختمان‌های بلند مرتبه معمولاً به صورت ستون‌های بزرگ فولادی پرشده از بتن و یا ستون‌های بزرگ فولادی مدفون در بتن می‌باشند.
- مهارهای بازویی افقی، که در واقع شاه‌تیرها یا خرپاهایی هستند که هسته مرکزی را به ستون های عظیم پیرامونی متصل می‌کنند.

- در بسیاری موارد ستون های خارجی در این سازه توسط تیرها یا خرپاهای کمربندی پیرامونی به یکدیگر متصل شده و تشکیل یک قاب محیطی را می‌دهند. با وجود اینکه اصولاً این سیستم به عنوان یک سازه لرزه بر داخلی محسوب می شود، اما این قاب محیطی باعث افزایش سختی جانبی سازه شده و به همراه هسته در تحمل بارهای جانبی مشارکت خواهد داشت. خرپاهای کمربندی دراین سیستم سازه‌ای، نیروهای کششی و فشاری که در اثر بارهای جانبی در ستون‌های عظیم پیرامونی ایجاد می‌شود را بین تعداد زیادی ازستونهای قاب محیطی توزیع می‌کنند. همچنین، آن‌ها باعث می‌شوند تا بارثقلی بیشتری به ستون‌های عظیم پیرامونی وارد شود و ضمن کم شدن نیروی بلندشدگی، ستون‌ها بهتر می‌توانند کشش را تحمل کنند.

## نقش مهارهای بازویی

- مهارهای بازویی تا حد زیادی سختی و مقاومت سازه را افزایش می دهند.
- هنگامی که ستون‌های خارجی در کشش و فشار هستند، مهارهای بازویی به عنوان سخت کننده‌هایی موثر برای آنها عمل می‌کنند.
- در مواجهه با نیروهای جانبی همچون باد و زلزله، ستون‌های با مهار بازویی ازچرخش هسته جلوگیری کرده و در برابر نیروهای بلندشدگی نیز مقاومت می‌کنند.
- در واقع نقش مهارهای بازویی در این سیستم کاهش لنگر واژگونی و همچنین کاهش جابجایی‌های جانبی ساختمان است. به طوریکه با اضافه کردن مهارهای بازویی به هسته، لنگر واژگونی تا ۴۰درصد کاهش می یابد. و در سازه‌هایی که از ستون‌های بزرگ پیرامونی نیز بهره می‌برند، لنگر واژگونی در هسته حتی تا ۶۰ درصد نیز می‌تواند کاهش یابد.
- مهارهای بازویی دوره تناوب ساختمان را نیز کم می‌کنند.

- اضافه کردن مهارهای بازویی بین هسته برشی و ستون های پیرامونی، مقاومت برشی هسته را در برابر بارهای جانبی افزایش نمی‌دهد. از این رو، ساختمان‌های بلندی که از سیستم هسته مرکزی با مهار بازویی استفاده می‌کنند، به هسته هایی با مقاومت برشی قابل توجه نیاز دارند. به طورکلی مهارهای بازویی در ساختمان‌های فلزی به صورت خرپا و در ساختمان‌های بتنی به صورت دیوار یا شاه‌تیر می‌باشند.
- به منظور تأمین سختی و صلبیت کافی، عمق مهارهای بازویی و خرپاهای کمربندی می‌بایستی حداقل به اندازه یک طبقه و گاهی نیز تا دو طبقه باشد. از این رو، این اعضا معمولا در طبقاتی که برای تاسیسات و یا فضای سبز هستند قرار می‌گیرند تا کمتر مانع دید شوند. این موضوع یکی از نکات مهمی است که در طرح معماری ساختمان‌های بلند مرتبه با سازه مهار بازویی باید به آن توجه شود. مهارهای بازویی چند طبقه نسبت به نوع یک طبقه آنها مقاومت جانبی بهتری داشته و در نتیجه ازکارایی سازه ای بالاتری برخوردارهستند.

# ویژگی های معماری

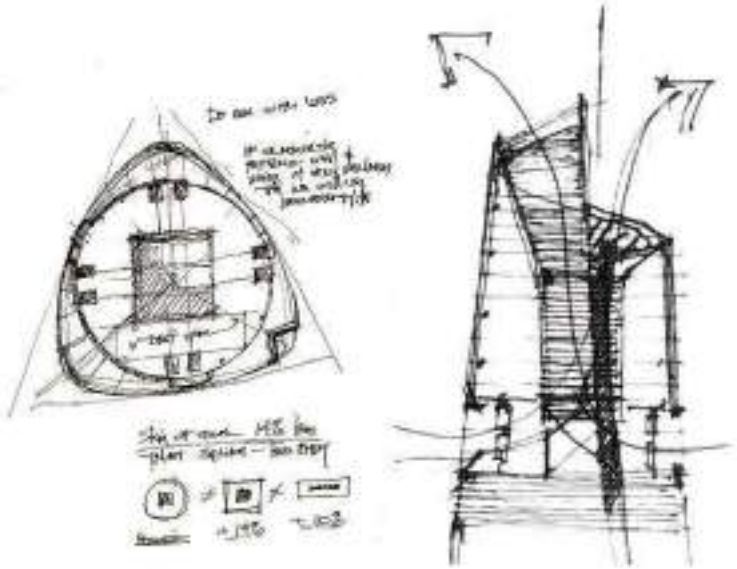
- دستیابی به یک معماری انعطاف پذیر از مزایای سازه هسته مرکزی با مهار بازویی است.
- بر خلاف سازه‌های لوله‌ای فاصله ستون‌های پیرامونی در این سیستم زیاد بوده و از این رو نیازهای زیبایی شناسی و عملکردی می‌توانند به آسانی برآورده شوند.
- سازه هسته مرکزی با مهاربازویی با توجه به ویژگی‌های منحصر به فردی که دارد، می‌تواند به عنوان یکی از مناسب‌ترین راه حل‌های سازه‌ای برای برج‌های با فرم‌های آزاد و پیچیده مورد استفاده قرار گیرد و قابلیت تطبیق با انواع طرح‌های معماری ساختمان‌های بلند مرتبه را دارد
- سازه هسته مرکزی با مهاربازویی فضایی بدون ستون و ایده‌آل برای طرح معماری را در اختیار طراحان قرار می‌دهد که لازمه یک پلان منعطف و انعطاف پذیر است.
- با استفاده از سازه هسته مرکزی با مهارهای بازویی، قادر به ساخت ساختمان هایی با بیش از ۱۵۰ طبقه خواهیم بود.

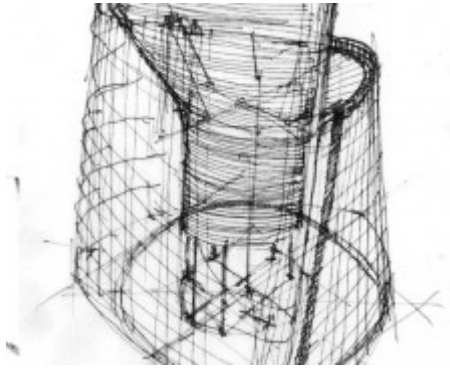
- ازجمله مشکلات این سیستم سازه‌ای، اشغال فضا توسط مهارهای بازویی است. همچنین، به دلیل عدم تکرارپذیر بودن سازه،مراحل برپایی آن به نسبت زمان بر و سخت‌تر خواهد شد. هر چند با یک طرح معماری و سازه دقیق و فکر شده، این اشکالات به راحتی رفع می شوند. از جمله اینکه میتوان مهارهای بازویی را در طبقات تاسیساتی جای داد.

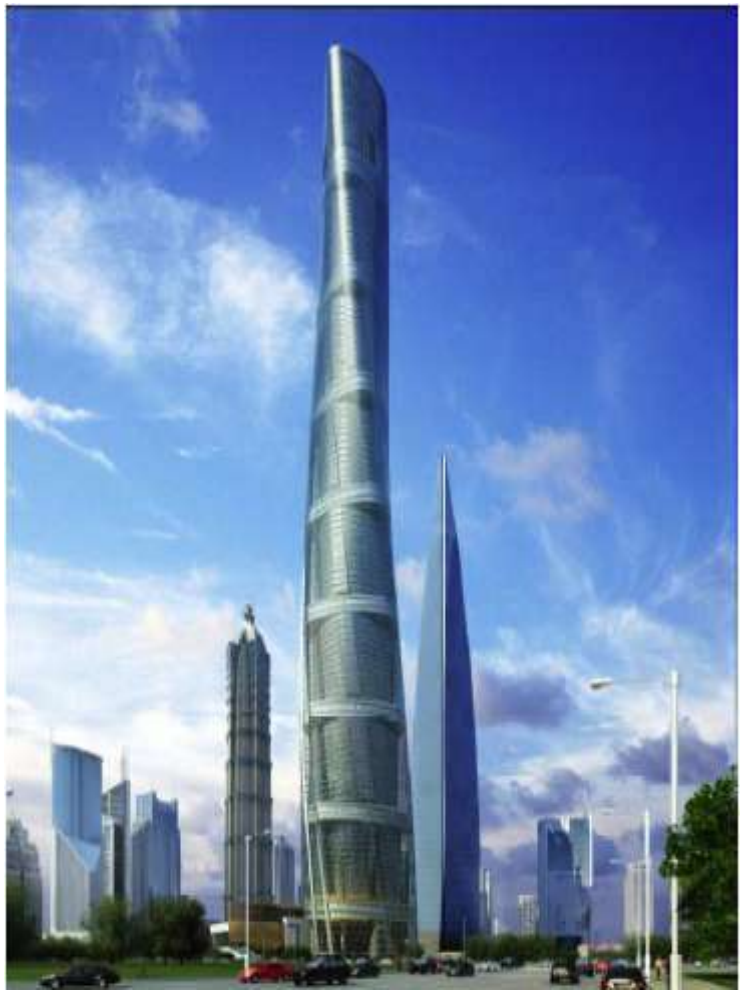
**ترازهای تاسیسات در برج شانگهای**

# Best case studies for outrigger systems

# Shanghai tower







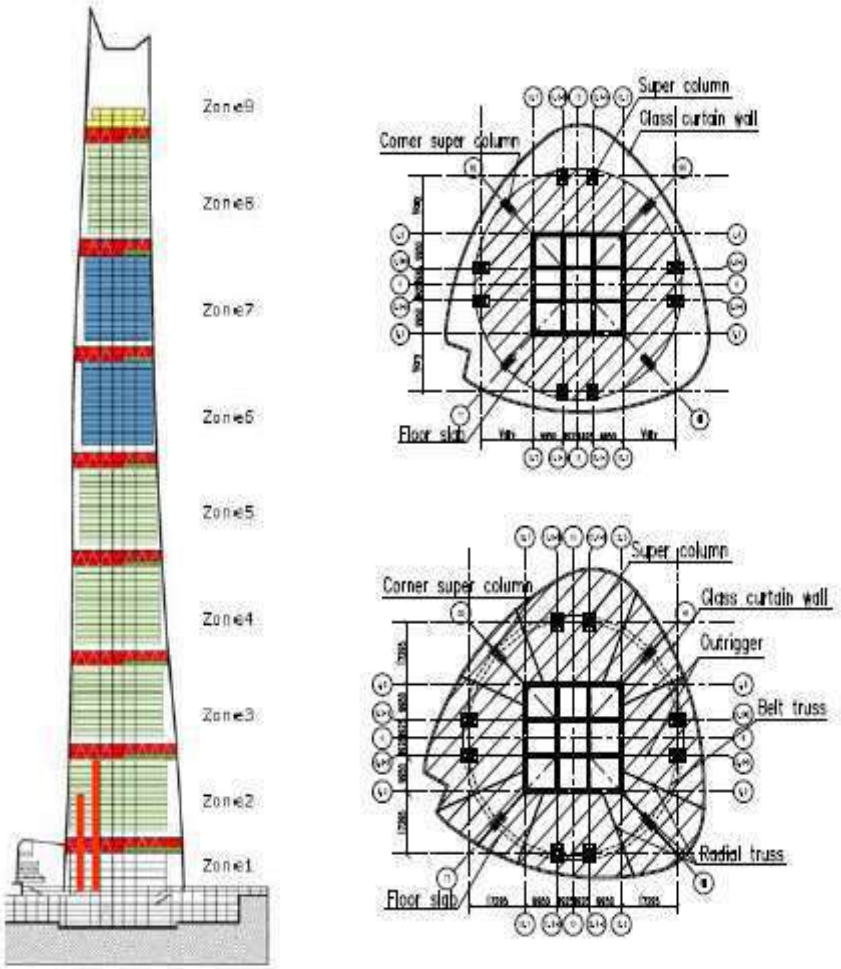
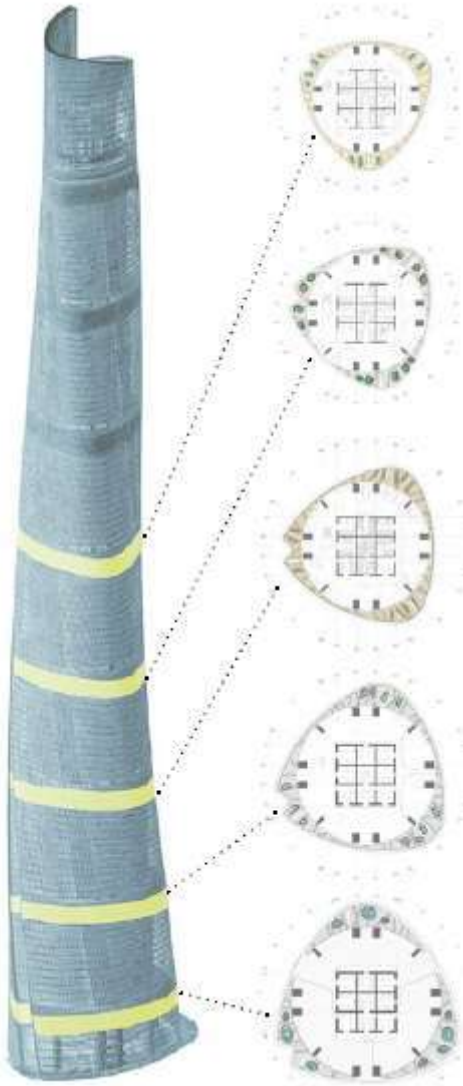
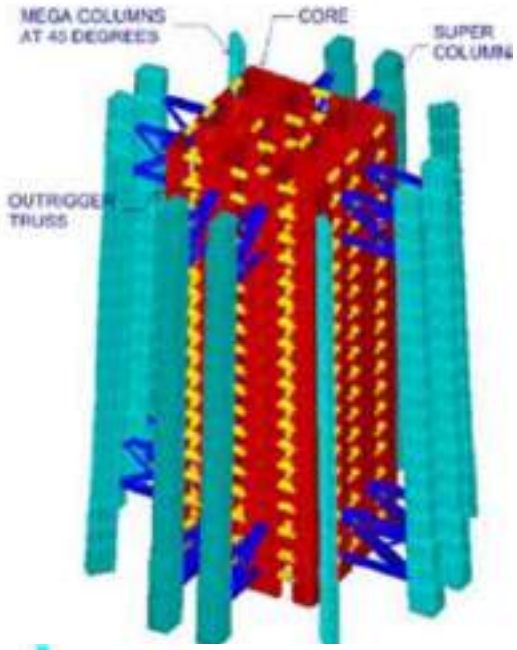


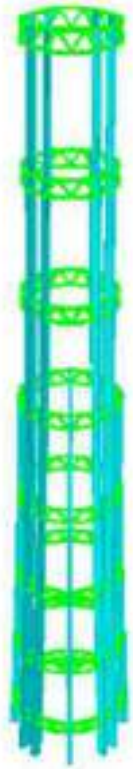

*Fig.2: Shanghai tower Elevation and Typical Floor Plans*

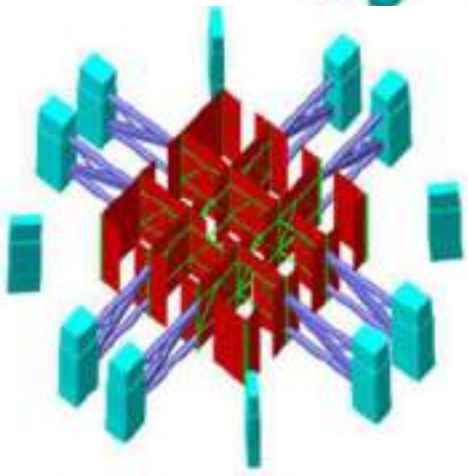


**پلان مجموعه از پایین تا بالای برج، ۱۲۰ درجه چرخیده است.**

# Lateral system components



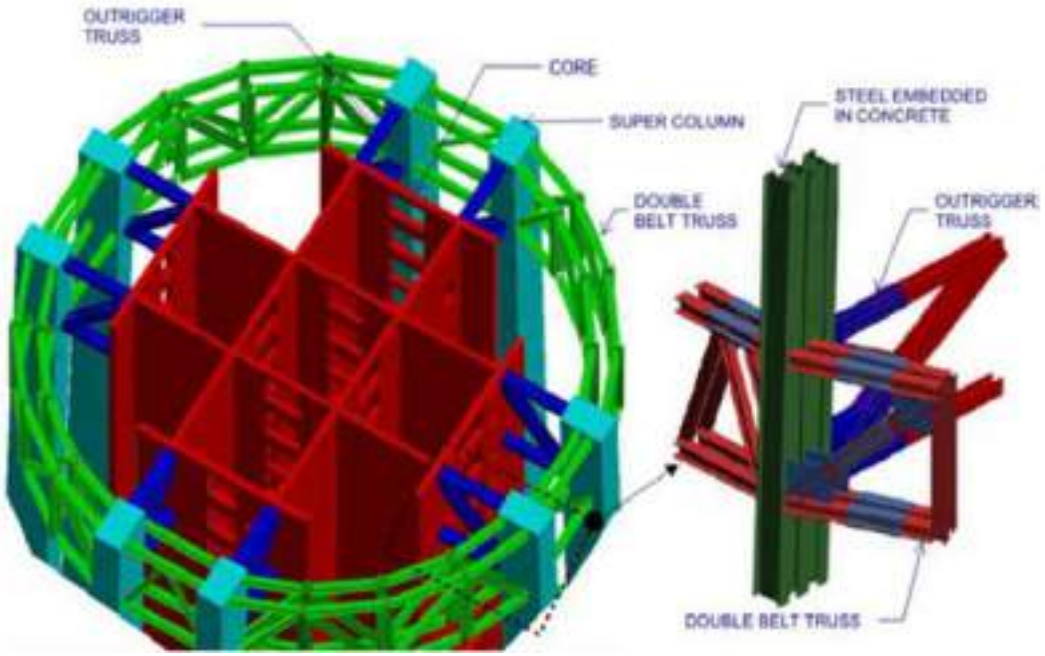



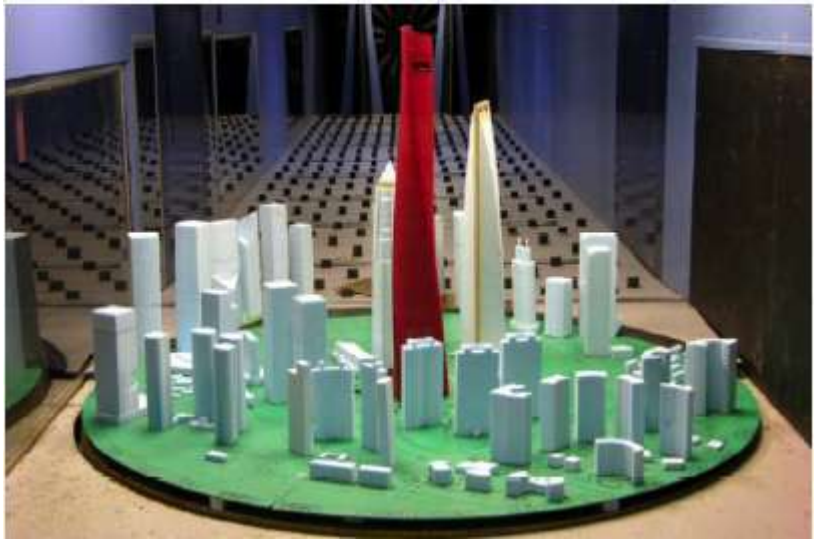


*Core + Super Column + Outrigger*

*Exterior Mega Frame*

# Mega frame and outrigger detail



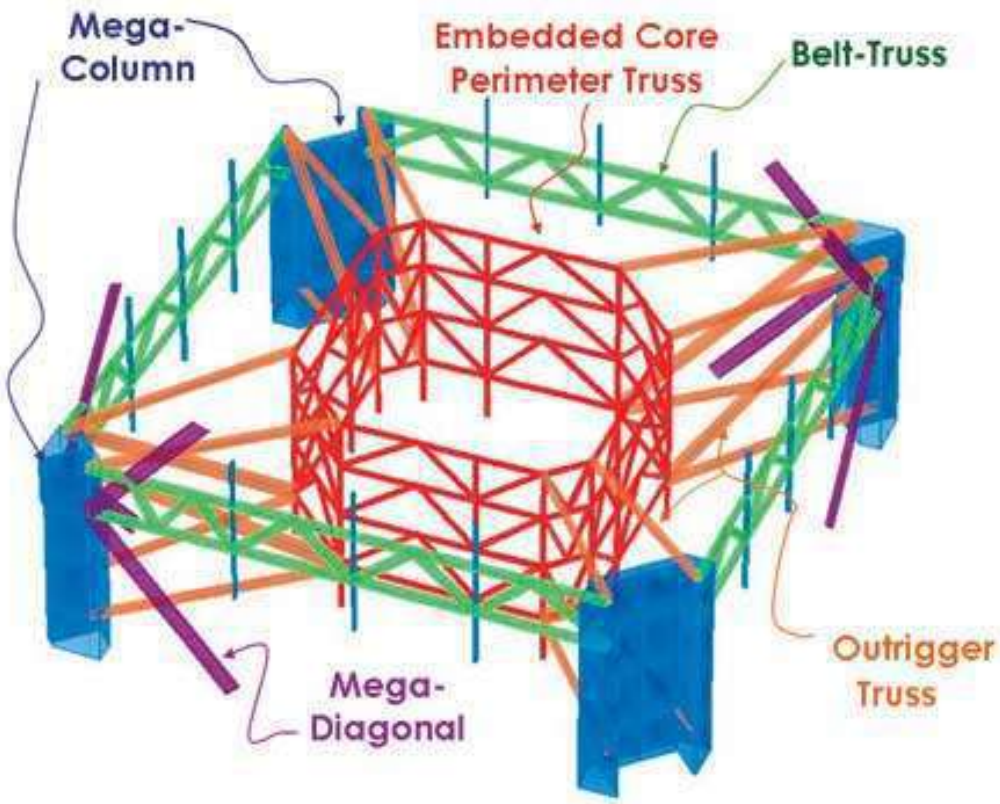


上海中心模型模拟地震振动台试验

# Construction procedure

上海建工

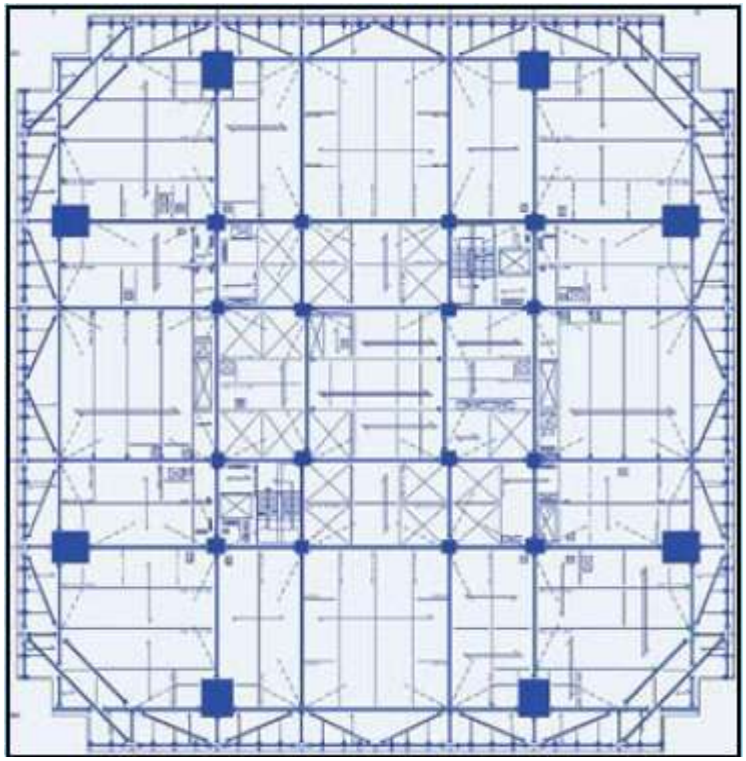
# Shanghai world Financial Center

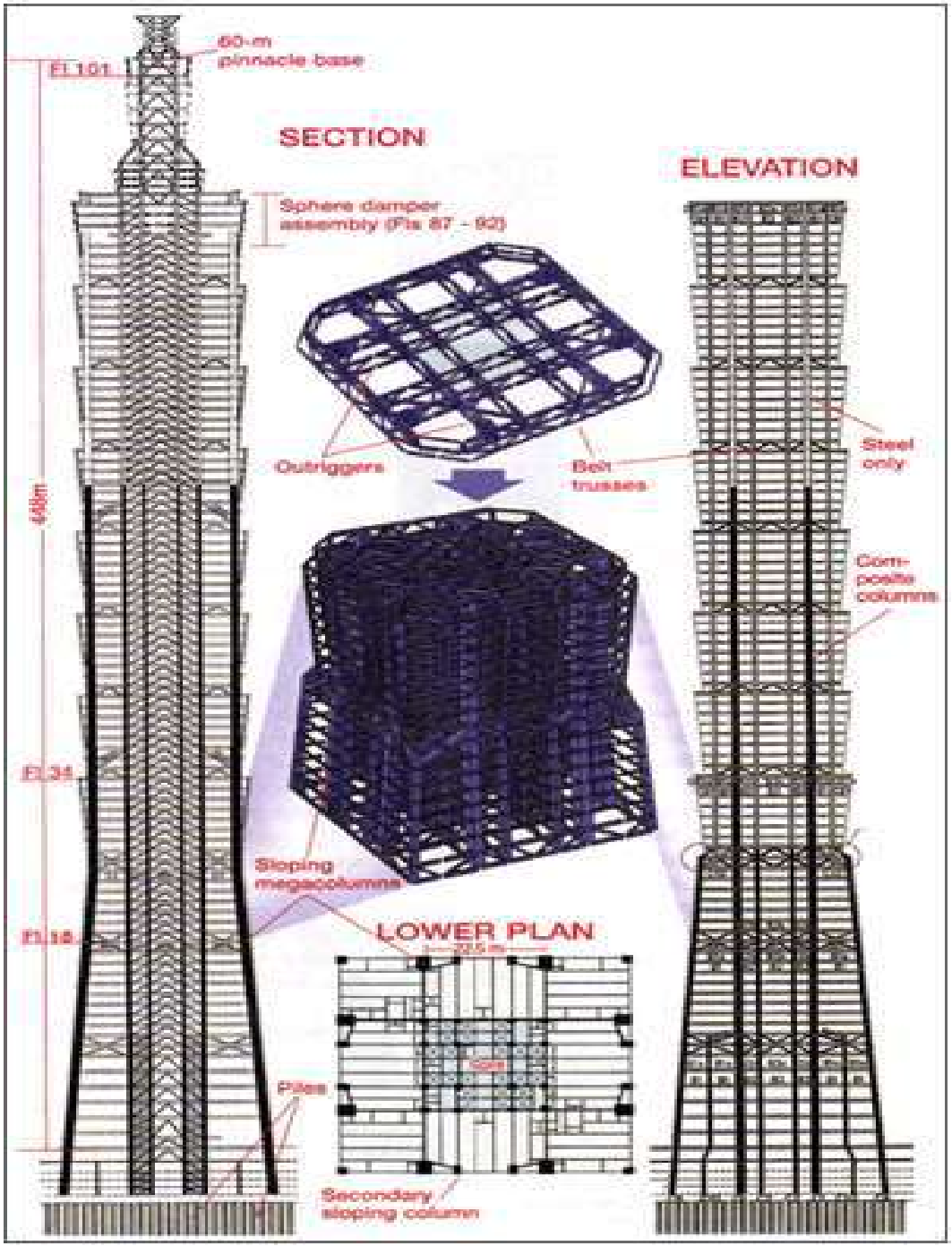


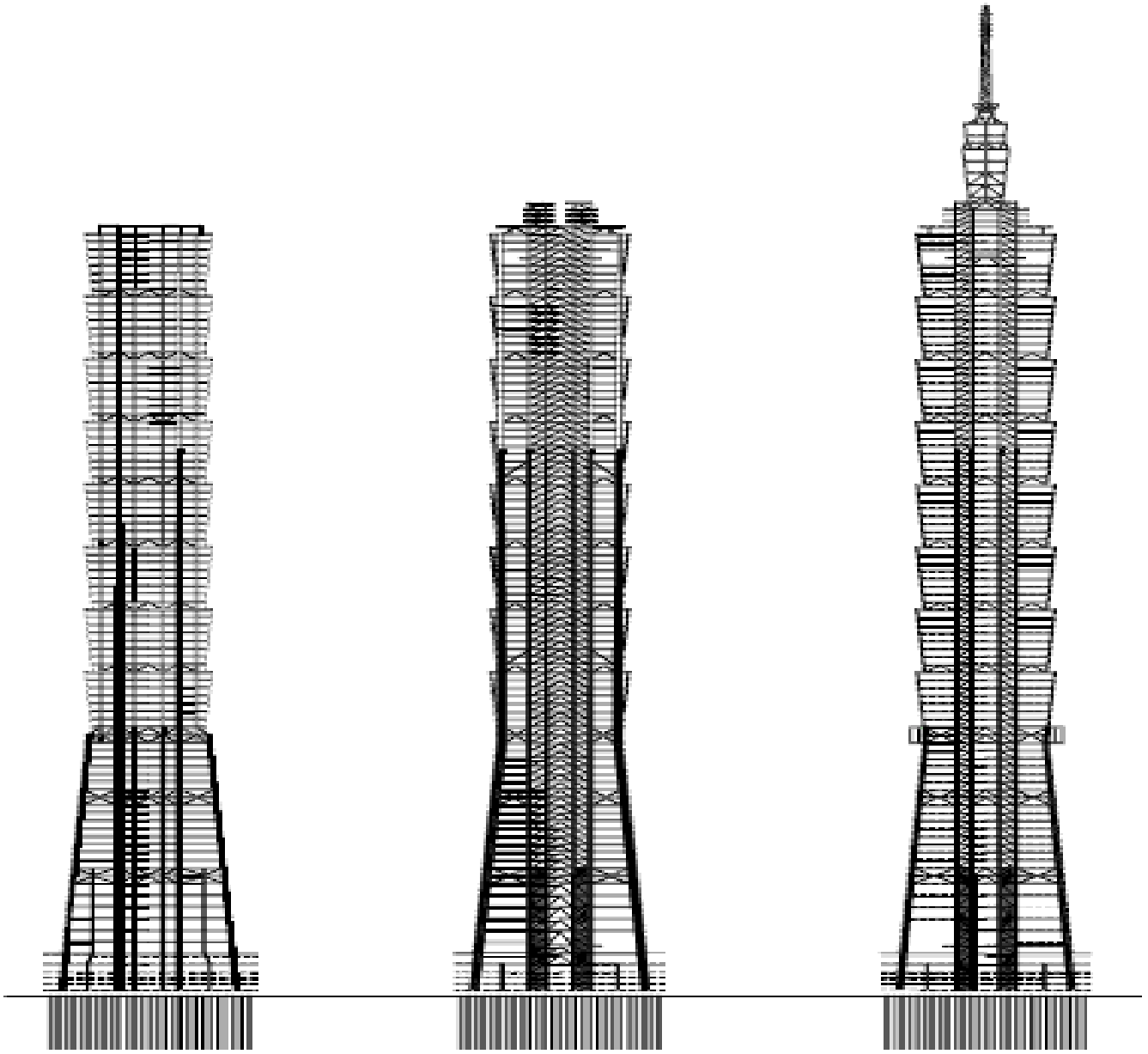

Outrigger trusses tie columns, diagonals and belt trusses to the concrete shear walls of the service core.

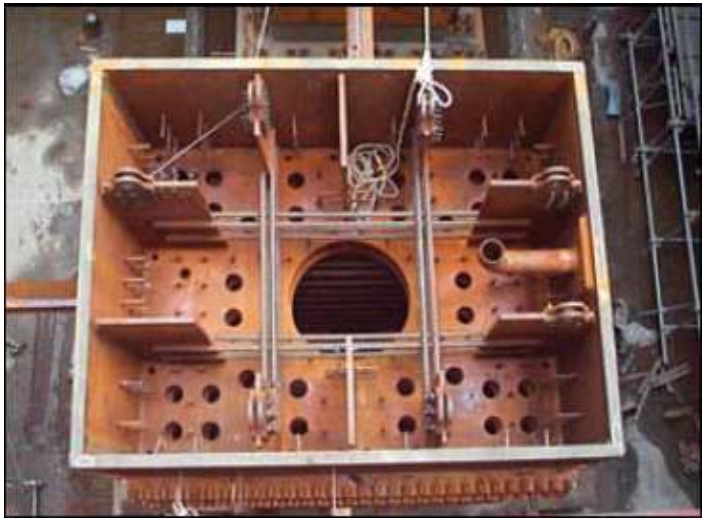
# Construction procedure

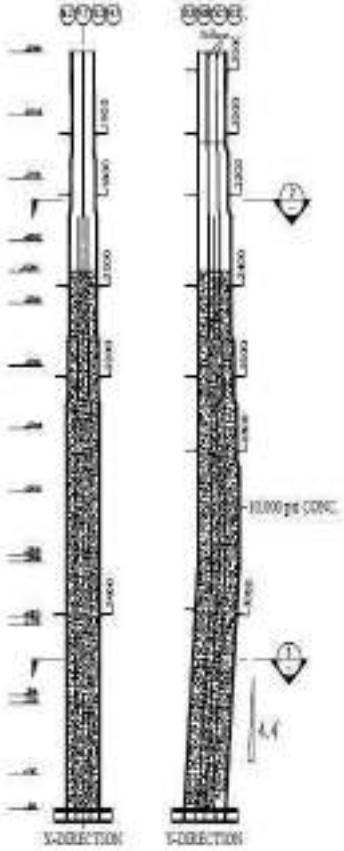
# Taipei101 Tower

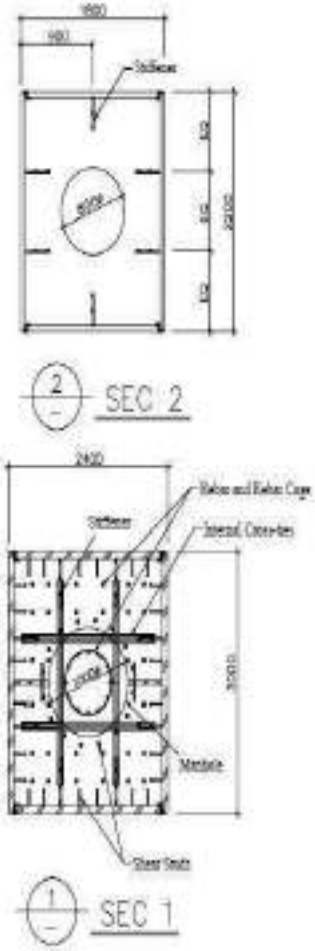


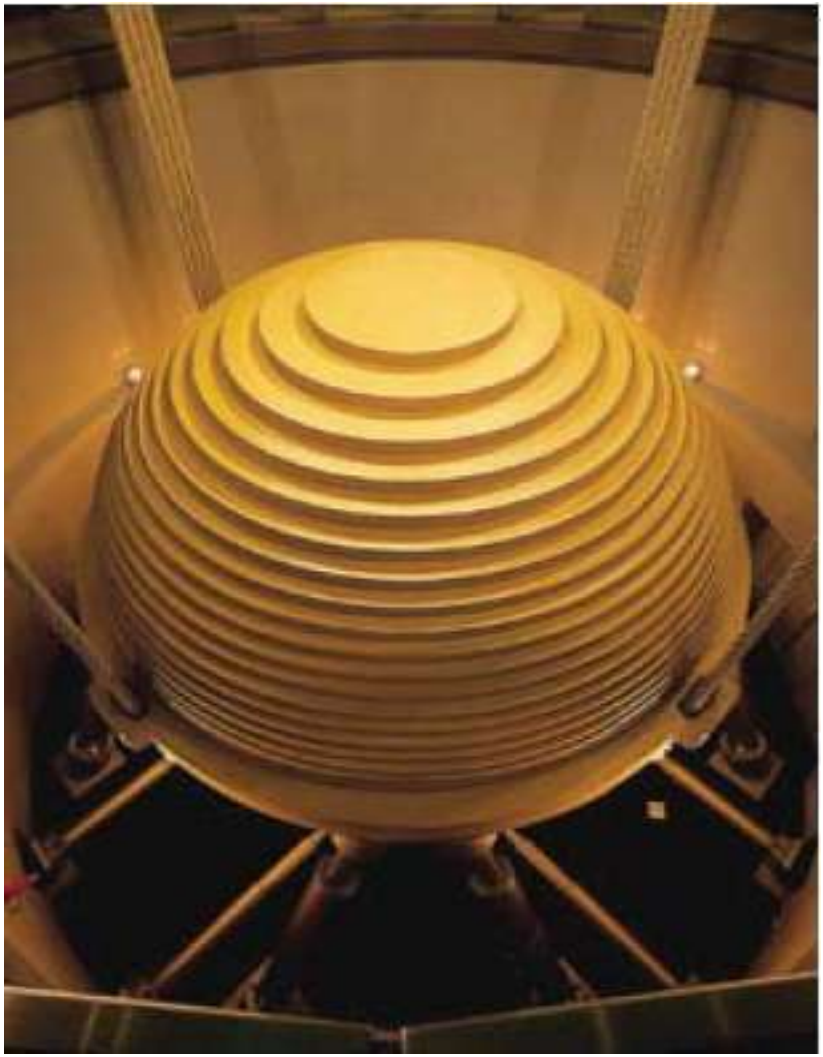

60-m
pinnacle base
Fl.101
SECTION
ELEVATION
Sphere damper
assembly (Fls 87 - 92)
Outriggers
Belt
trusses
Steel
only
Com-
posite
columns
448m
Fl.34
Sloping
megacolumns
Fl.16
LOWER PLAN
Core
Piles
Secondary
sloping column

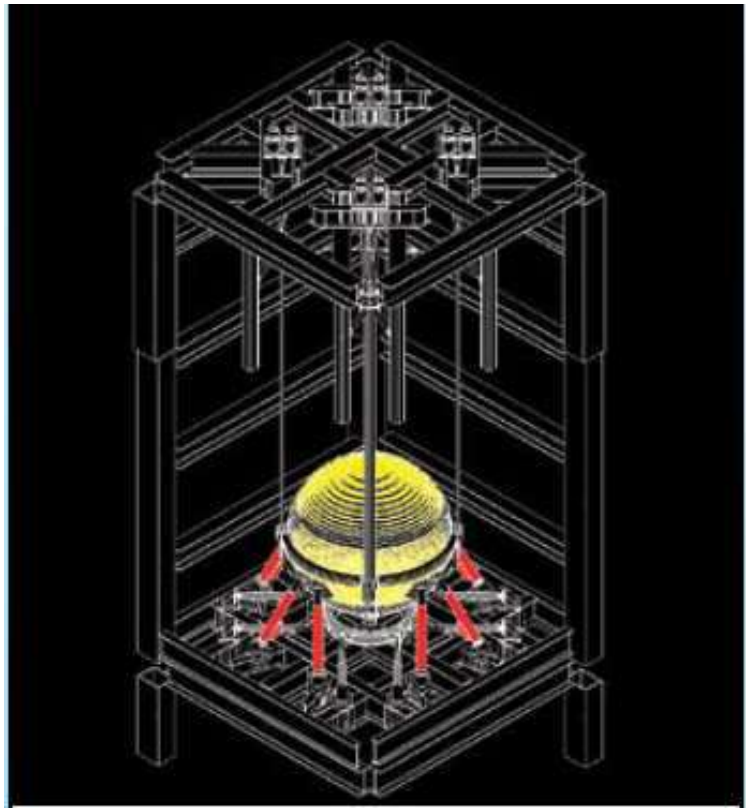


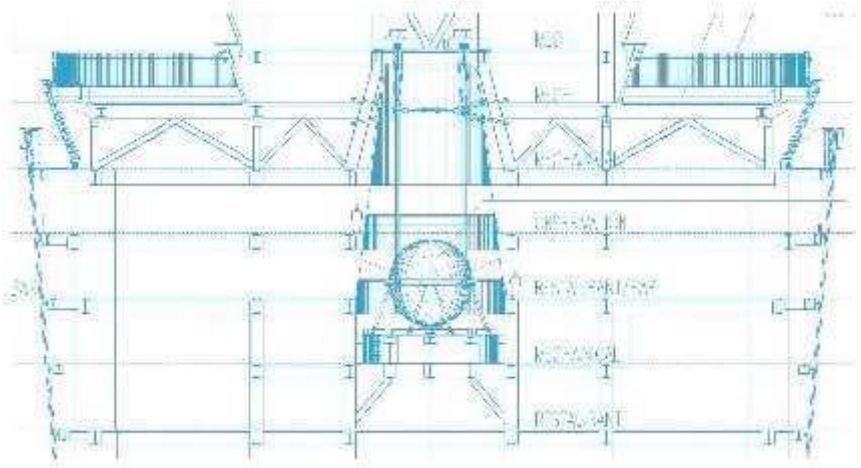


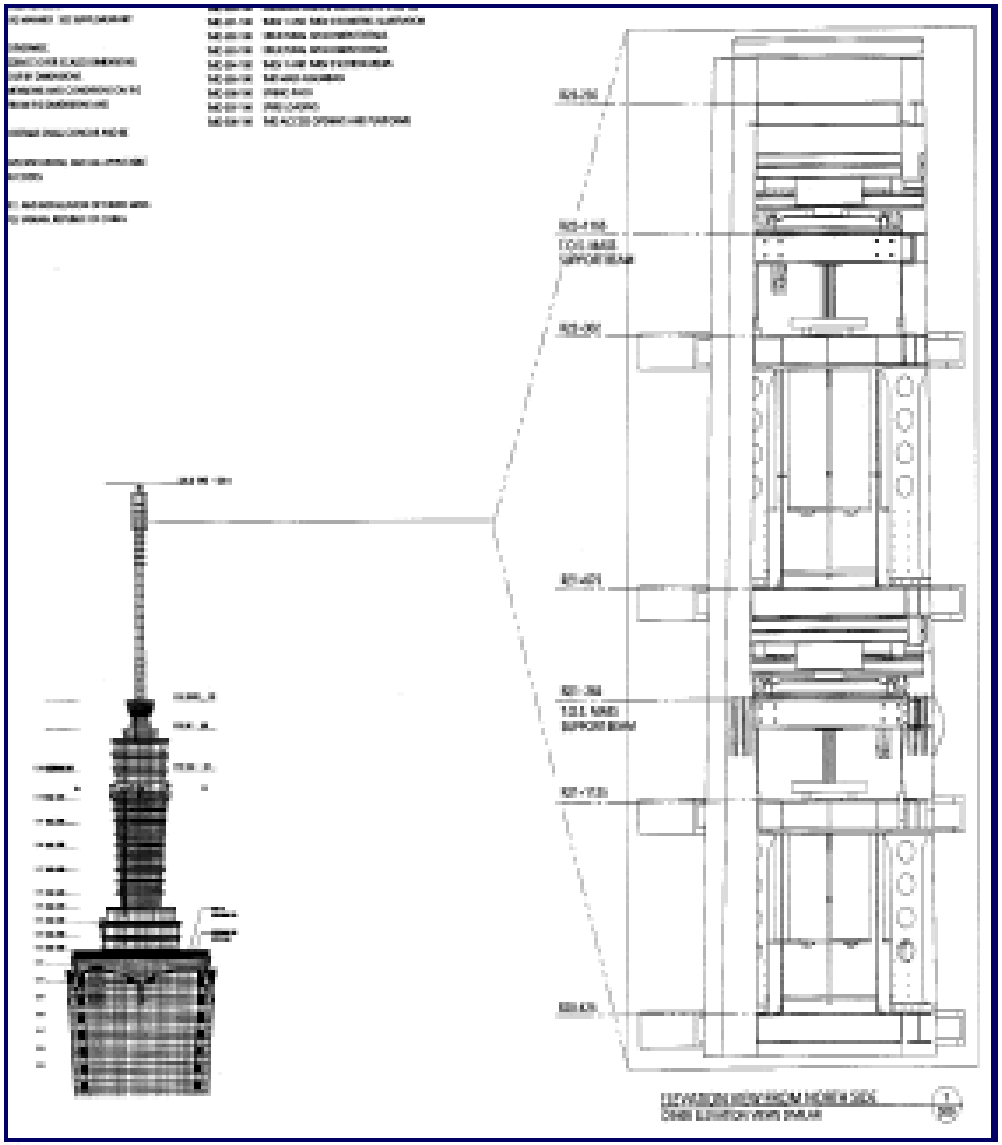

X-DIRECTION
Y-DIRECTION

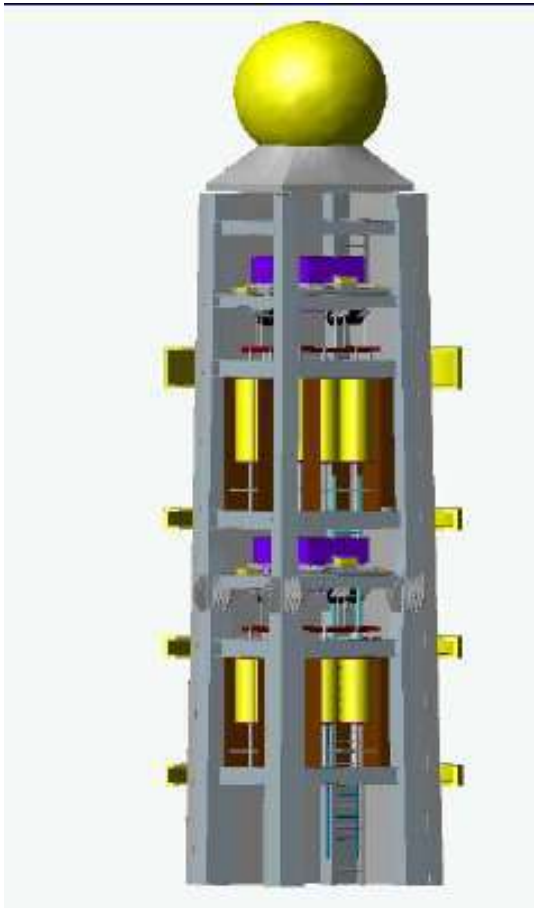

SEC 2
SEC 1





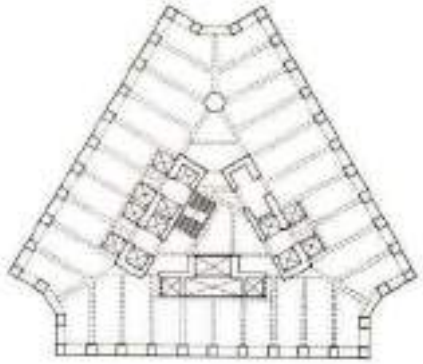






# 4-Framed-tubed systems

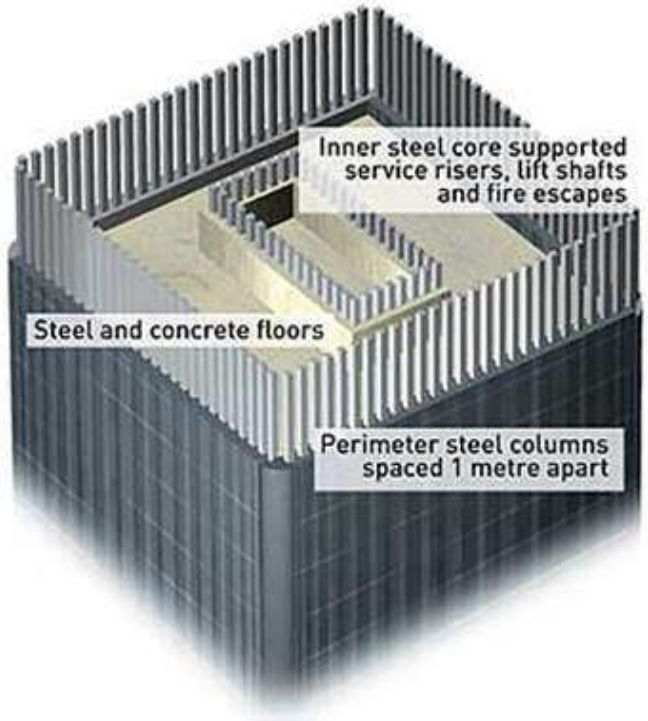
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Framed Tube | Steel | 80 | Efficiently resists lateral loads by locating lateral systems at the building perimeter. | Shear lag hinders true tubular behavior. Narrow column spacing obstructs the view. |
| | Concrete | 60 | " | " |

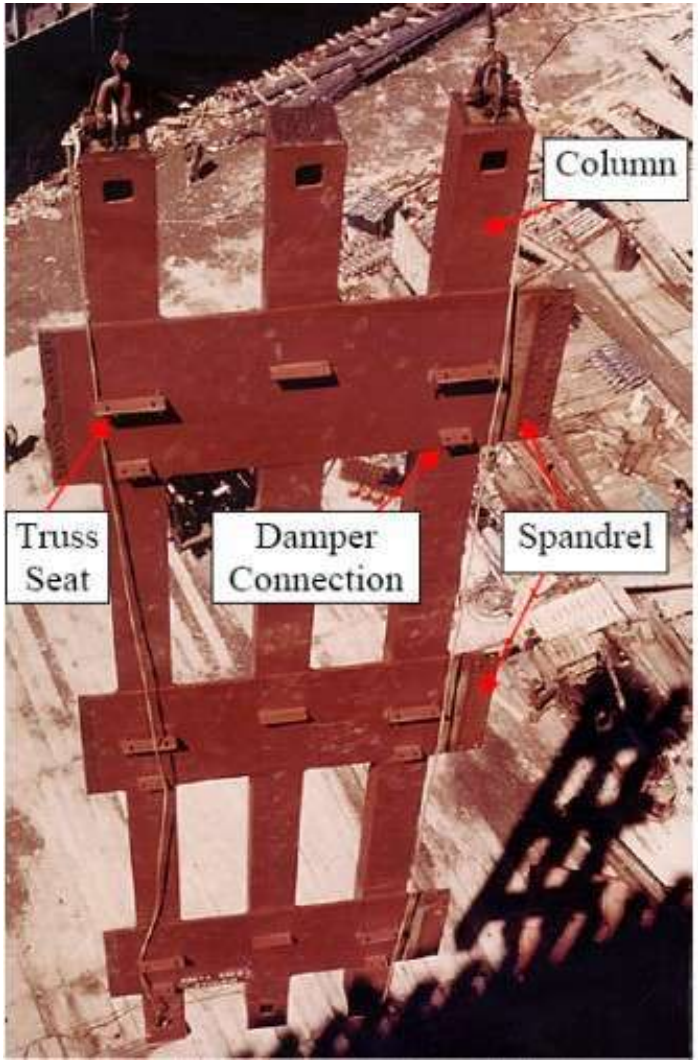


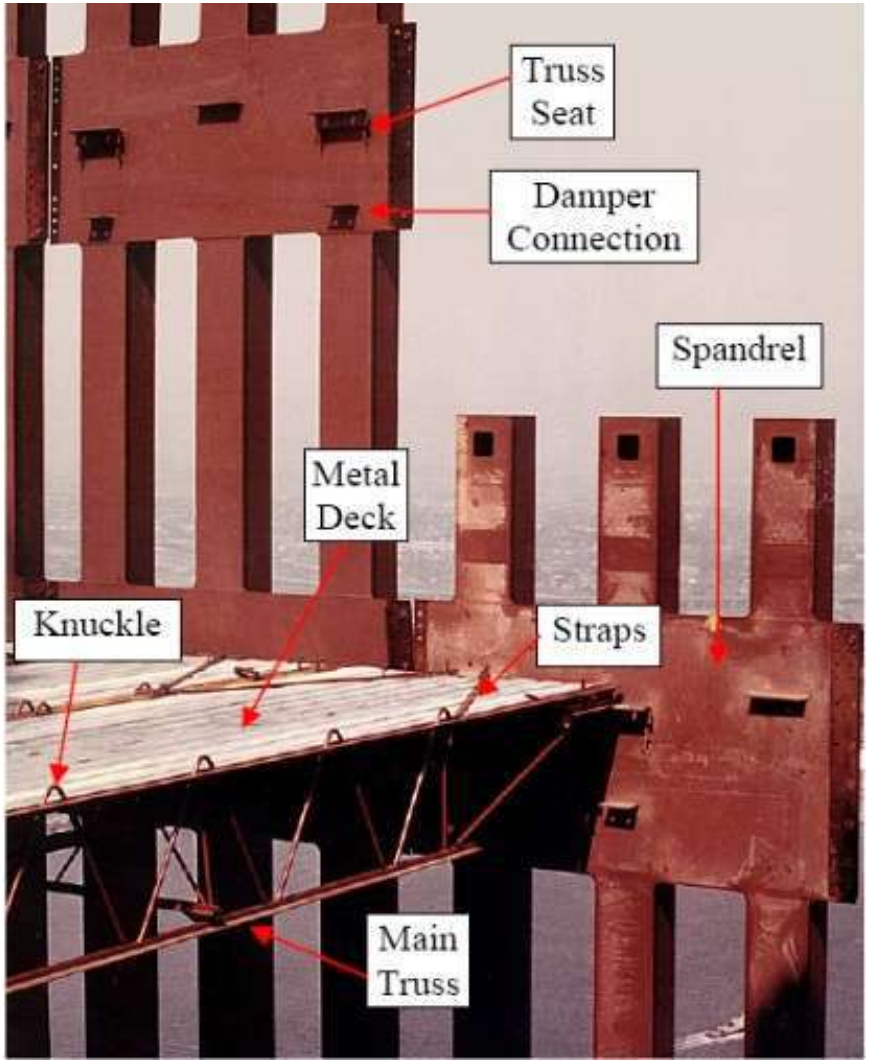
# Framed-tube systems can be categorized into three groups:

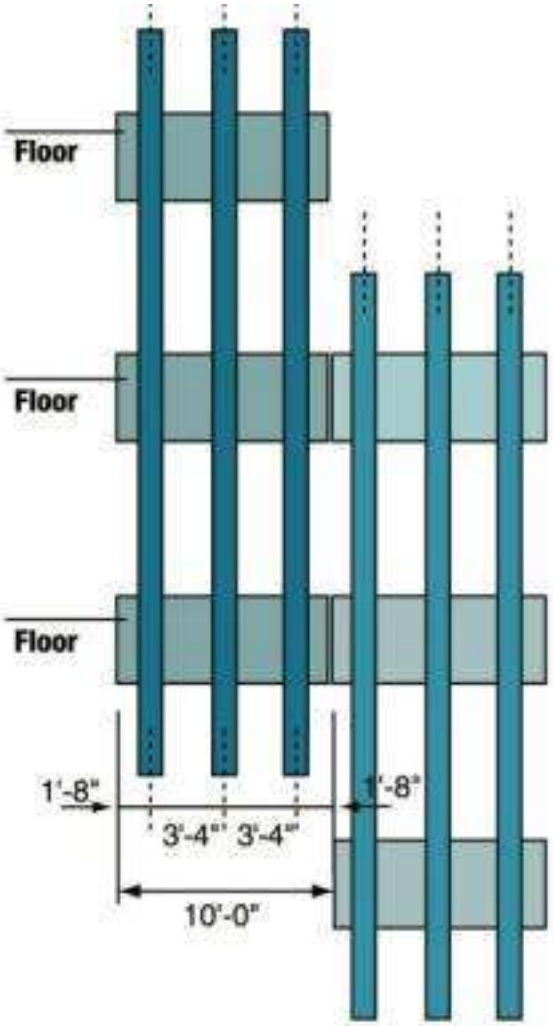
- 1.systems **without** interior columns, shear walls, or steel bracing.
- 2.systems **with** interior columns, shear walls, or steel bracing.
- 3.tube-in-tube system.

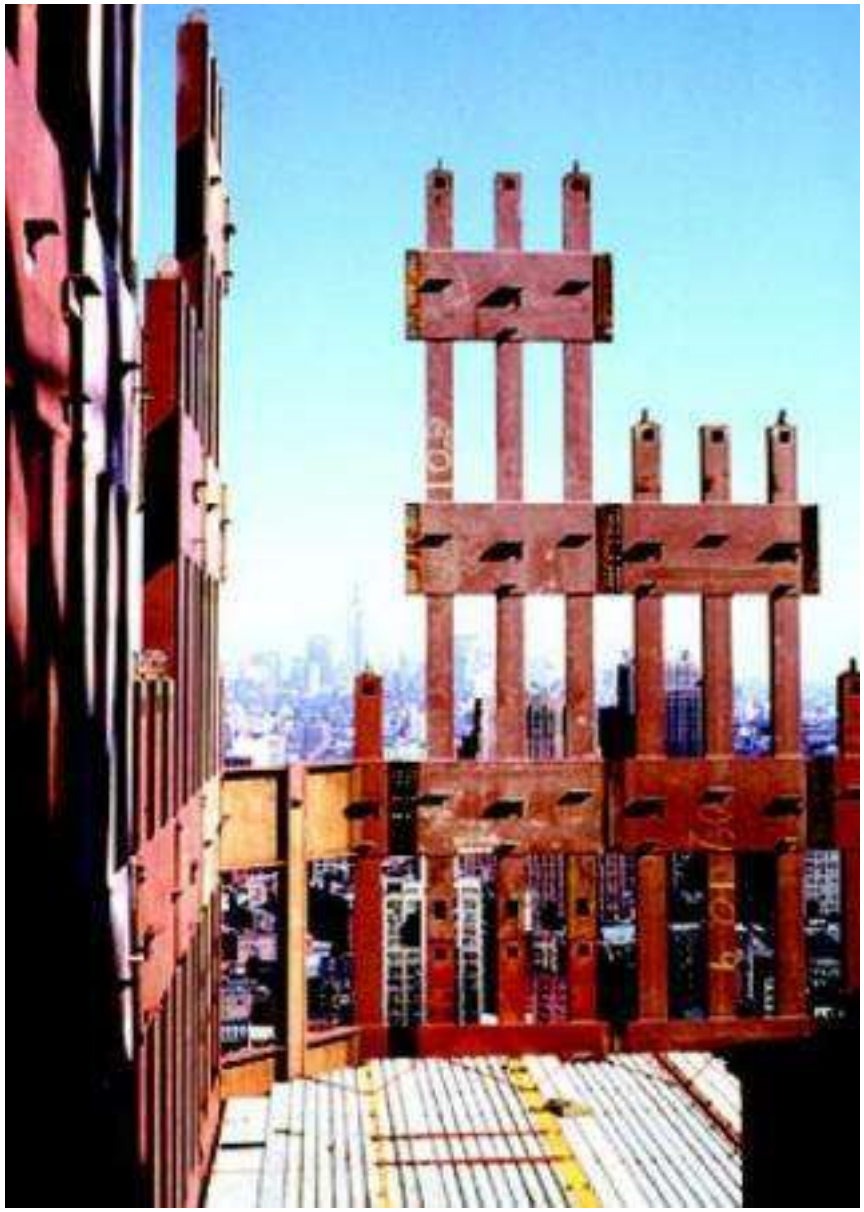
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tube in Tube | Ext. Framed Tube (Steel or Concrete) + Int. Core Tube (Steel or Concrete) | 80 | Effectively resists lateral loads by producing interior shear core - exterior framed tube interacting system. | Interior planning limitations due to shear core. |




Column
Truss Seat
Damper Connection
Spandrel

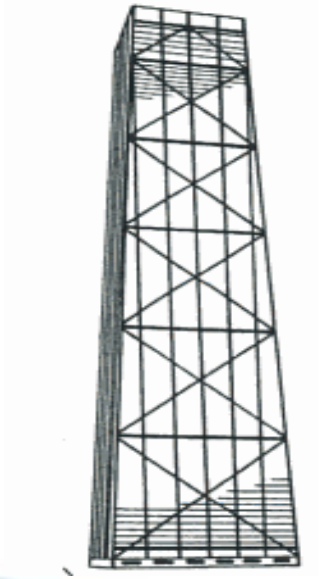

Truss Seat
Damper Connection
Spandrel
Metal Deck
Knuckle
Straps
Main Truss

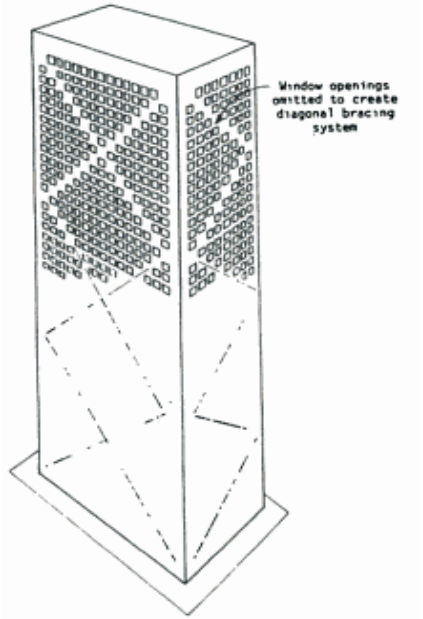

Floor
Floor
Floor
1'-8"
1'-8"
3'-4"
3'-4"
10'-0"

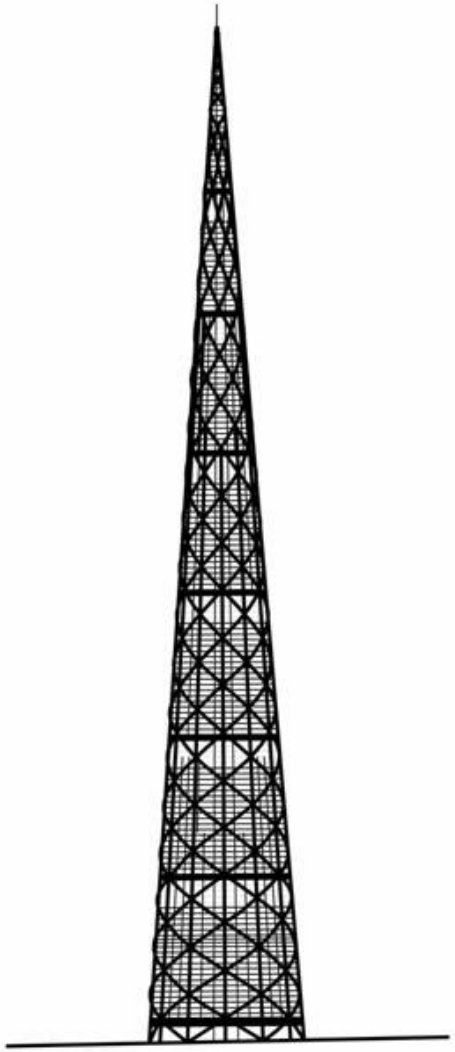


# 5-Braced-tubed systems

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Braced Tube | Steel | 100 (With Interior Columns) – 150 (Without Interior Columns) | Efficiently resists lateral shear by axial forces in the diagonal members. Wider column spacing possible compared with framed tubes. Reduced shear lag. | Bracings obstruct the view. |
| | Concrete | 100 | " | " |



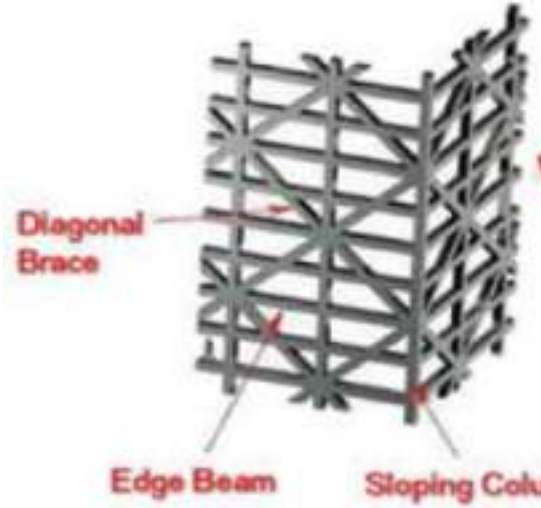


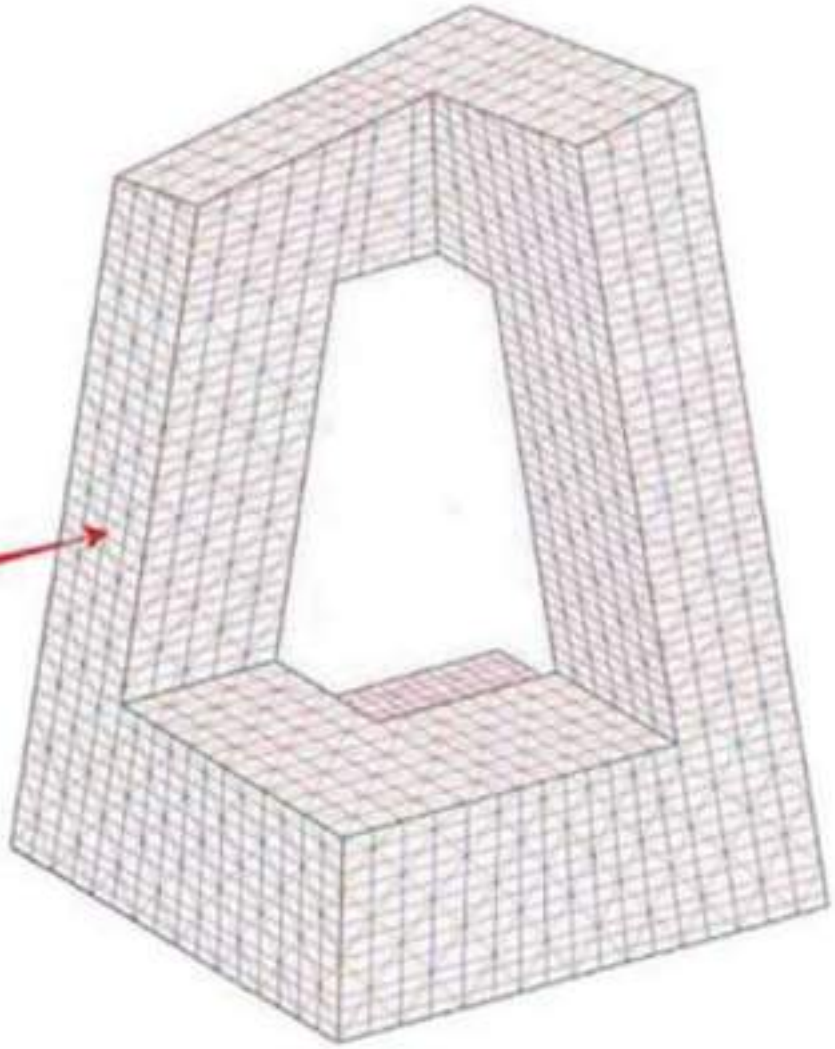



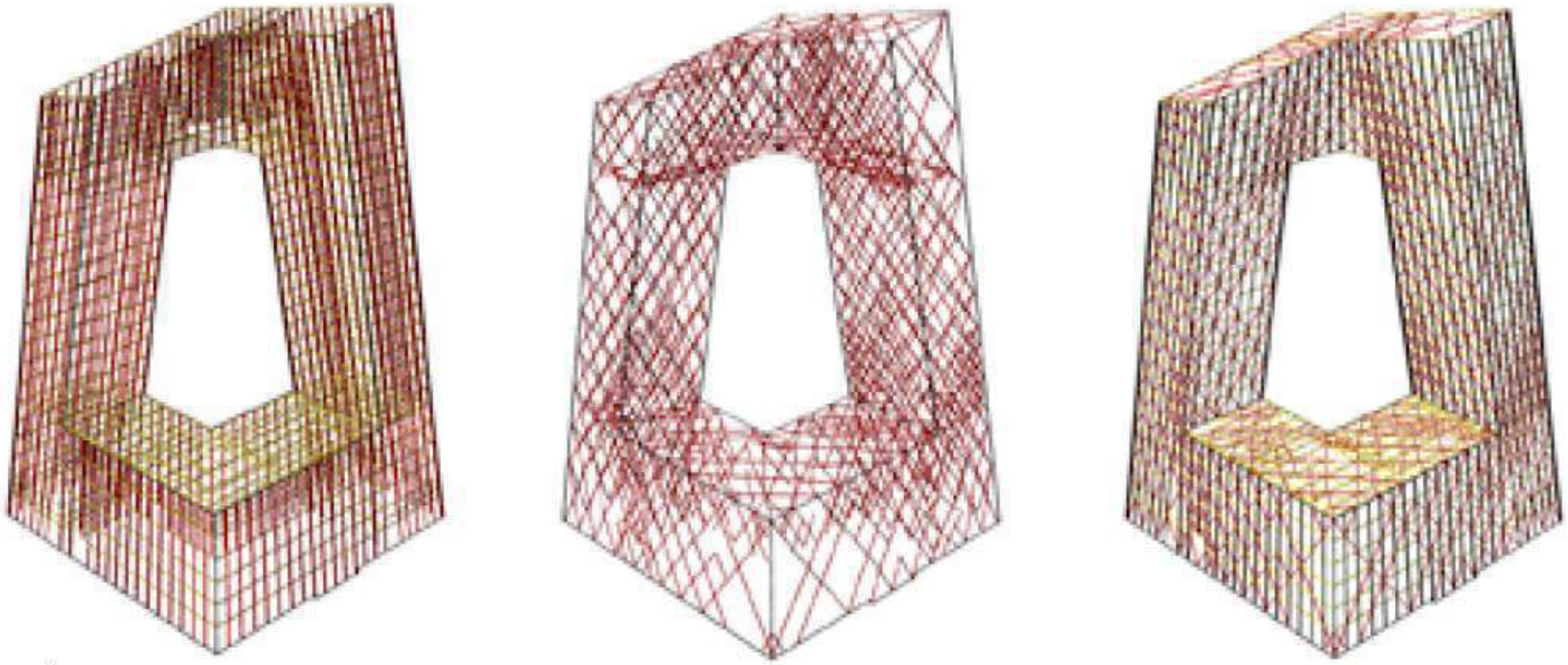
The 780 Third Avenue Building,
New York, USA

John Hancock Center,
Chicago, USA

**Cctv tower.china**


Diagonal
Brace
Edge Beam
Sloping Column

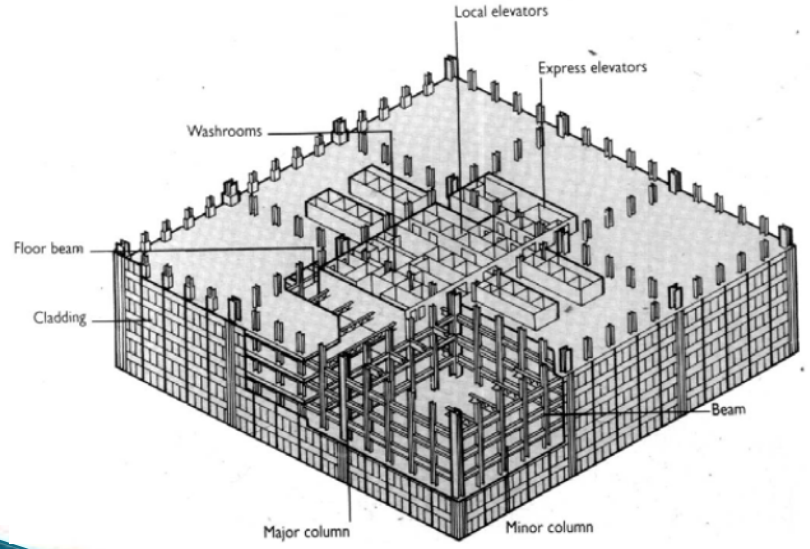


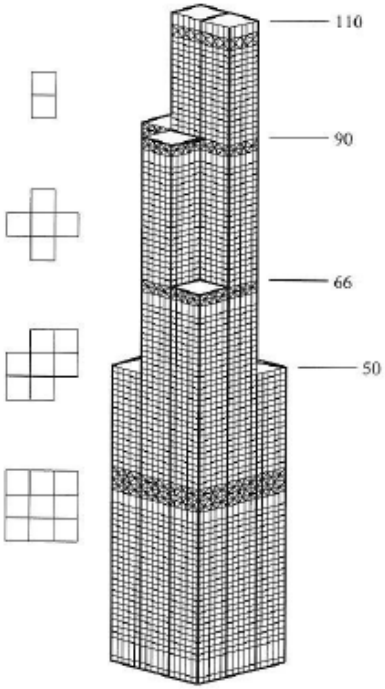


4.
Principles of the tube structure: regular grid of columns and edge beams + patterned diagonal bracing = braced tube system.

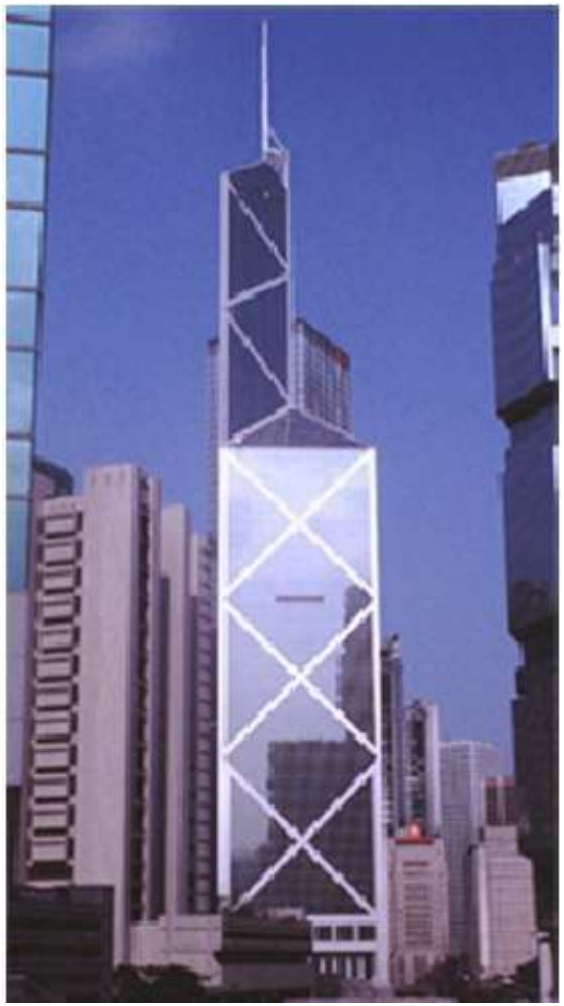
# 6-Bundled-tubed systems

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Bundled Tube | Steel | 110 | Reduced shear lag. | Interior planning limitations due to the bundled tube configuration. |
| | Concrete | 110 | " | " |



The Sears Tower,
Chicago, USA



**Bank of China Tower, Hong Kong, China**

# 7-Diagrid systems

# سازه شبکه قطری(Diagrid Structure)

- امروزه سیستم سازه‌ای شبکه‌ی قطری به علت کارآیی سازه‌ای بالا و ملاحظات زیباشناسی که حاصل پیکره‌بندی هندسی منحصر به فرد آن می‌باشد، به‌طور گسترده‌ای در ساختمان‌های بلند مرتبه مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- سیستم سازه‌ای شبکه‌ی قطری گونه‌ی جدیدی از سیستم‌های سازه‌ای واقع در پیرامون ساختمان است.
- فلسفه‌ی وجودی این سیستم سازه‌ای حذف کلیه ستون‌های پیرامونی و نیز حذف یا کاهش ستون‌های داخلی است که این امر منجر به ایجاد یک فضای ایده‌آل برای طرح معماری می‌گردد.
- در سیستم سازه‌ای شبکه‌ی قطری تقریباً همه ستون‌های عمودی پیرامونی مرسوم در سازه‌های قابی و یا حتی سیستم‌های لوله‌ای حذف شده و اعضای مورب که عمدتاً فولادی هستند جایگزین آن‌ها می‌شوند.

- اعضای مورب در این سیستم به علت پیکره‌بندی مثلثی شکل خود توانایی تحمل بارهای ثقلی را علاوه بر بارهای جانبی دارند.
- از مزایای سیستم سازه‌ای شبکه‌ی قطری می‌توان به مقاومت پیچشی بالا، مقاومت بالا در برابر لنگر واژگونی و نیز کاهش تغییر شکل‌های برشی اشاره نمود.
- از منظر معماری، ساختمان‌هایی که از این سیستم سازه‌ای استفاده می‌کنند به دلیل ظاهر خارجی خاص و منحصر به فردشان می‌توانند به یک بنای شاخص شهری تبدیل شوند.
- با توجه به حذف ستون‌های عمودی پیرامونی در این سیستم، چشم اندازی بدون مانع برای کاربران فراهم می‌شود و نیز محدودیت‌هایی که در رابطه با اندازه‌ی بازشوها در سایر سیستم‌های سازه‌ای مورد استفاده در ساختمان‌های بلندمرتبه وجود دارد از بین می‌رود.
- از آنجایی که در این سیستم سازه‌ای، تمام یا قسمتی از ستون‌های داخلی حذف می‌شوند و عموماً به هسته مرکزی نیز نیاز نیست، یک فضای بدون ستون و ایده‌آل برای طرح معماری در دسترس معمار می‌باشد که این مهم، امکان دستیابی به یک پلان منعطف و باز را مقدور می‌سازد.

- در سیستم شبکه‌ی قطری، فرم ساختمان کاملاً منطبق بر سازه می‌باشد. بنابراین سازه شبکه قطری امکان ایجاد فرم‌های آزاد و پیچیده و غیر منظم را برای طرح معماری فراهم می‌سازد.
- با استفاده از سازه‌ی شبکه قطری فولادی می‌توان ساختمان‌هایی با ارتفاع ۱۰۰ طبقه نیز ساخت.

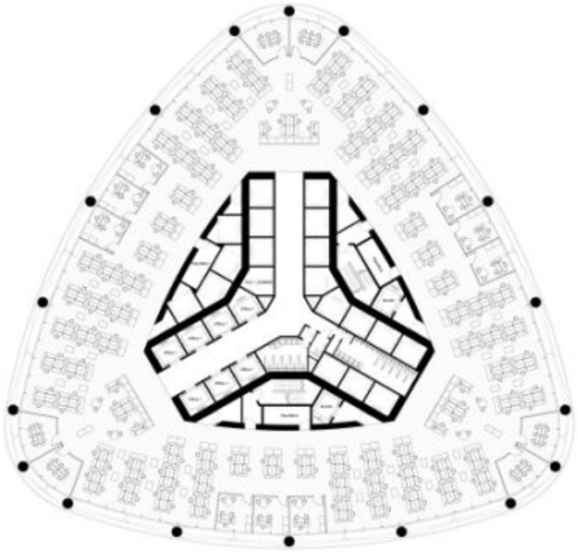
# امکان ایجاد فرم های آزاد و پیچیده با سازه شبکه قطری

برج Swiss Re در لندن

برج Capital Gate در ابوظبی

برج Tornado در امارات

# حذف ستون‌های داخلی و ایجاد فضای ایده‌آل برای طرح معماری

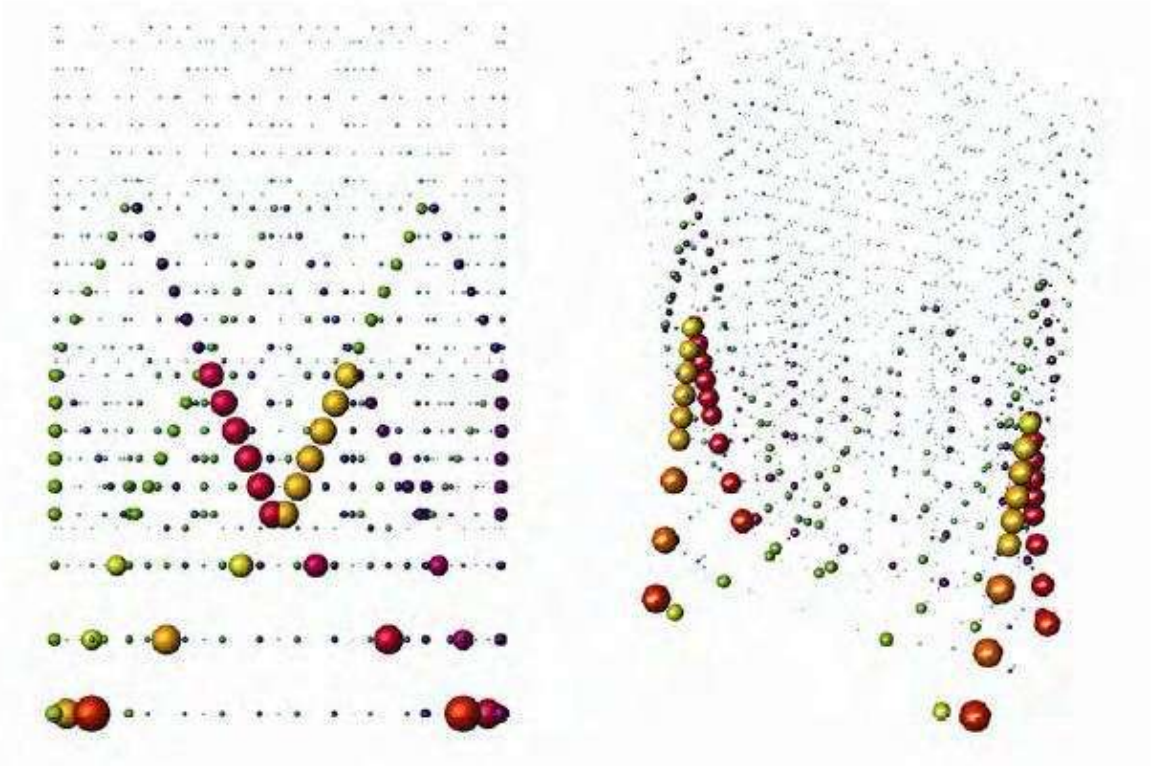


**Guangzhou West Tower در چین**

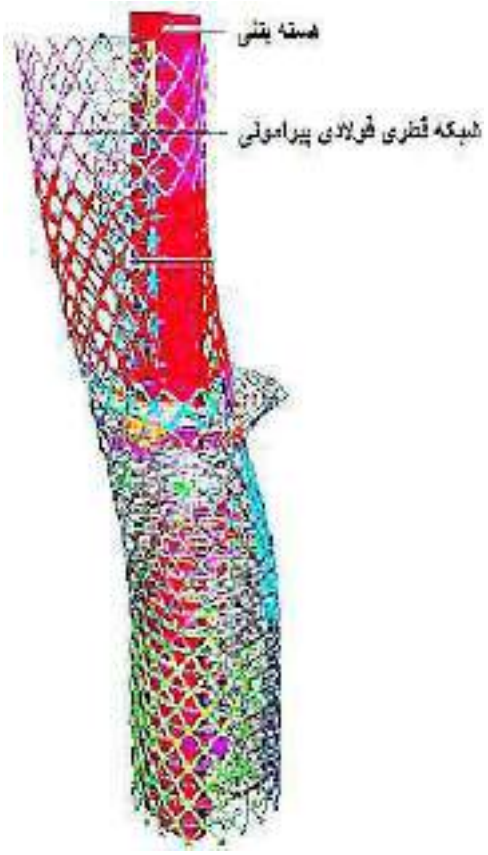
# حذف ستون‌های پیرامونی و ایجاد چشم انداز بدون مانع در سازه‌ی شبکه قطری

**Hearst Tower در نیویورک**

# نحوه انتقال بارهای ثقلی به فونداسیون در سازه شبکه قطری



# استفاده از هسته برشی در سازه شبکه قطری با فرم آزاد به منظور افزایش مقاومت جانبی



# مقایسه مصرف مصالح در سازه شبکه قطری و سازه لوله مهاربندی شده

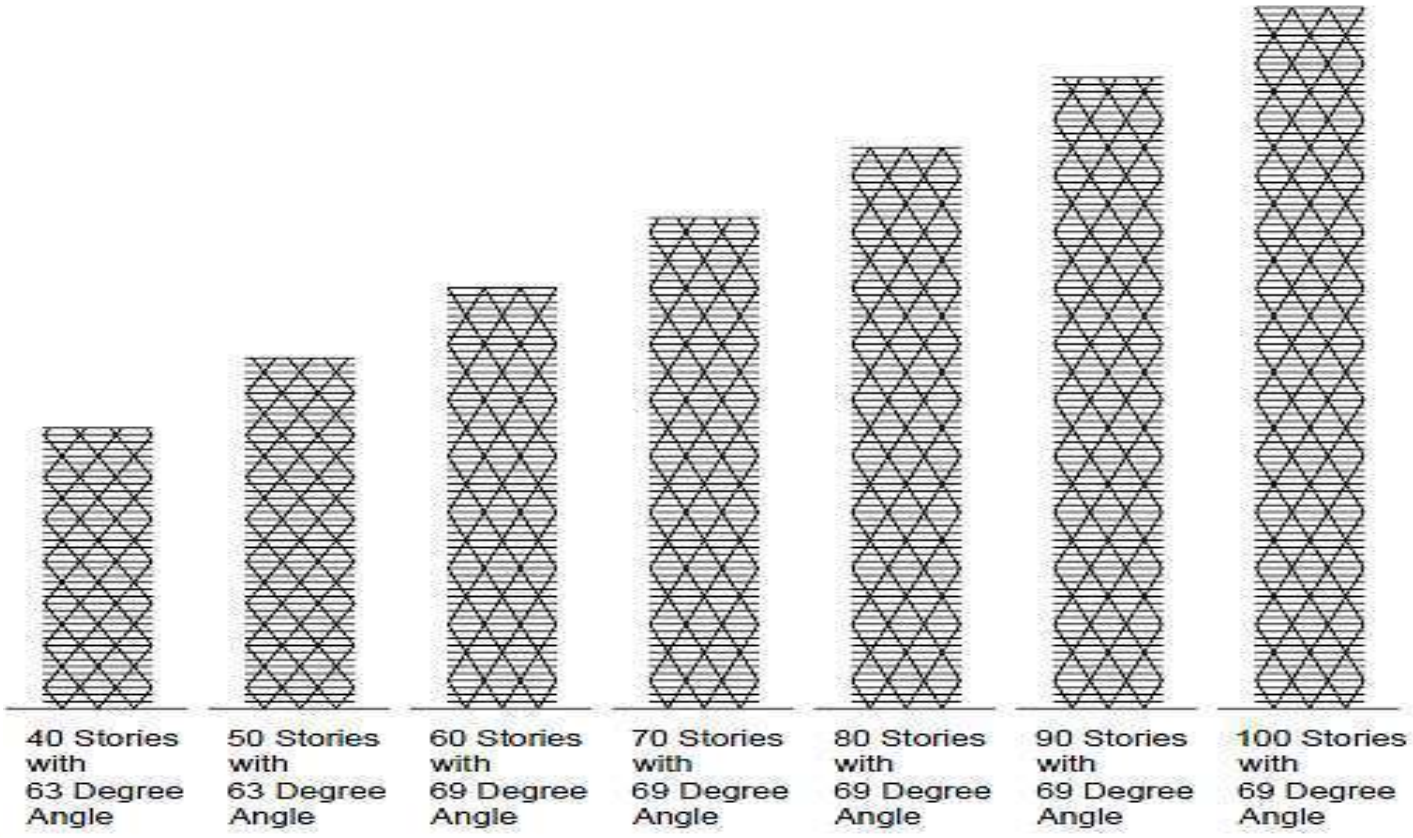
| Building Story Heights | Braced Tube Steel Mass (ton) | Diagrid Steel Mass (ton) | Material Usage Difference b/w Braced Tube and Diagrid (%) |
|---|---|---|---|
| 40 stories | 989 | 921 | 26.5 |
| 50 stories | 2128 | 1955 | 14.7 |
| 60 stories | 4113 | 3822 | 7.6 |
| 70 stories | 7222 | 6882 | 5.9 |
| 80 stories | 11648 | 11374 | 2.4 |
| 90 stories | 18549 | 18413 | 0.7 |
| 100 stories | 27287 | 27703 | -1.5 |

# پیکره بندی هندسی بهینه در سازه های شبکه قطری

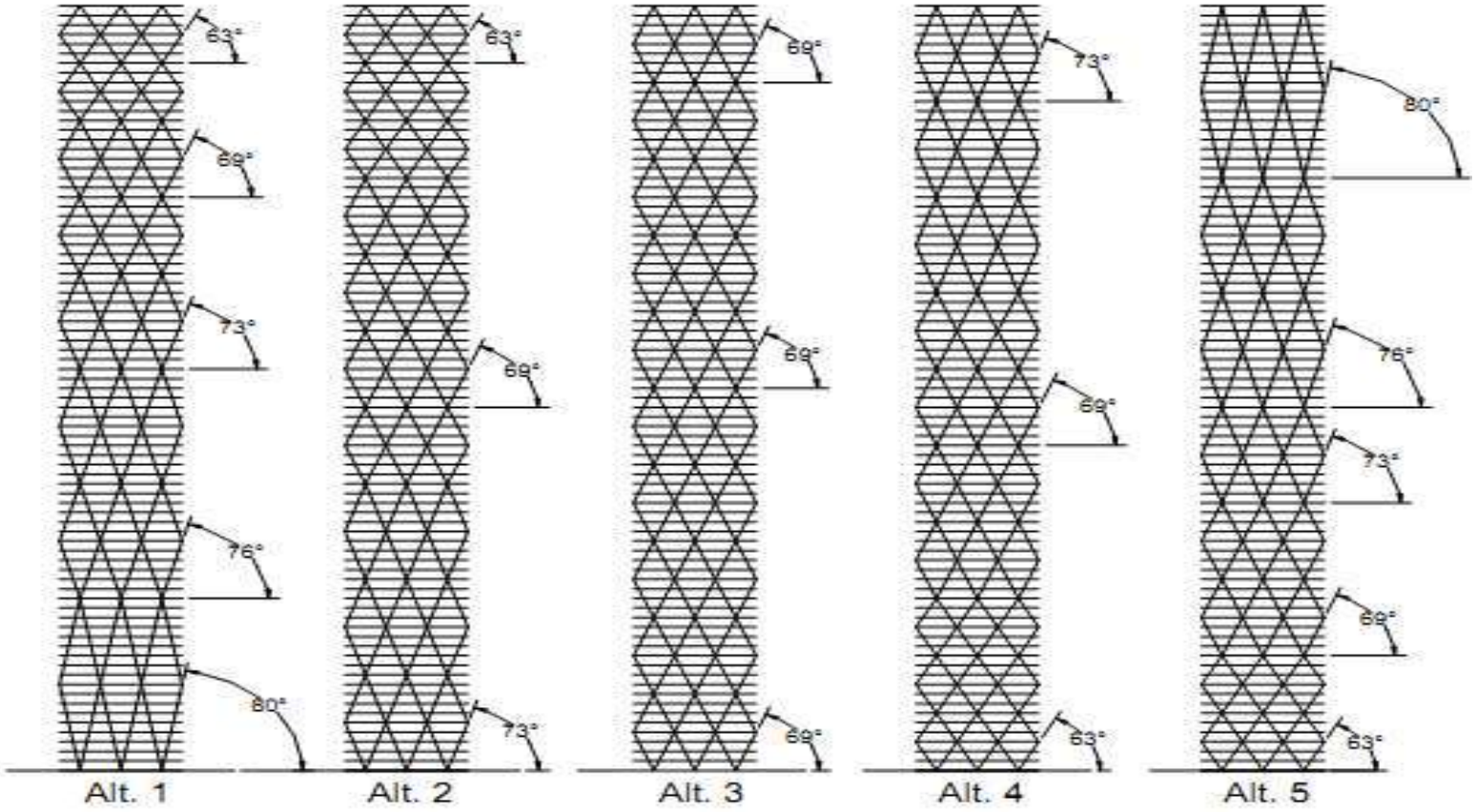
- در ساختمان‌های بلندمرتبه با افزایش ارتفاع ساختمان، میزان مصالح سازه‌ای مورد نیاز برای مقاومت در برابر بارهای جانبی به شدت افزایش پیدا می‌کند. از این رو طراحی سازه با رویکرد صرفه‌جویی در مصرف مصالح، ازاهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

- سازه‌های شبکه قطری به علت کارایی سازه‌ای ذاتیشان، می‌توانند با میزان مصالح سازه‌ای نسبتاً کم طراحی شوند. برای اینکه میزان مصالح مصرفی در یک ساختمان بلندمرتبه ساخته شده با سیستم شبکه‌ی قطری کمترین مقدار را داشته باشد، بایستی پیکره‌بندی اعضای مورب تحت زاویه‌ی بهینه باشد.

- نتایج مطالعات انجام شده حاکی از آن است که برای یک ساختمان ۴۰ تا ۵۰ طبقه که از سازه‌ی شبکه‌ی قطری استفاده می‌کند، زاویه ۶۳ درجه حالت بهینه است. این میزان برای ساختمان‌های ۶۰ طبقه و بلندتر، ۶۹ درجه می‌باشد.



# زوایای بهینه در ساختمان‌های بلندمرتبه با سازه‌ی شبکه قطری با تعداد طبقات مختلف و پیکره‌بندی متغیر



# زوایای بهینه در ساختمان‌های بلندمرتبه با سازه‌ی شبکه قطری با تعداد طبقات و پیکره‌بندی متغیر

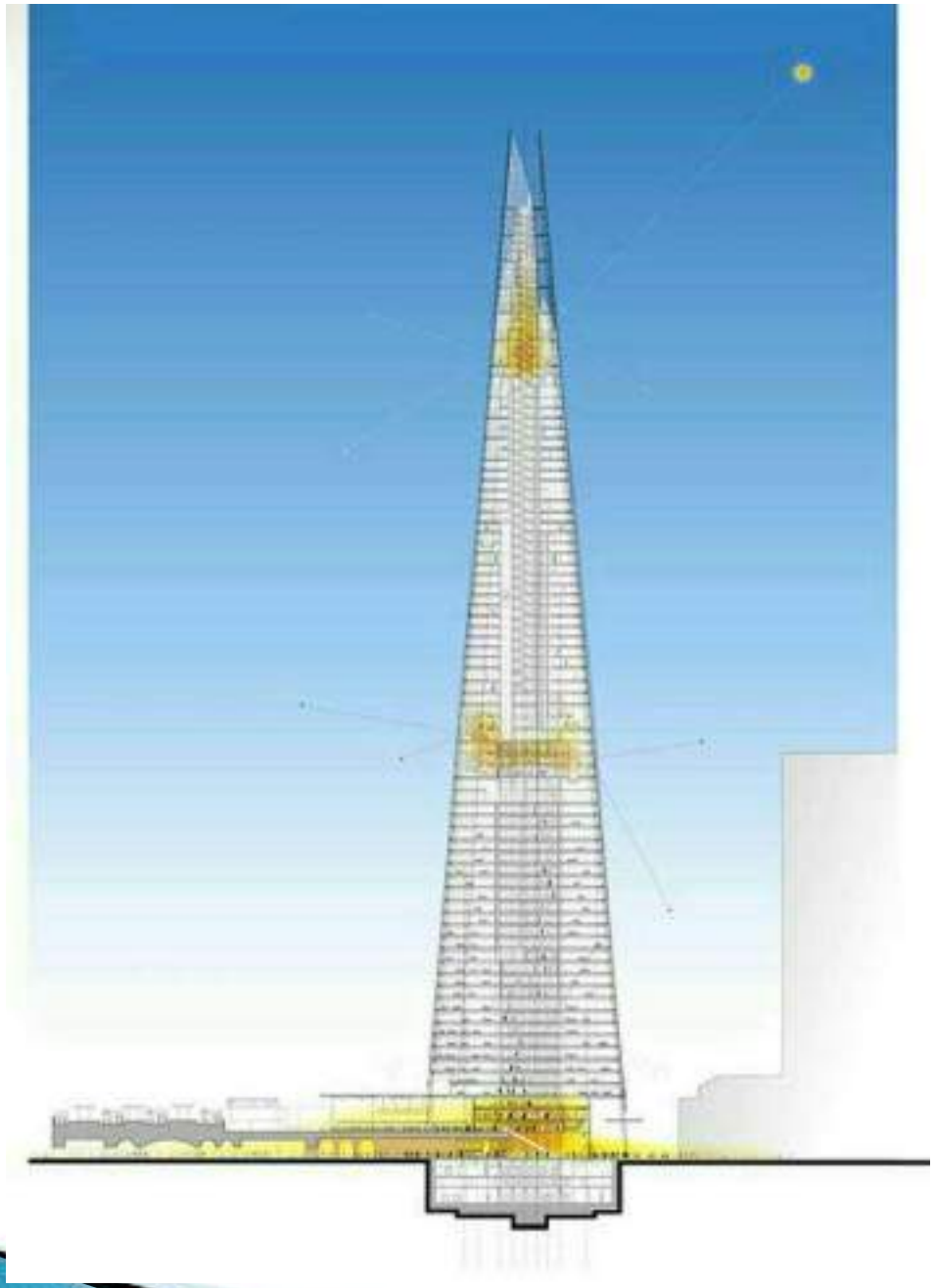
| ارتفاع(طبقه) | پیکره‌بندی | |
|---|---|---|
| | زاویه یکنواخت(درجه) | زاویه غیر یکنواخت(درجه) |
| ۴۰ | ۶۳ | بی تاثیر |
| ۵۰ | ۶۳ | بی تاثیر |
| ۶۰ به بالا | ۶۹ | بی تاثیر |
| ۷۰و۸۰ | ۶۹(تاثیر اندک) | زوایای متغیر۶۳،۶۹،۷۳ درجه (Alt2) |

# مقایسه میزان فولاد مصرفی در سازه‌های شبکه قطری با زوایای یکنواخت و متغیر و ارتفاع متفاوت

| وزن فولاد ( تن) | زوایای پیکره‌بندی | نسبت ارتفاع به عرض ساختمان | ارتفاع ساختمان |
|---|---|---|---|
| ۳۸۲۰ | زاویه یکنواخت ( ۶۹ درجه) | ۶/۵ | ۶۰ طبقه |
| ۴۱۰۴ | زوایای متغیر (۷۳، ۶۹، ۶۳ درجه) | | |
| ۱۵۶۱۱ | زاویه یکنواخت ( ۶۹ درجه) | ۸/۷ | ۸۰ طبقه |
| ۱۱۵۷۴ | زوایای متغیر (۷۳، ۶۹، ۶۳ درجه) | | |

# تصاویر برگزیده از ساختمان های بلند مرتبه

- ساختمان مرکز پادشاهی – عربستان



- مرکز اداری لندن

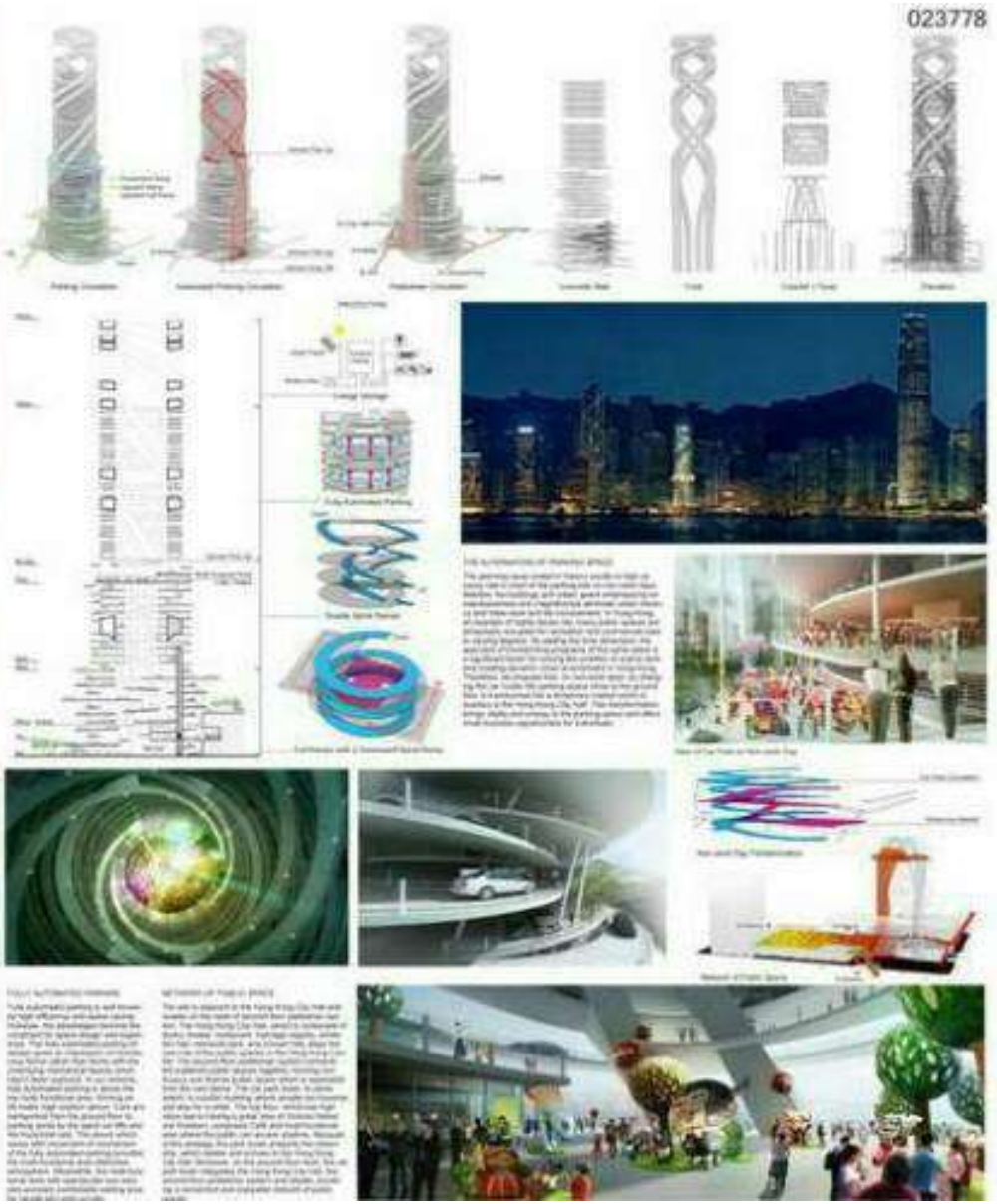
- ساختمان جدید مرکز تلویزیون چین

- برج چرخان
- طراح :سانتیاگو کالاتراوا

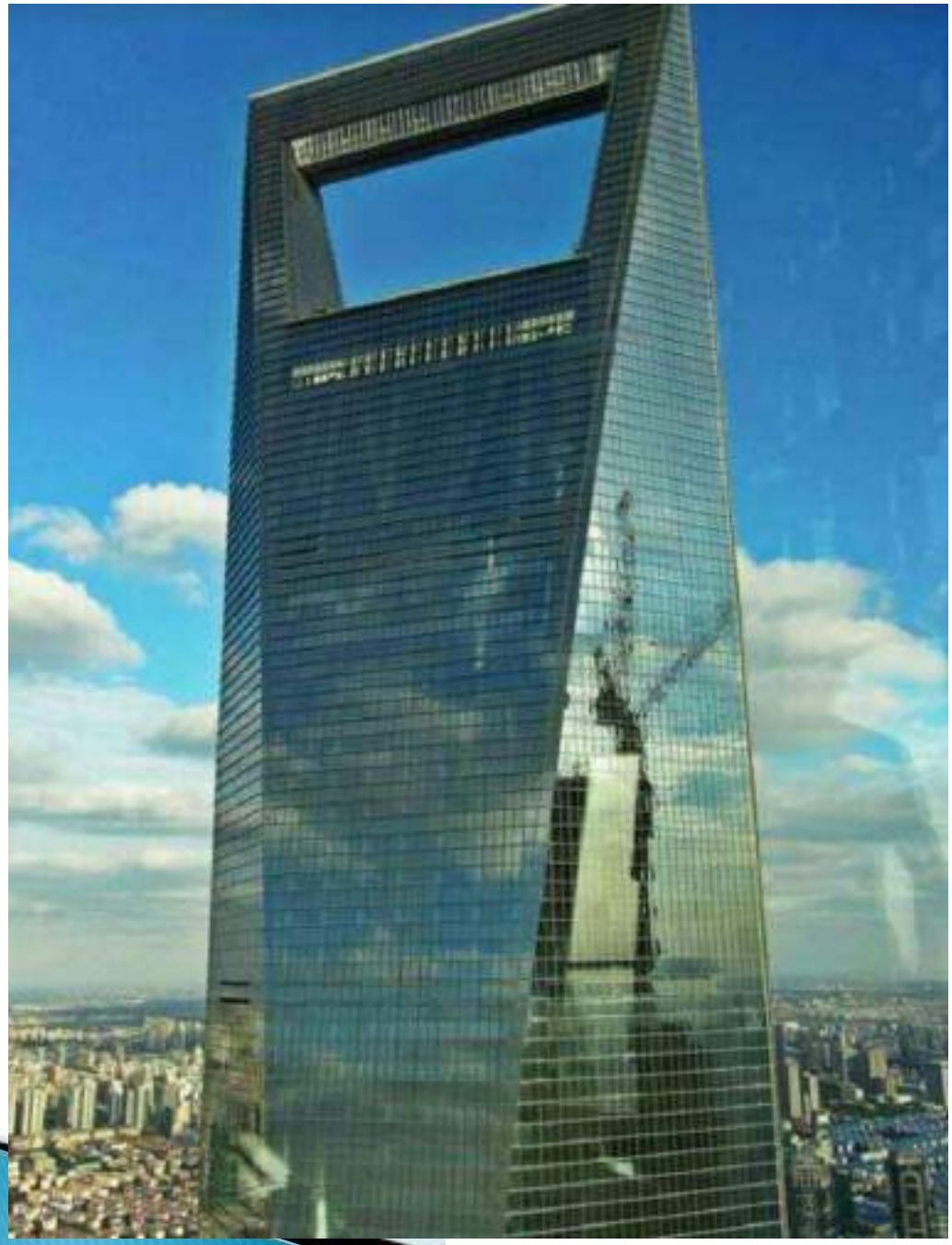
طراحی برج با الهام از سنبل بومی خلیج فارس -زاها حدید

برج اف اند اف
طراح پینزون لوزانو
پاناما

ONG KONG Alternative Car Park Tower


023778

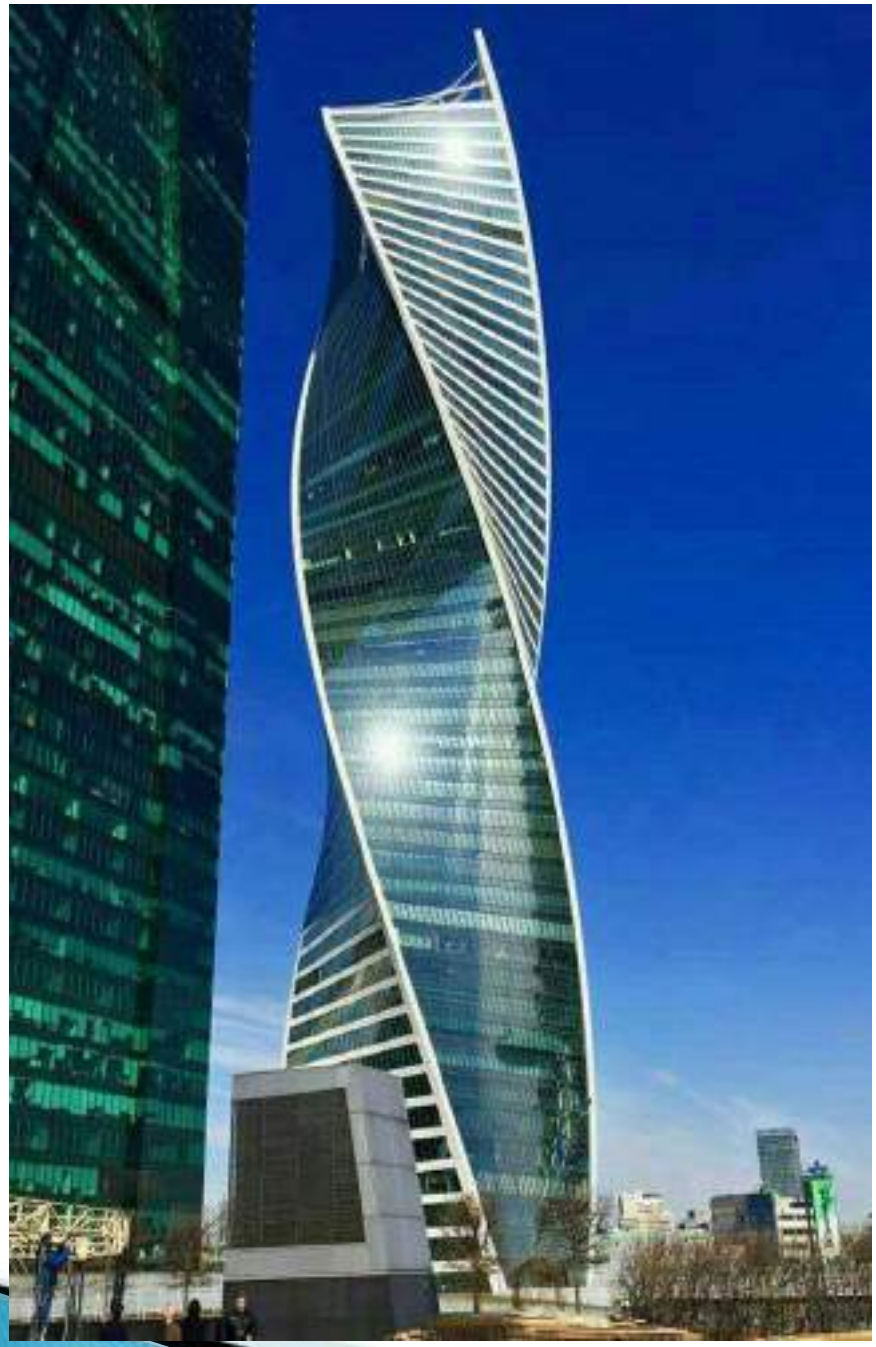
هتل شرایتون- هوژو چین



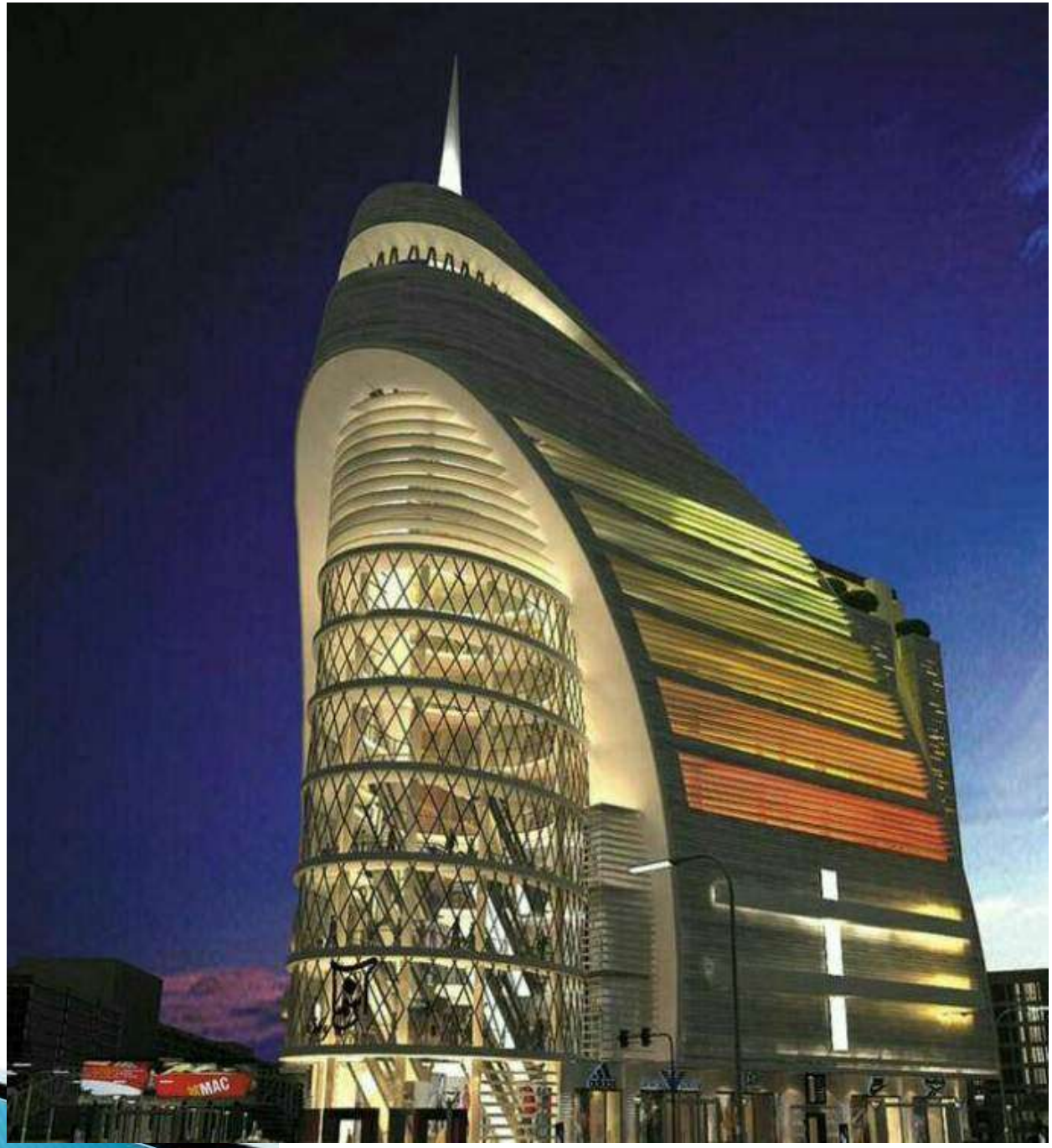
مرکز مالی جهانی
شانگهای چین

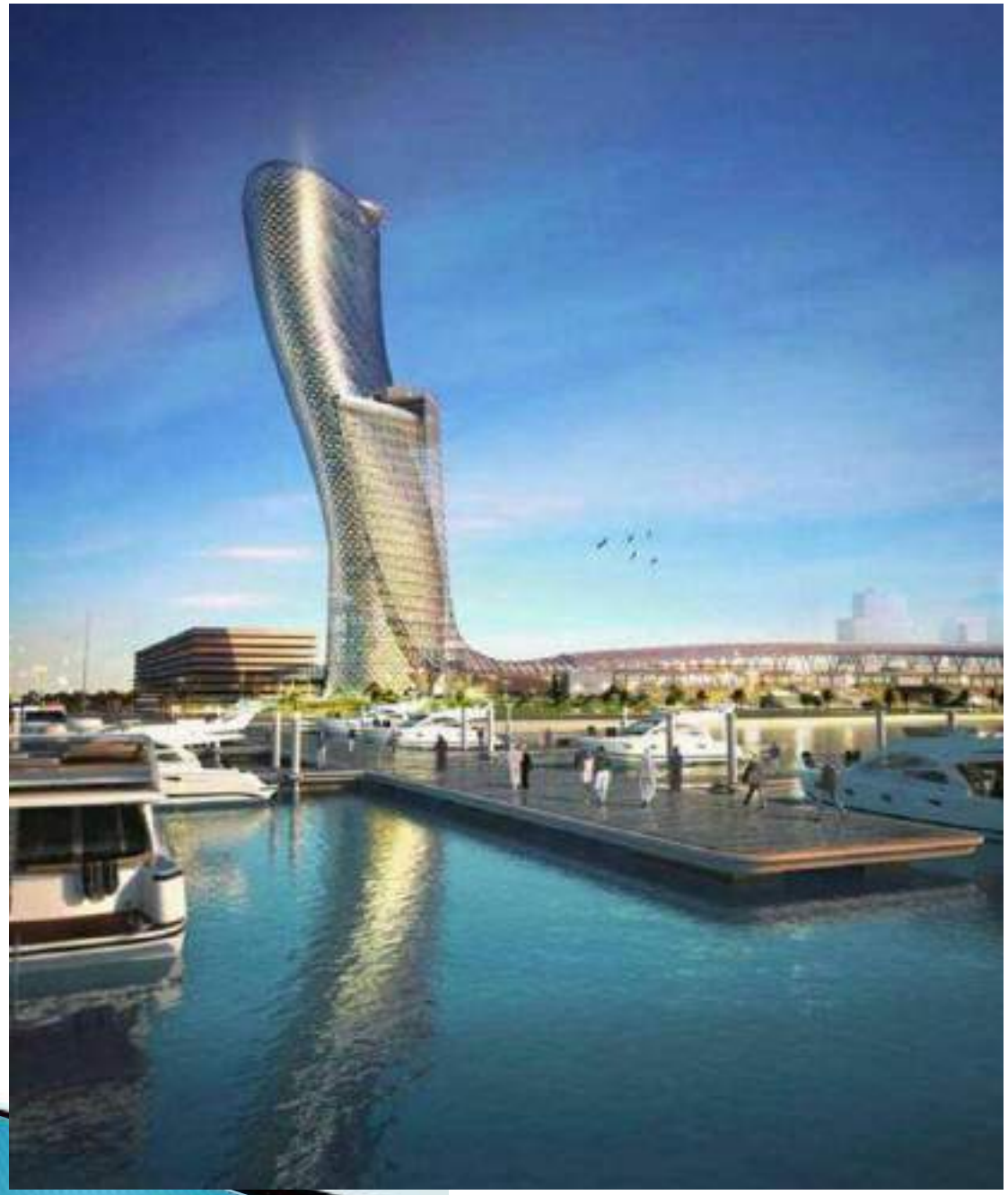
برج تجاری بیتکس کو
هوشی مین
ویتنام

برج تایوان
ارتفاع ۴۰۰ متر



ساختمان بتنی
با ارتفاع ۲۴۹ متر
مسکو


MAC

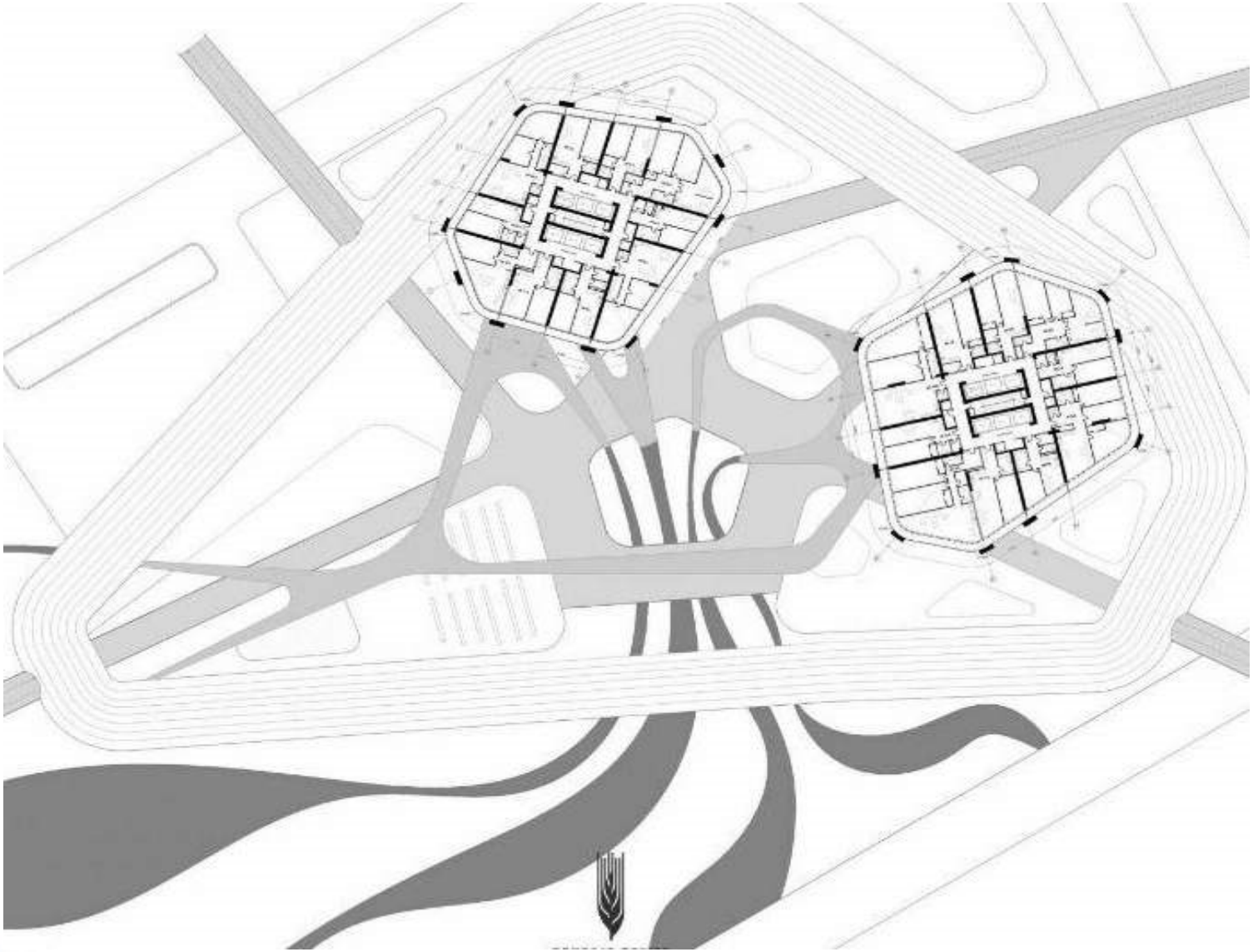


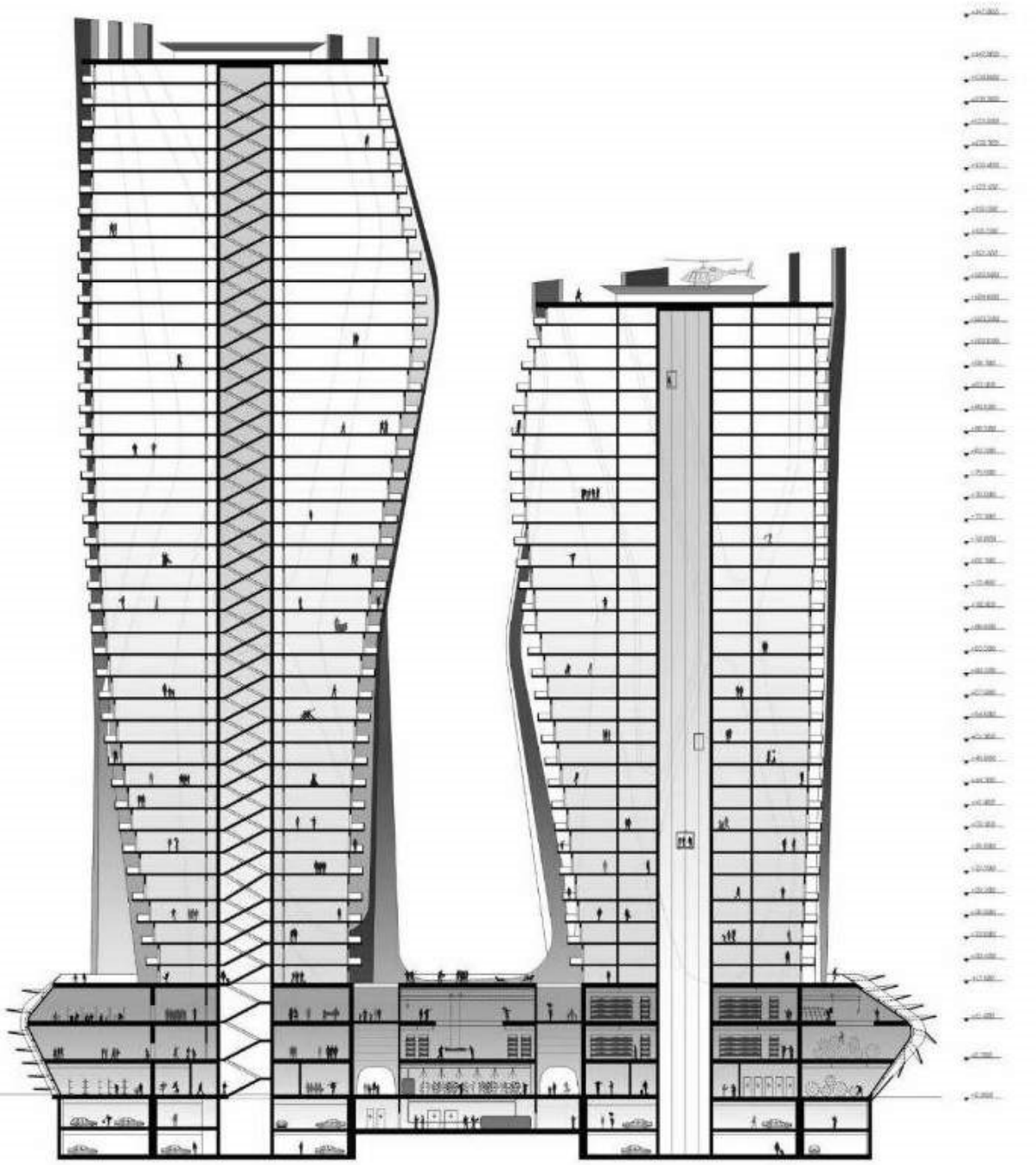
برج کاپیتال گیت
خمیده ترین برج دنیا
دبی

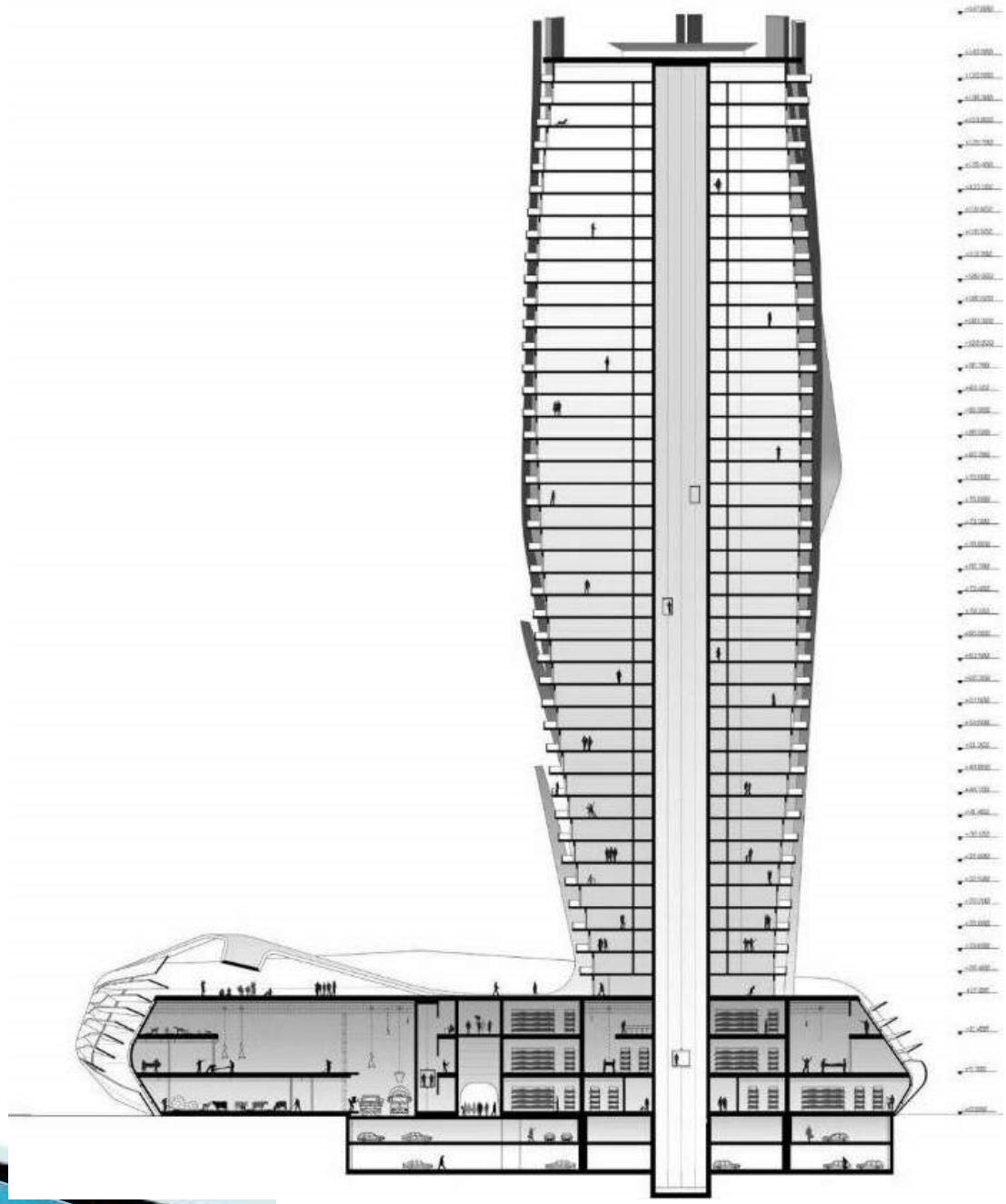
**Section through Capital Gate**

*1 Core*
*2 Steel diagrid*
*3 Truss to counteract overbalacing forces*
*4 Solar shading*
*5 Hyatt hotel*
*6 Offices*
*7 Atrium*

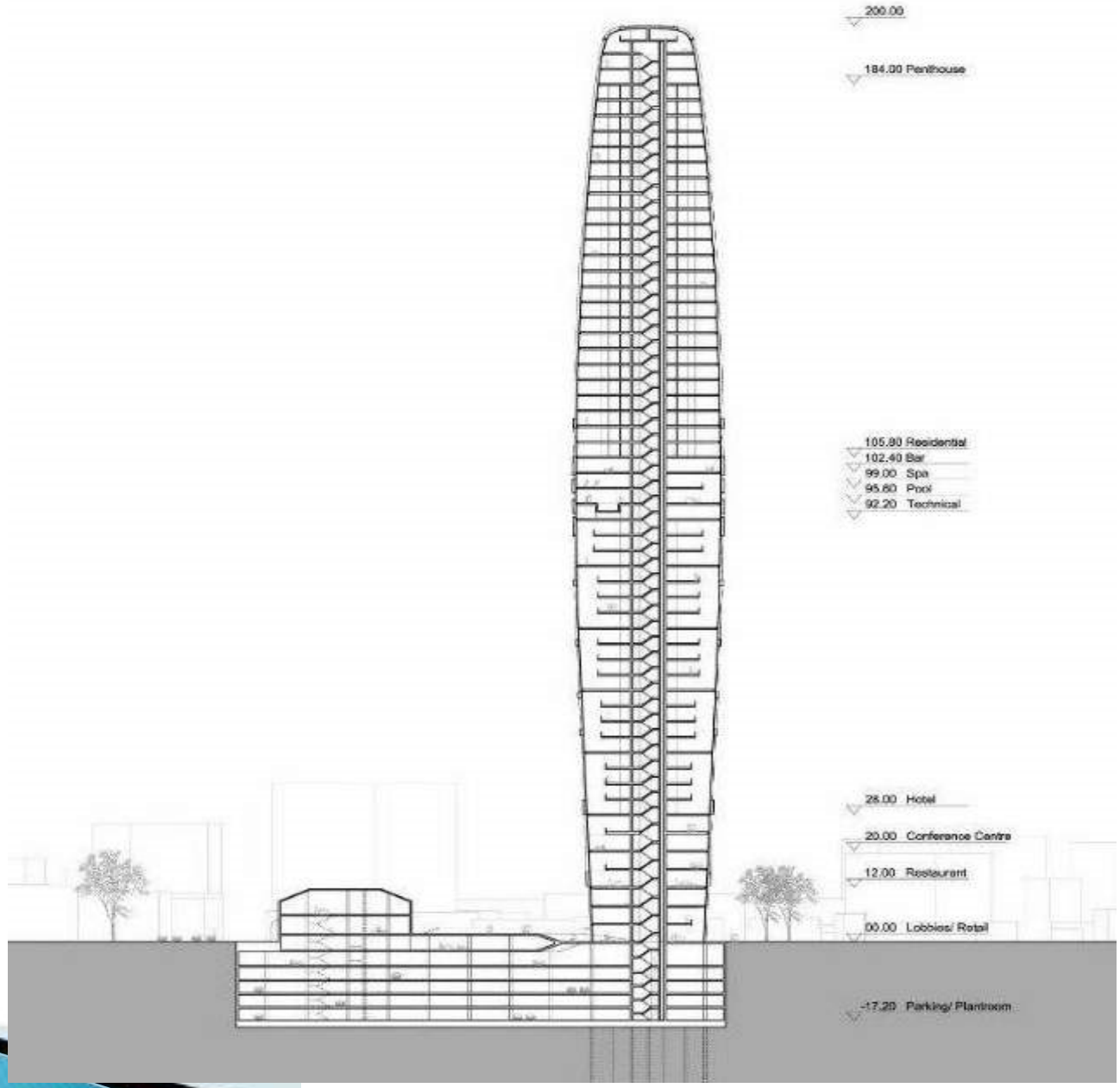
برج های فول کارت
ترکیه

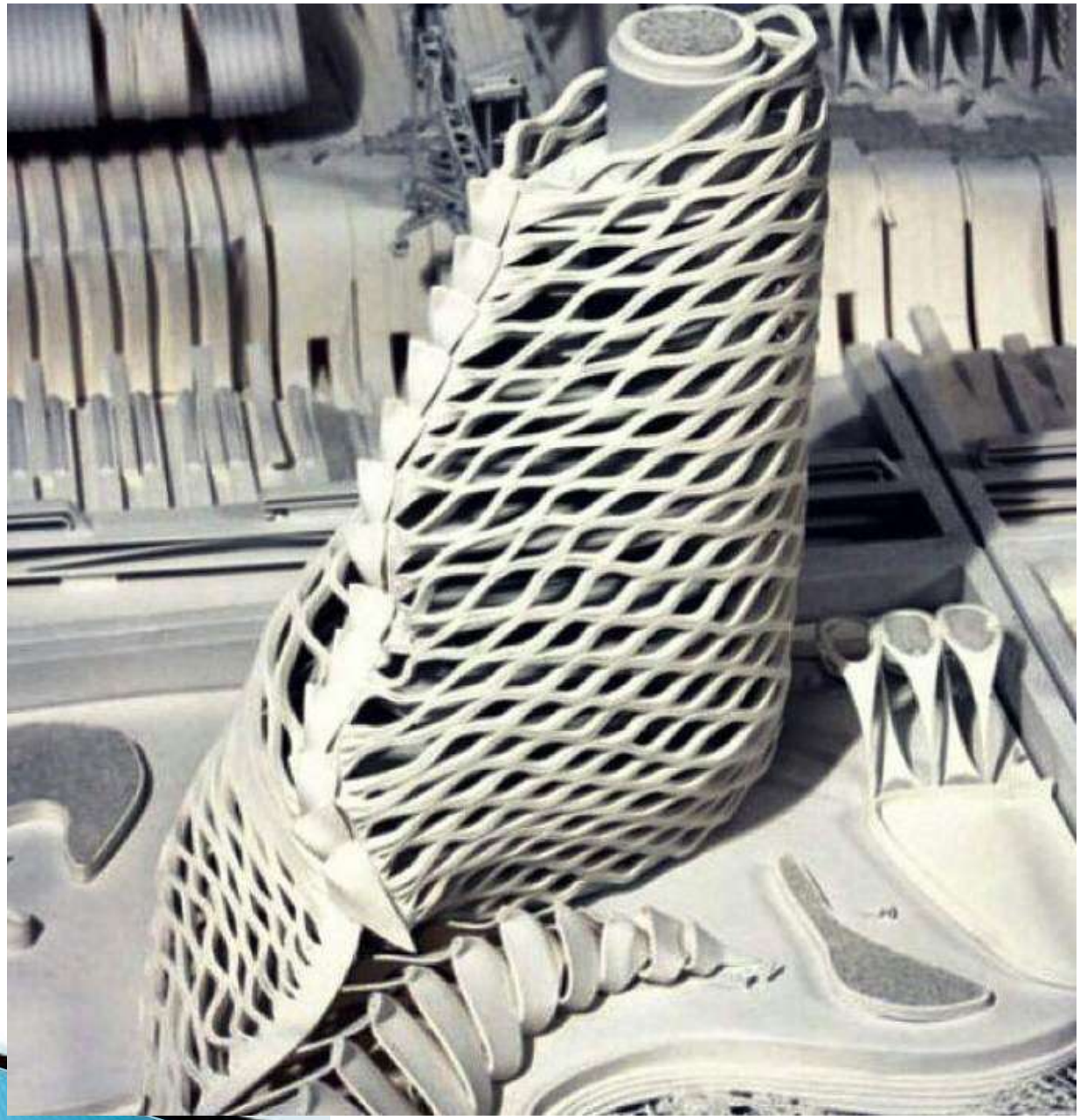




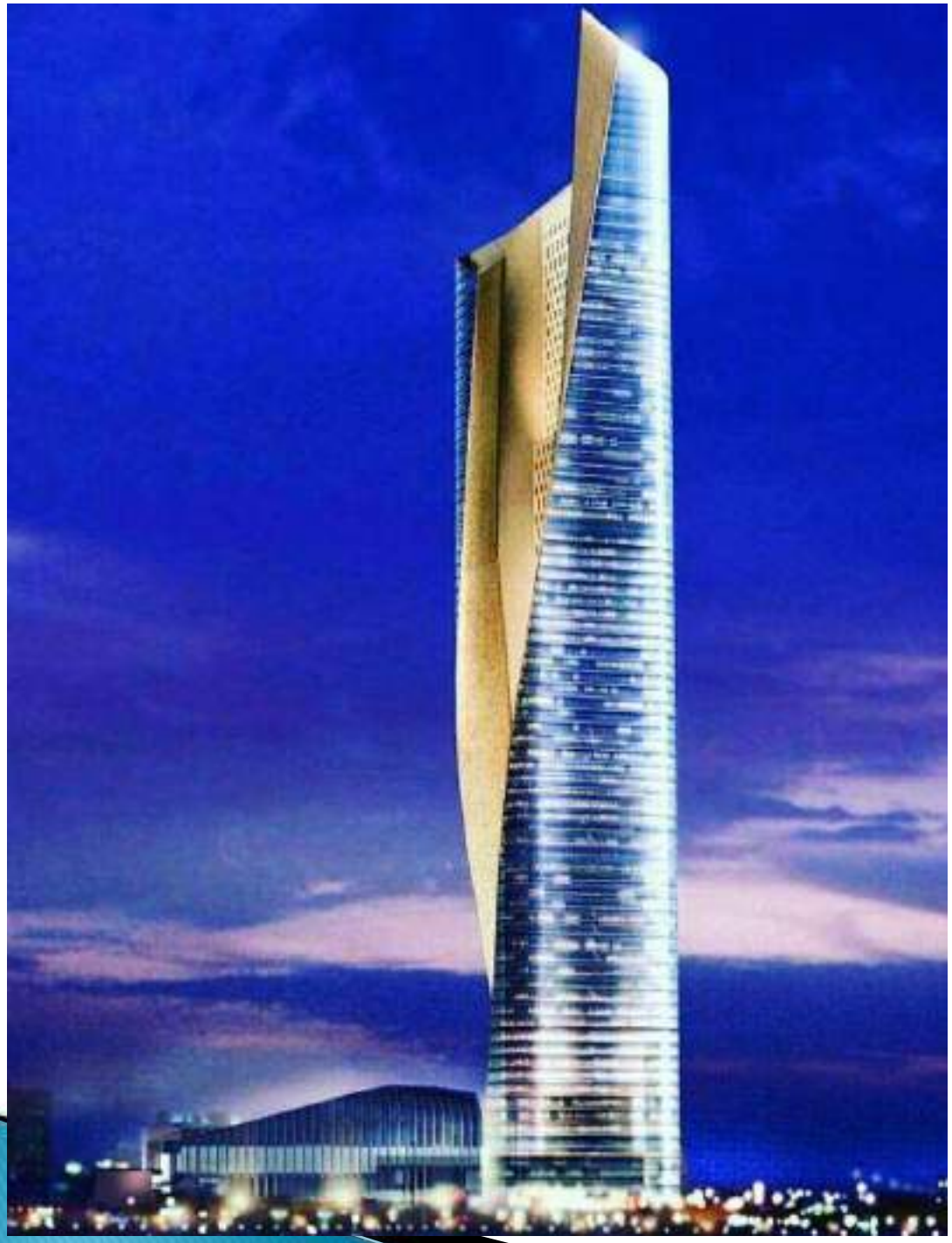


بانک مرکزی عراق - زاها حدید


200.00
184.00 Penthouse
105.80 Residential
102.40 Bar
99.00 Spa
95.80 Pool
92.20 Technical
28.00 Hotel
20.00 Conference Centre
12.00 Restaurant
00.00 Lobbies/ Retail
-17.20 Parking/ Plantroom



برج براوو پاژو
گروه آئیداس
ریودوژانیرو



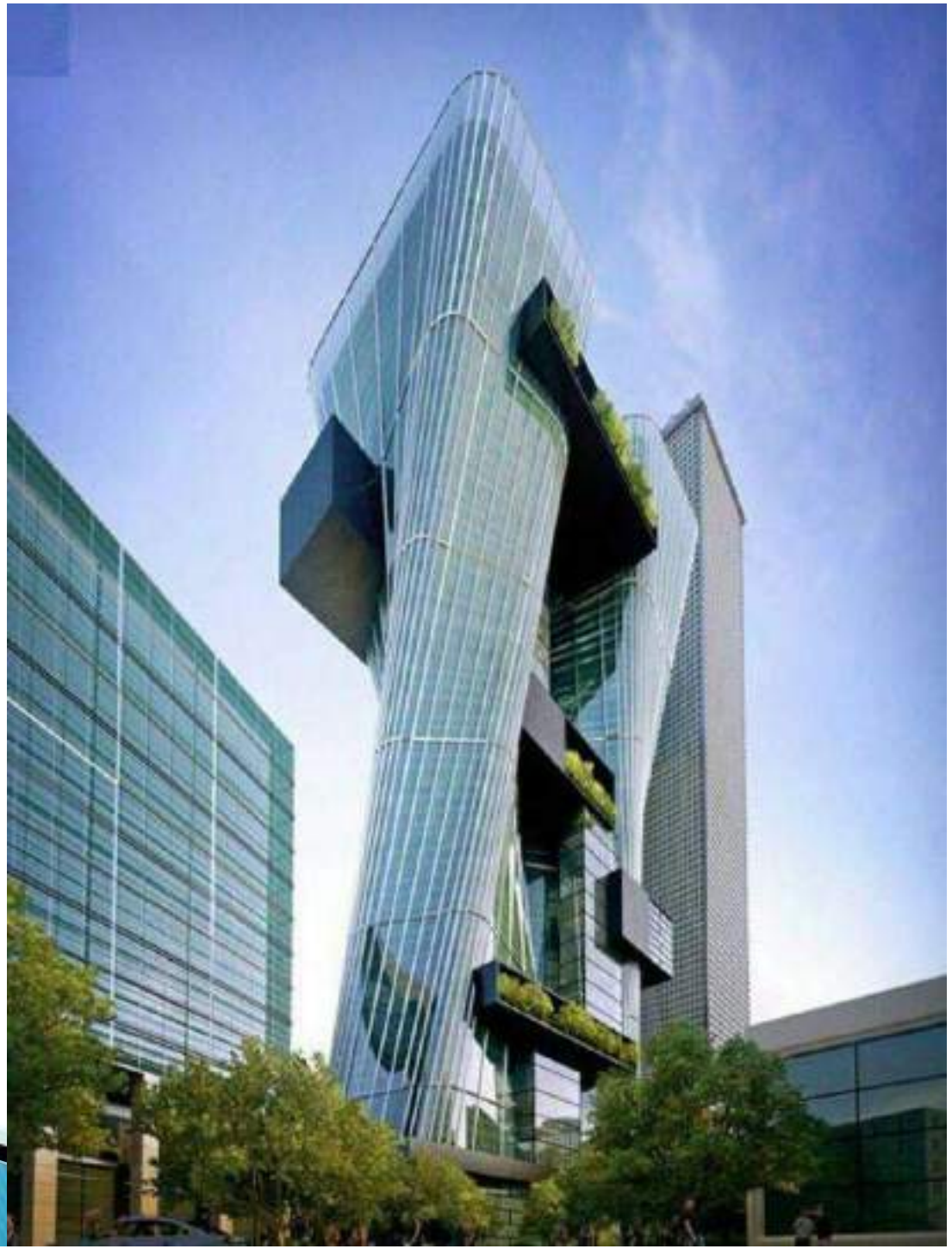
برج الحمرا
كويت

برج شانگهای
چین

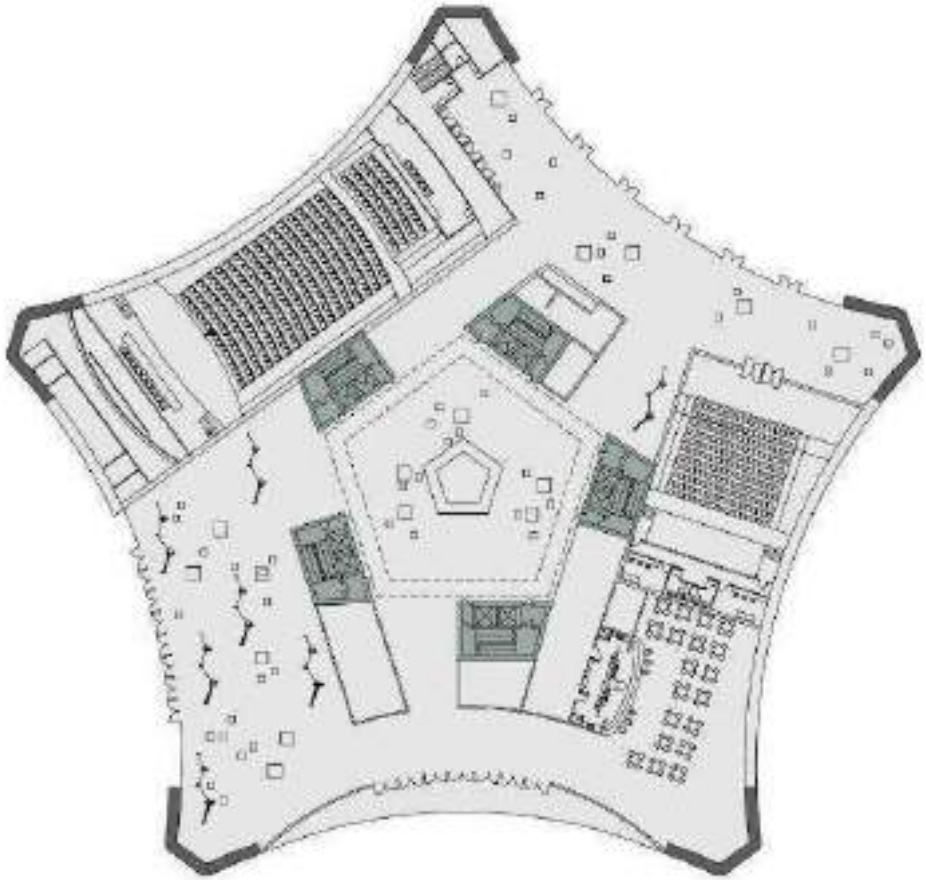
برج سانتیاگو کالاتراوا

برج های پتروناس
مالزی

برج اداری – تایپه



VENTILATION
DIAGRAM



GROUND FLOOR

0914159

# PERISCOPE

DUBAI ARCHITECTURE SCHOOL TOWER

**SOCIAL & WELFARE ZONE**

**PROFESSIONAL PRACTICE ZONE**

**TEACHING**

**LIBRARY & COMPUTER AREA**

**ACADEMIC STAFF OFFICES & RESEARCH SPACES**

**ADMINISTRATIVE ZONE**

**BASE_POINT / CIRCULATION ZONE**

## CONCEPT

SUSTAINABILITY

HORIZONTAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT

## 1) TEAM WORK

## 2) FIVE YEARS

## 3) BASE POINT

TOP FLOOR

GROUND FLOOR

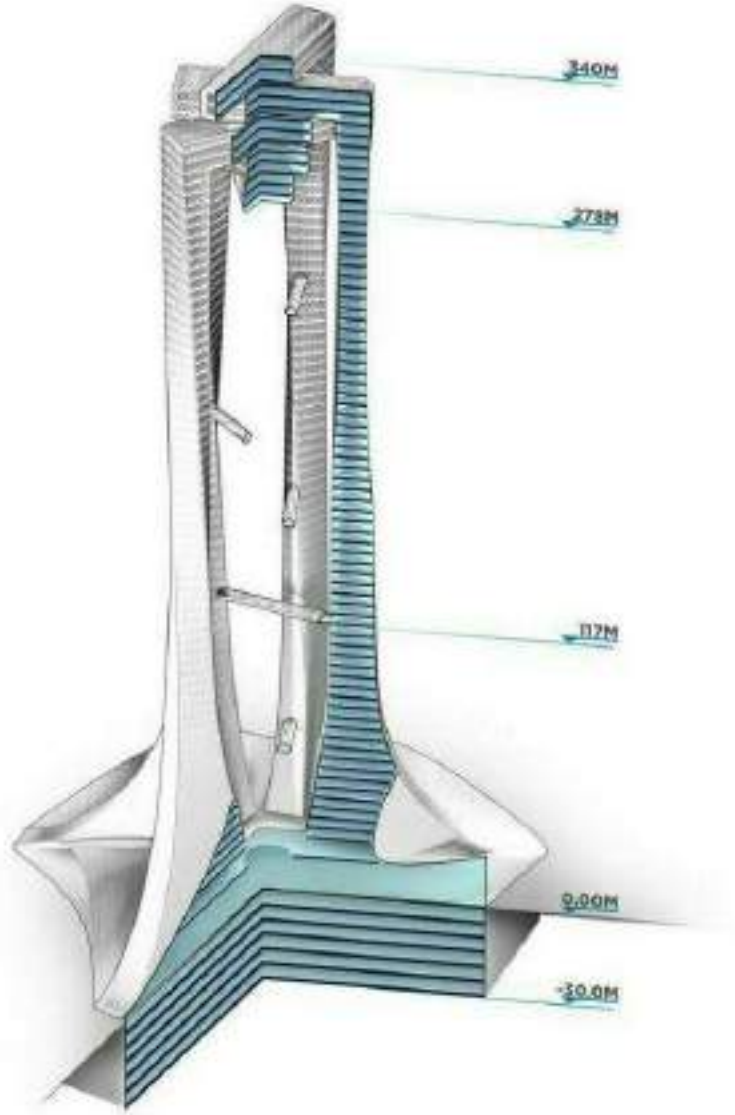
CIRCULATION DIAGRAM

VENTILATION DIAGRAM

FACADE PATTERN

DOUBLE-SKIN DIAGRAM

CIRCULATION
DIAGRAM



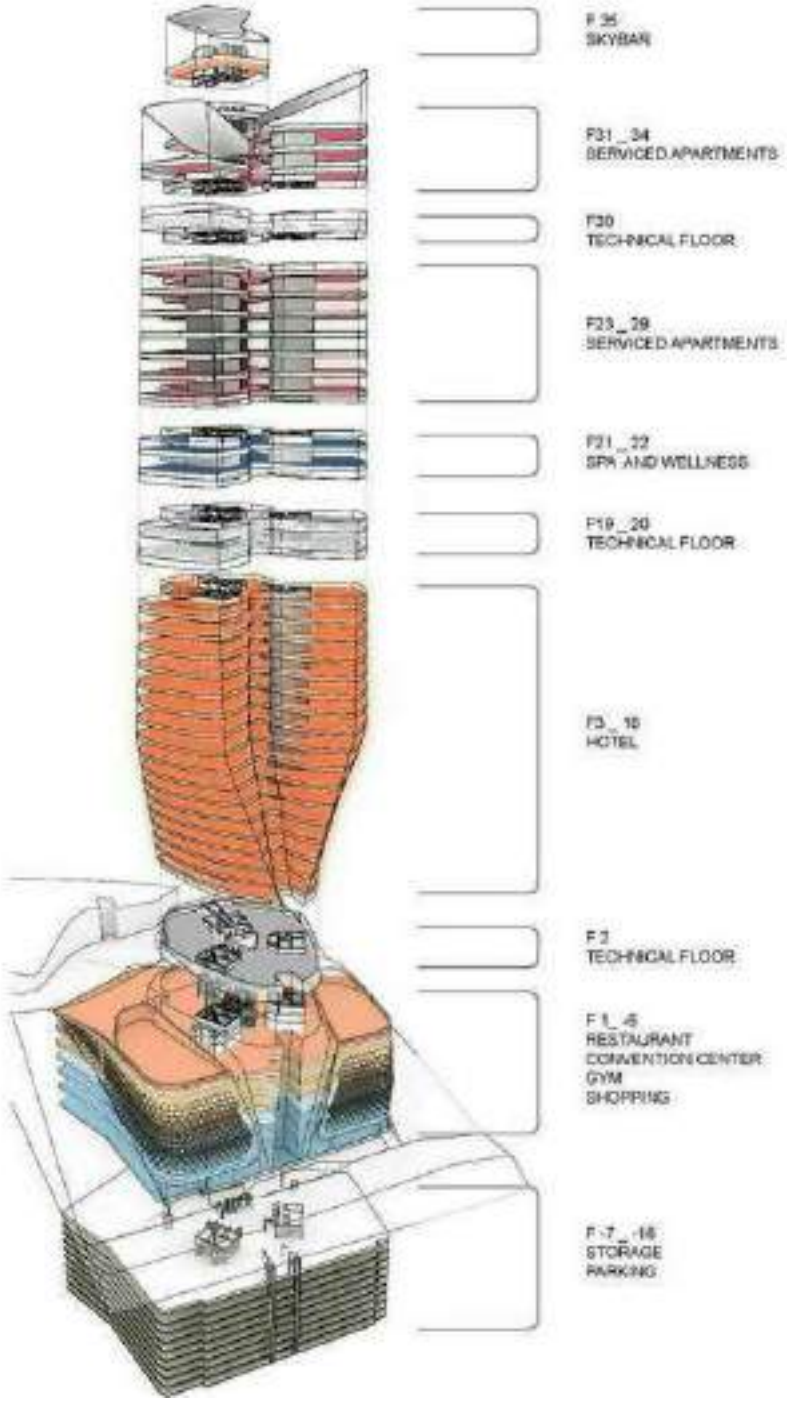

SECTION

برج گینگجو
کره شمالی

آسمان خراش اسپایر
لندن

آسمان خراش اسپایر
لندن

هتل فرشته
تهران
زاها حدید


F 35
SKYBAR
F31 _ 34
SERVICED APARTMENTS
F30
TECHNICAL FLOOR
F23 _ 29
SERVICED APARTMENTS
F21 _ 22
SPA AND WELLNESS
F19 _ 20
TECHNICAL FLOOR
F3 _ 18
HOTEL
F 2
TECHNICAL FLOOR
F 1 _ -6
RESTAURANT
CONVENTION CENTER
GYM
SHOPPING
F -7 _ -16
STORAGE
PARKING

برج کالج آرشیتک ها
دوبی

0913070

# BLUE TAPE

ICONIC ARCHITECTURE SCHOOL TOWER DUBAI

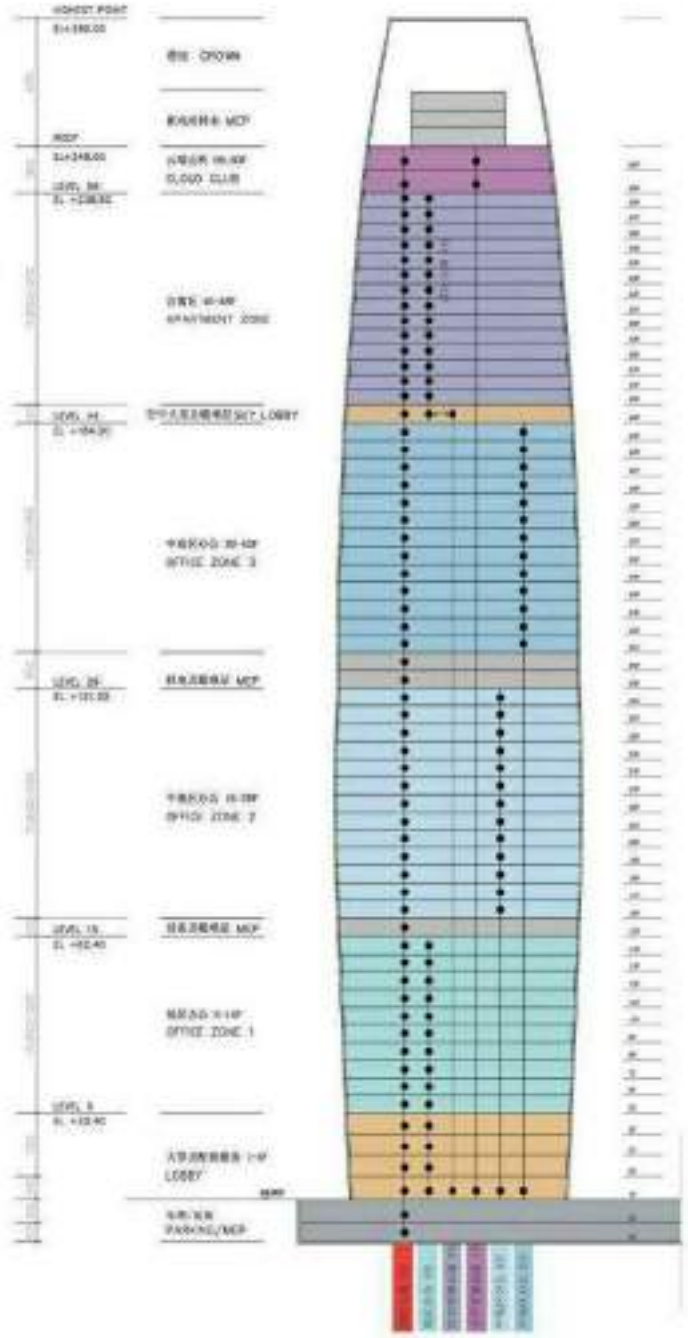
At the core of BLUE TAPE is the concept of the 'in-up Space' a place where students share their ideas, collaborate with their peers, and participate in [illegible] create all their designs with their instructors.

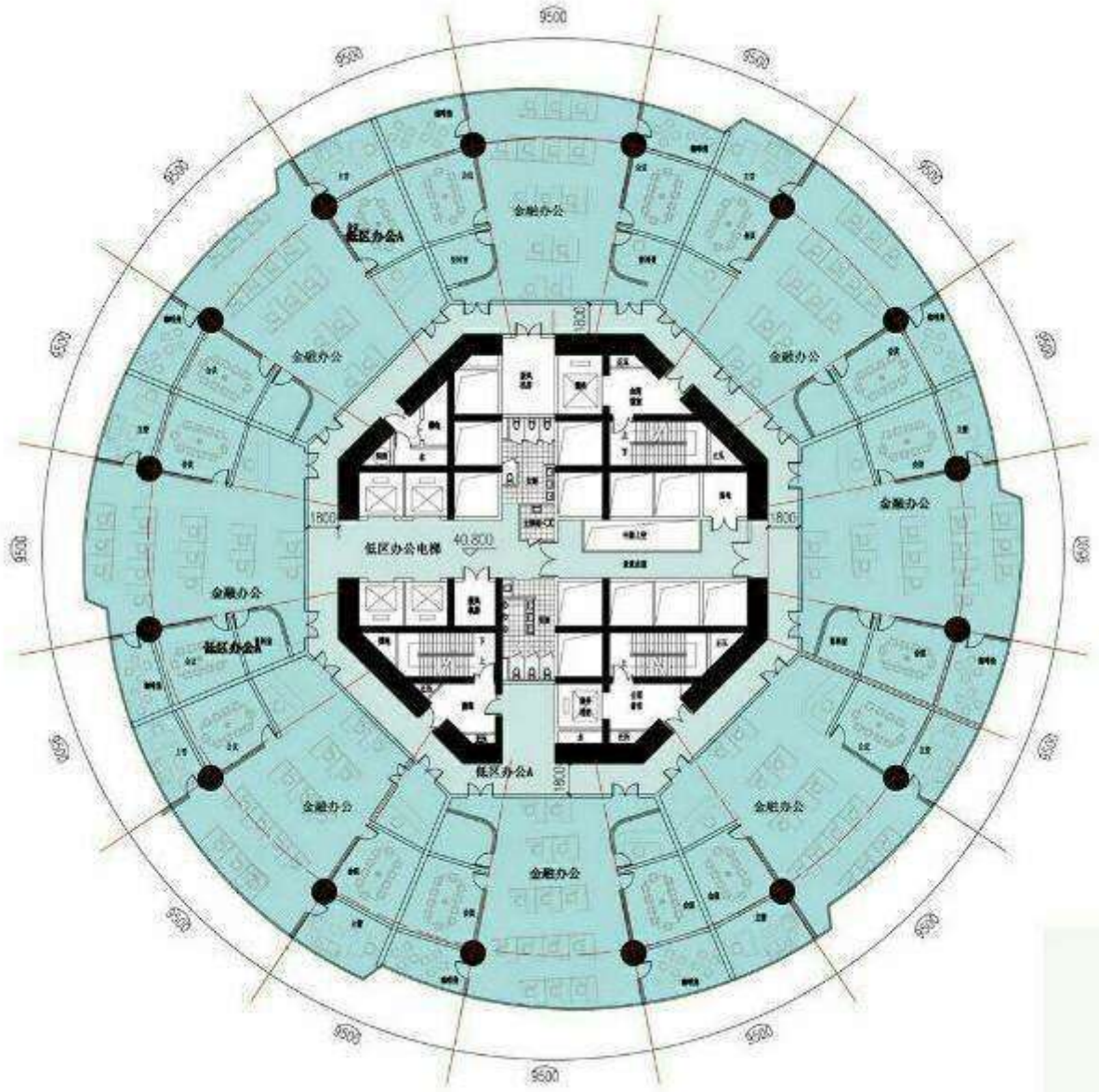
پروژه ایکس ۳ ان

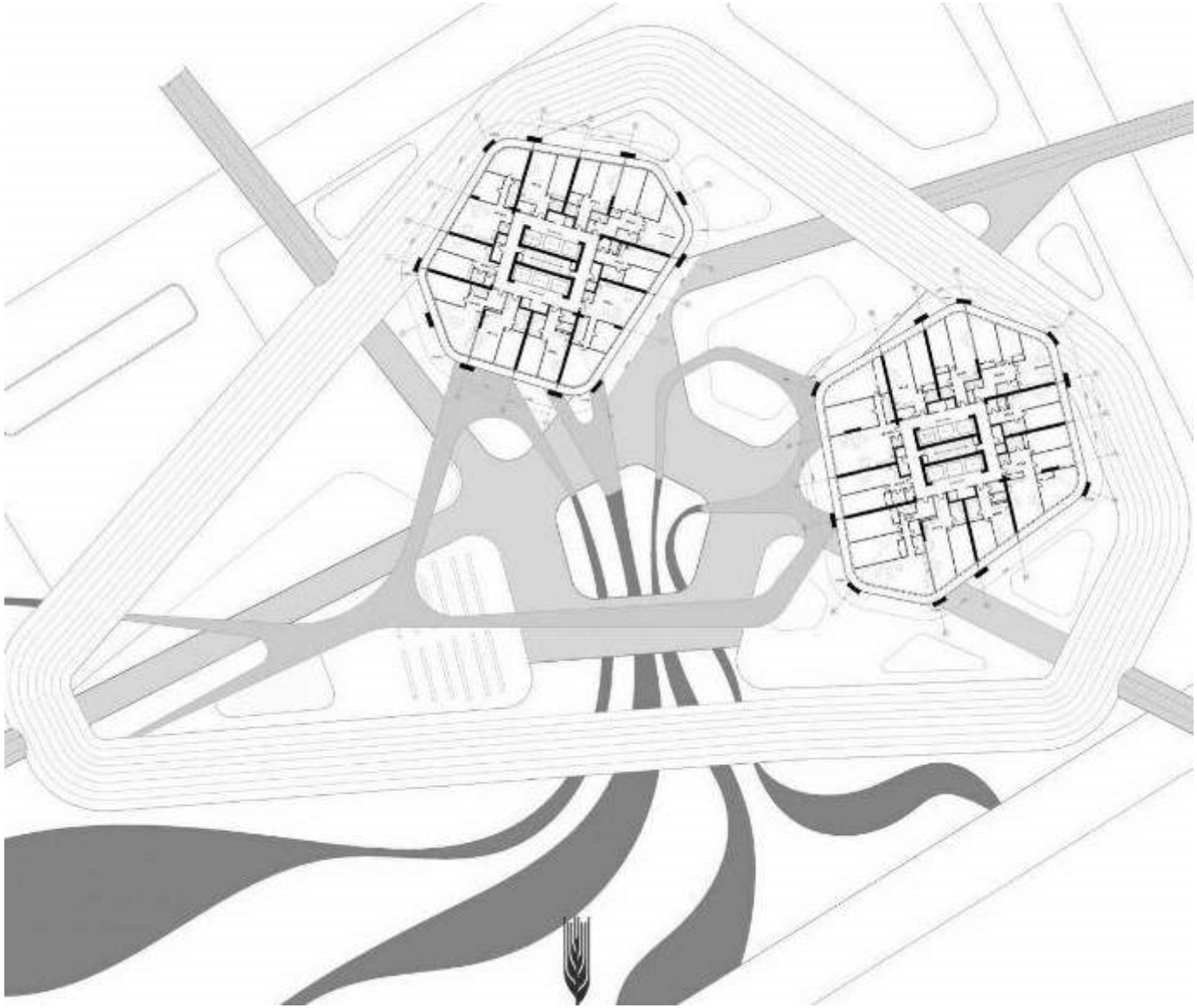
بمبی

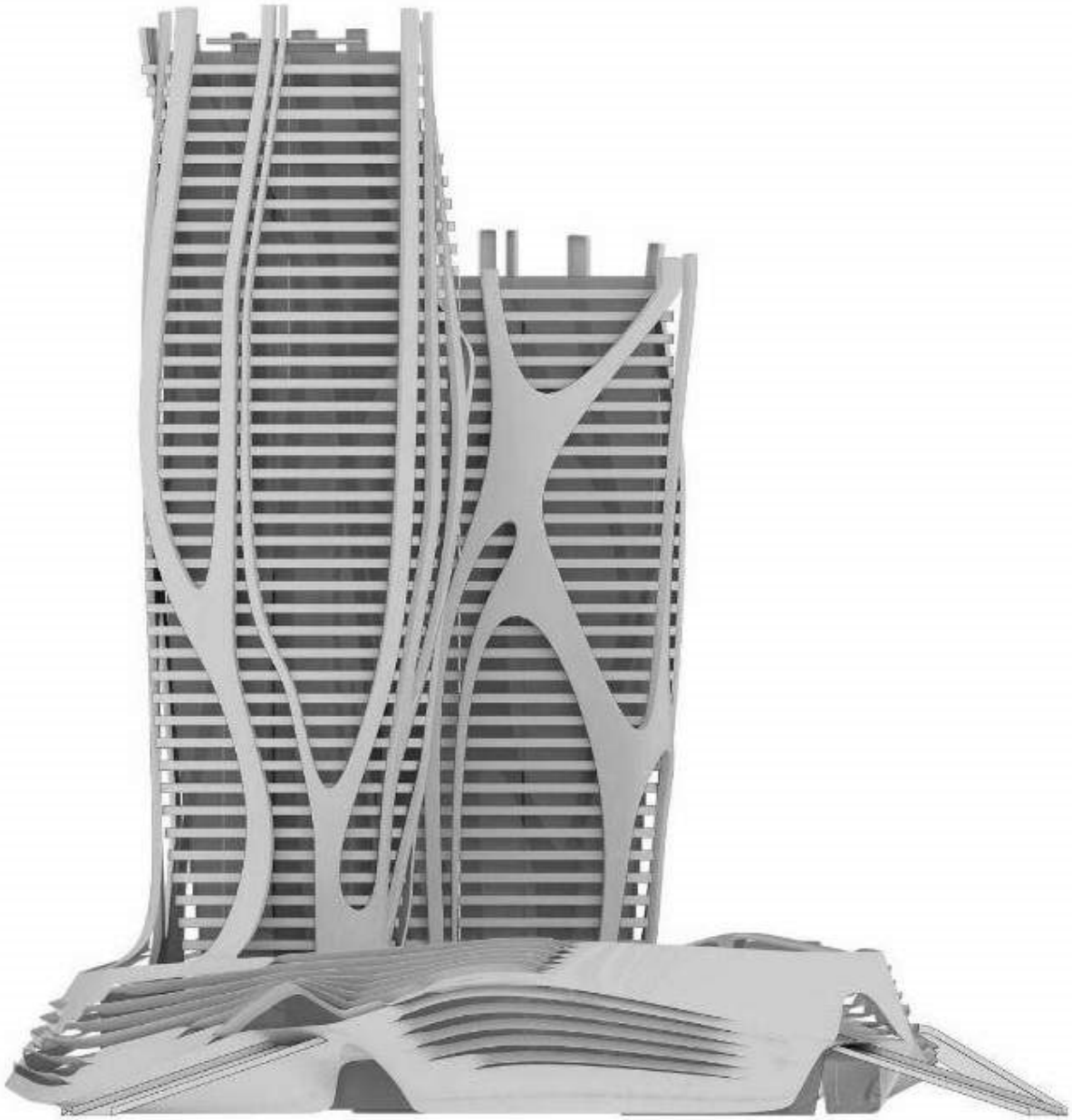
هندوستان

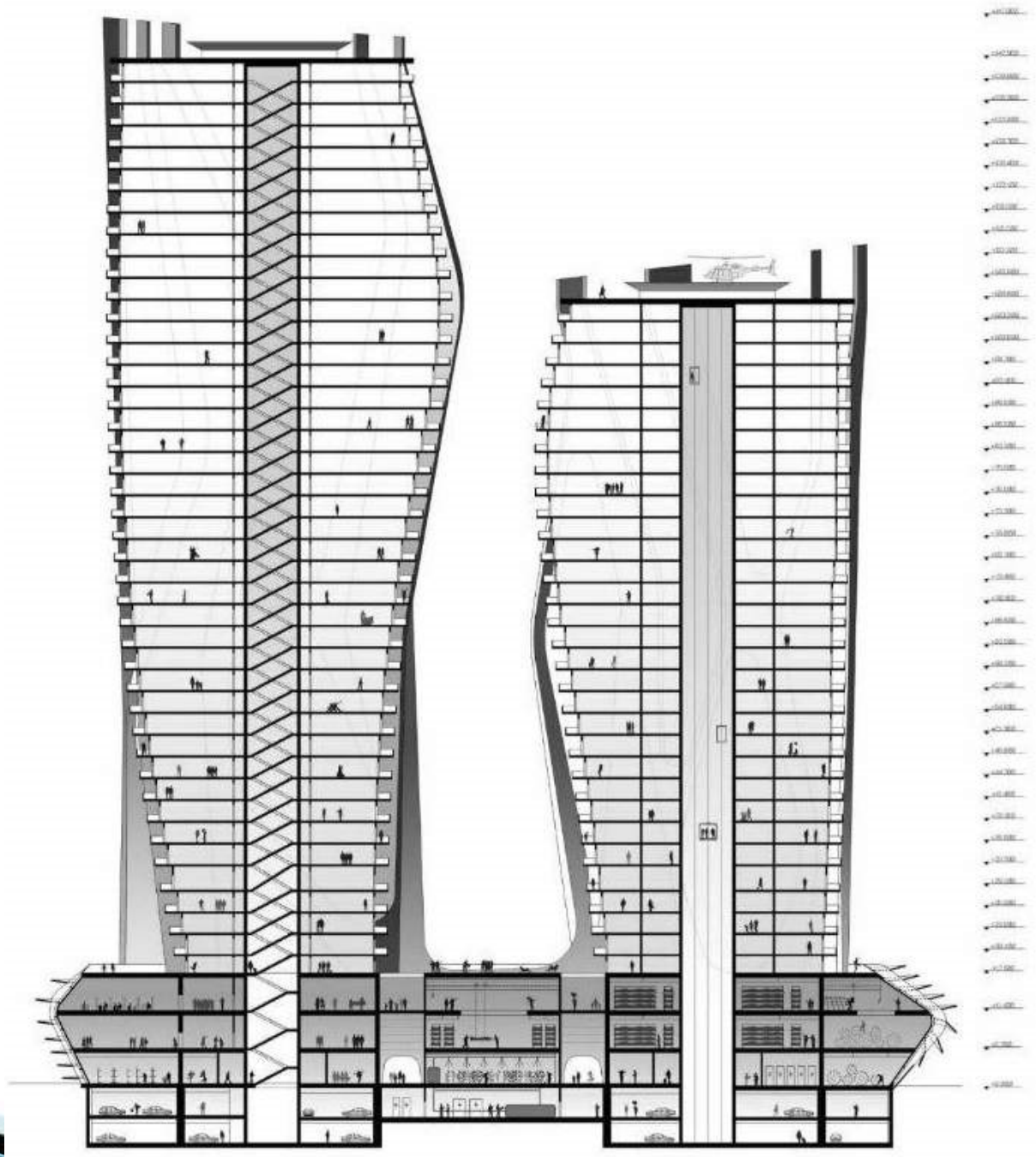
برج فوشون
چین


HIGHEST POINT
CROWN
ROOF
LEVEL 38
SKY LOBBY
OFFICE ZONE 3
LEVEL 25
OFFICE ZONE 2
LEVEL 15
OFFICE ZONE 1
LEVEL 5
LOBBY
PARKING/MEP

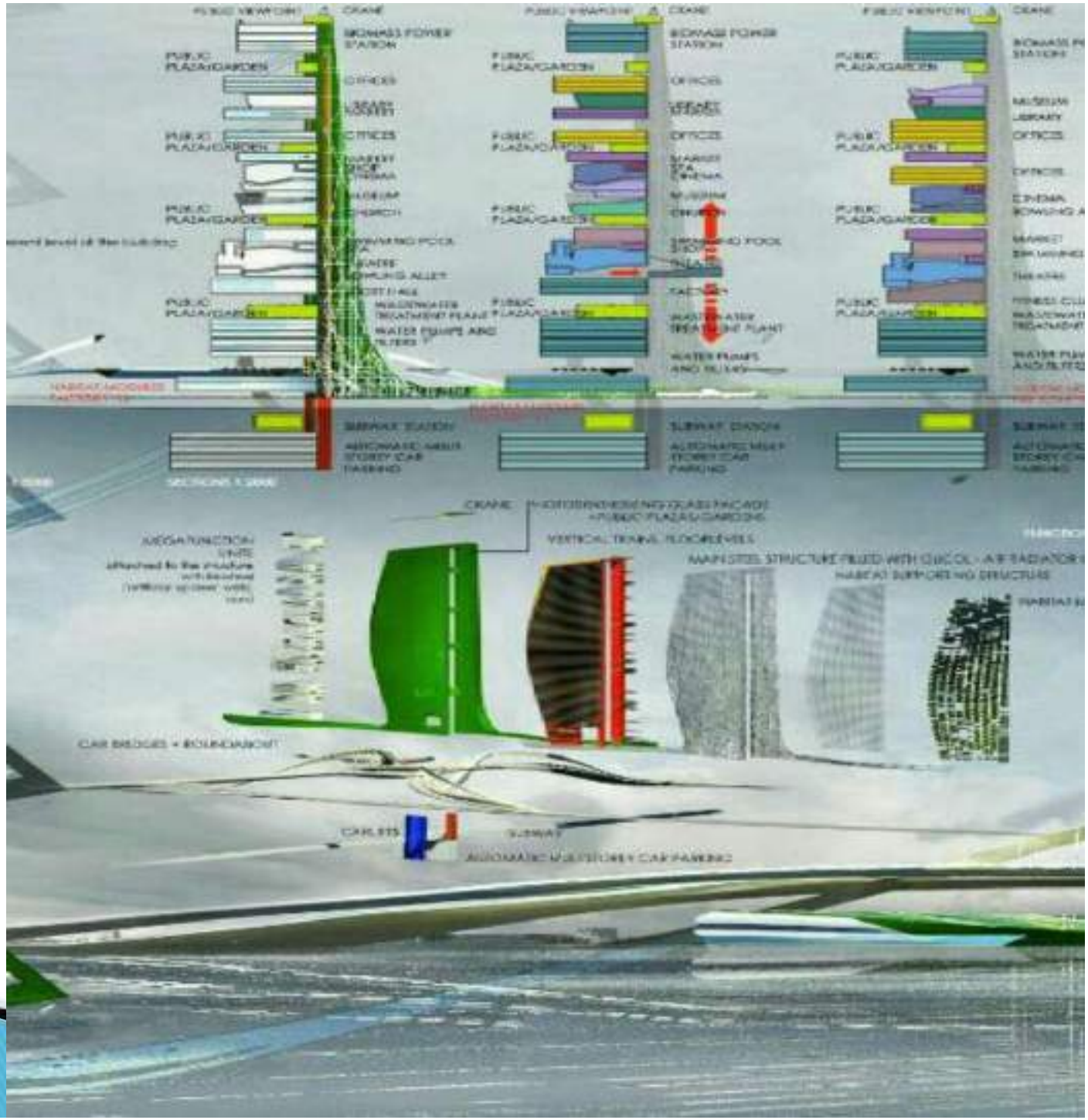

9500
金融办公
低区办公A
金融办公
金融办公
金融办公
1800
低区办公电梯
40.800
金融办公
低区办公A
金融办公
金融办公
金融办公
1800
低区办公A

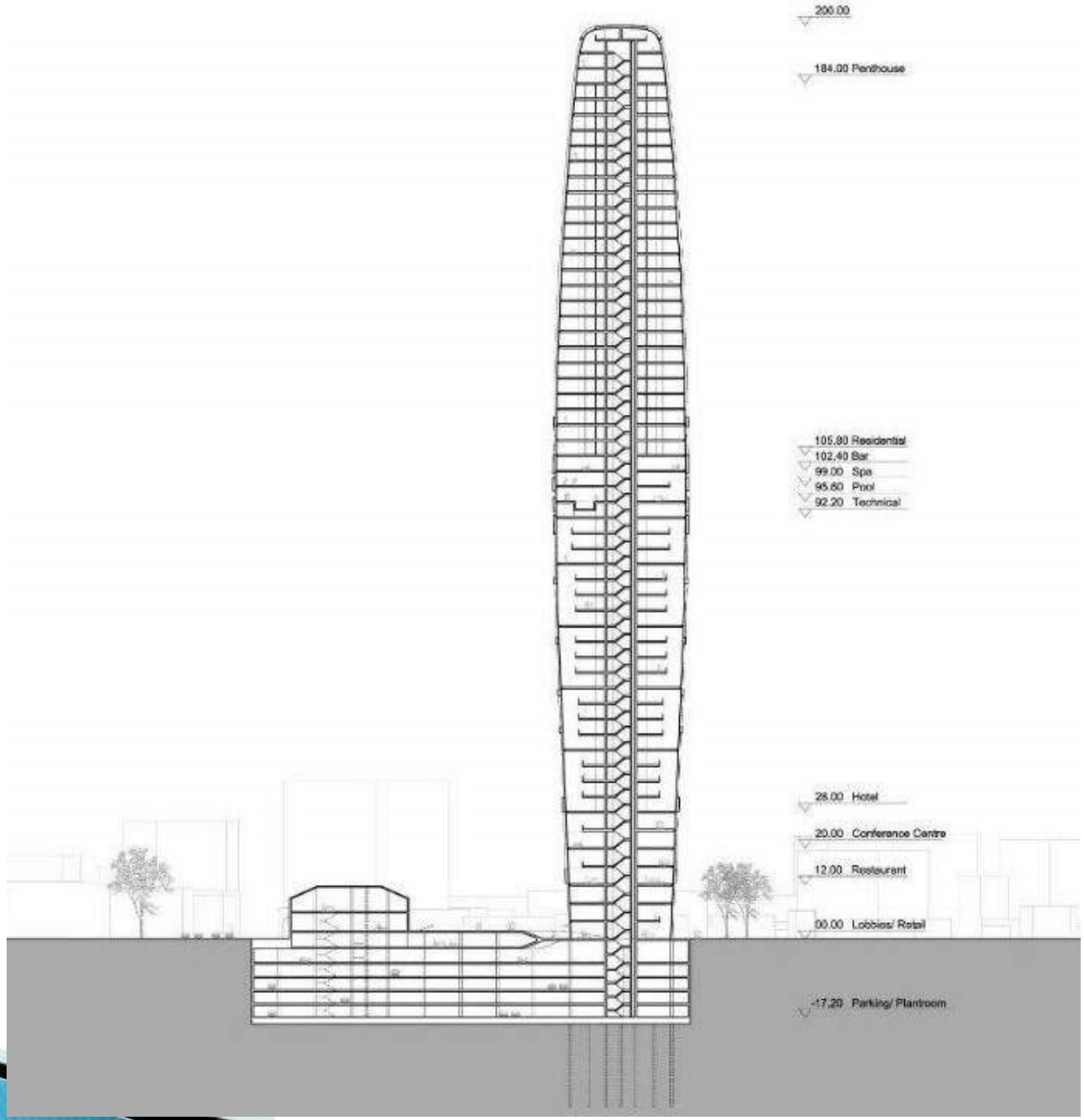


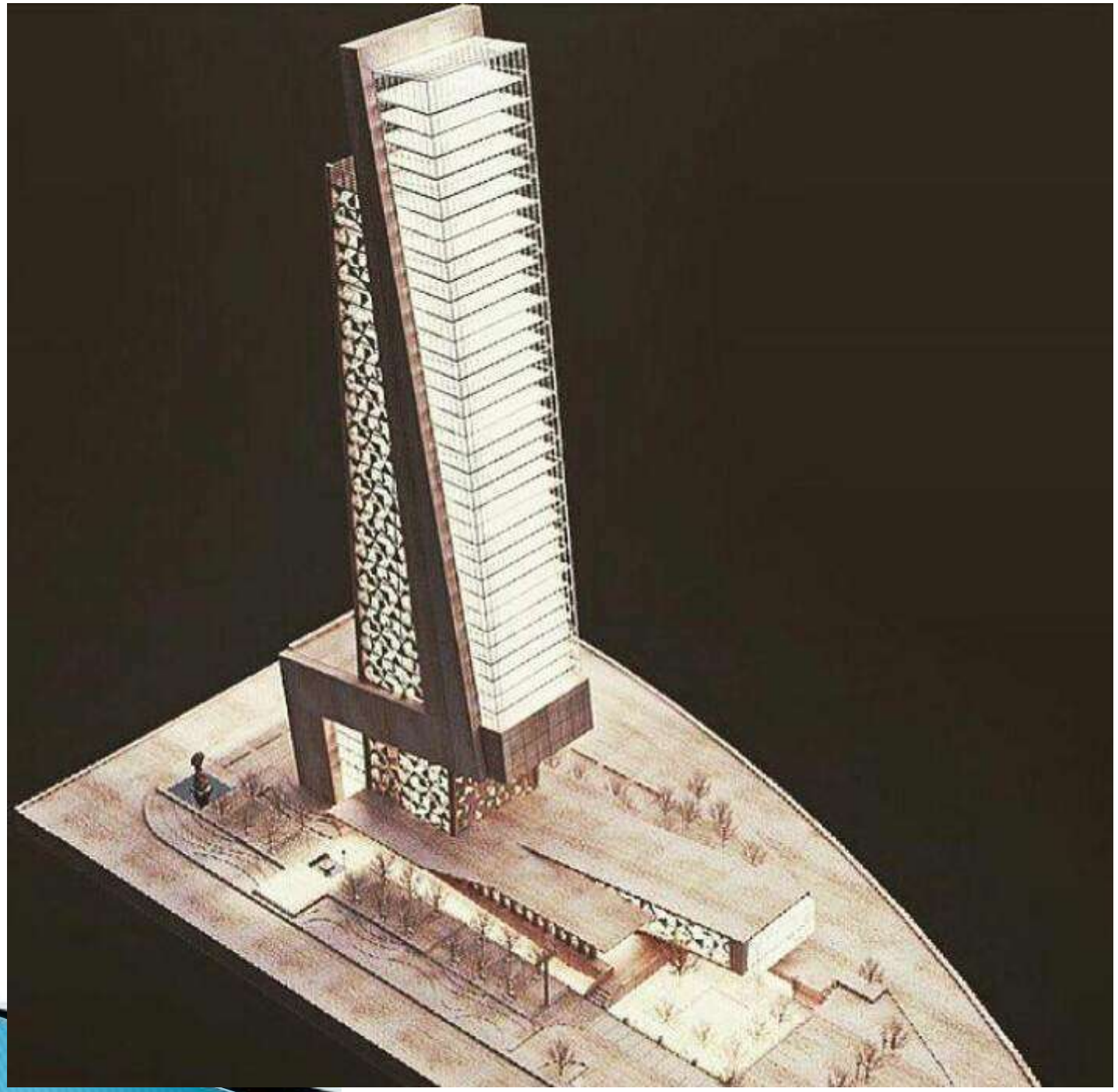


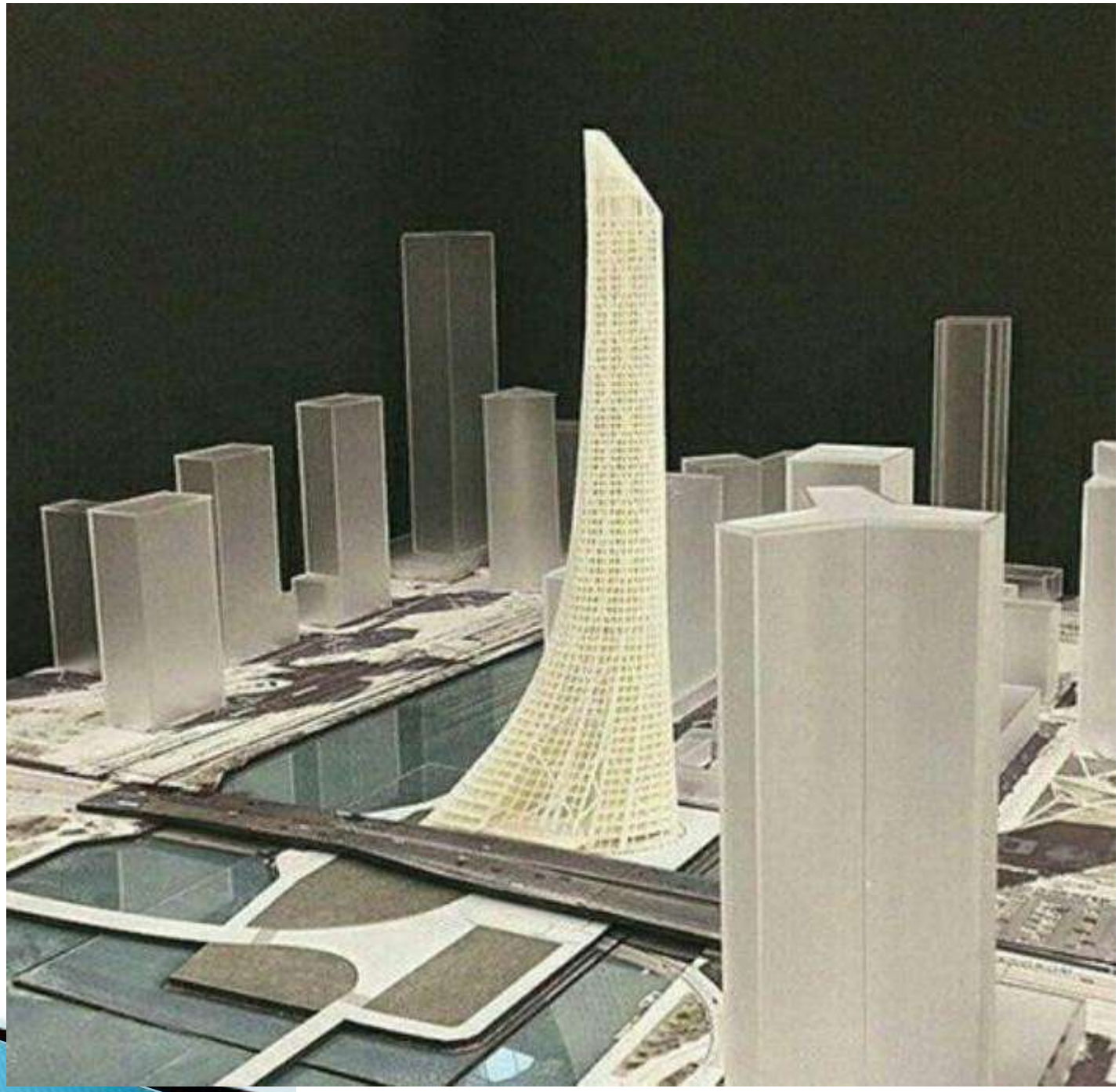


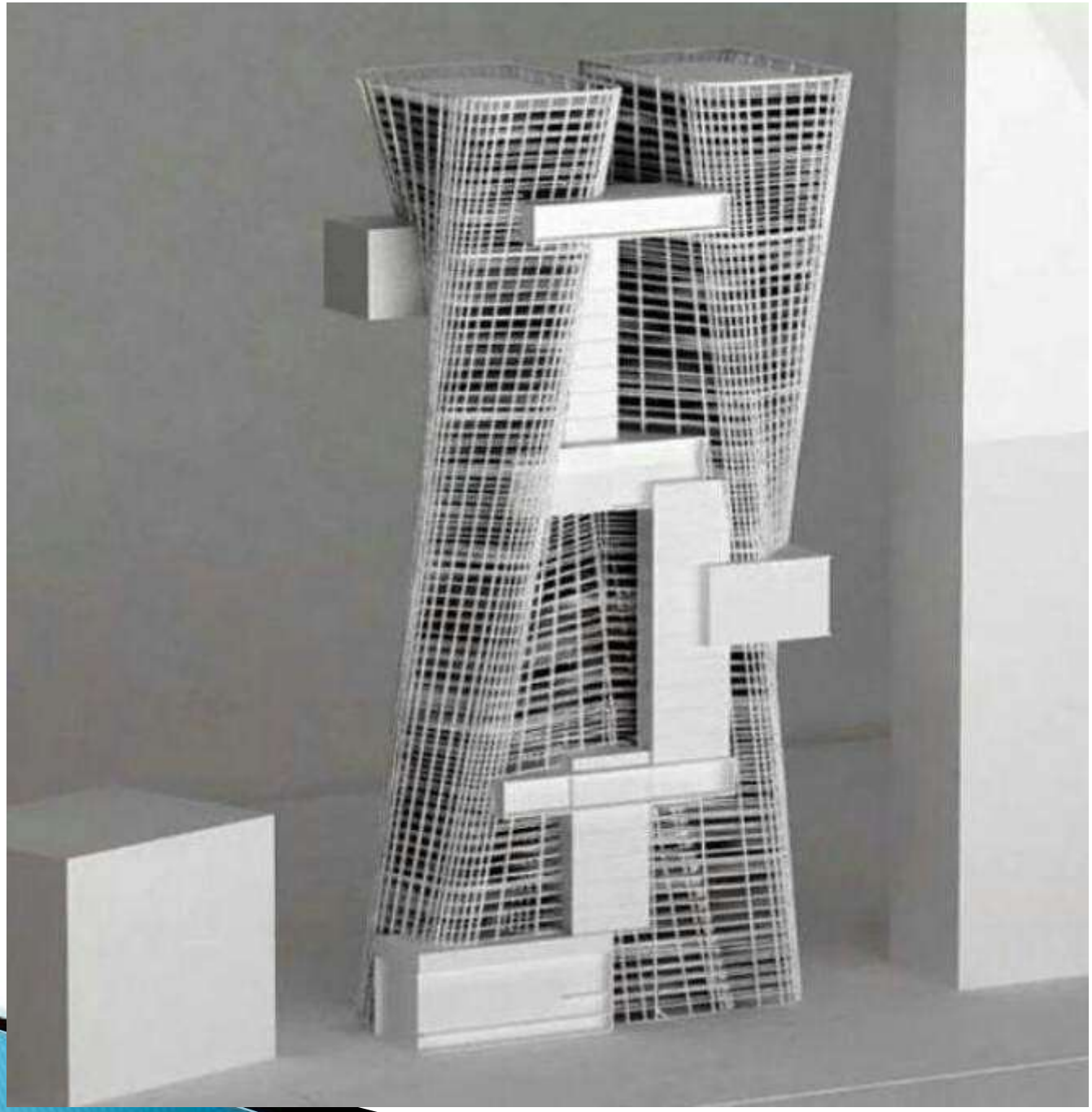
FUNCTION MIXER 02


CRANE
BIOMASS POWER STATION
PUBLIC PLAZA/GARDEN
OFFICES
MUSEUM
LIBRARY
CINEMA
MARKET
SWIMMING POOL
SUBWAY STATION
WATER PUMPS AND FILTERS
WASTEWATER TREATMENT PLANT
VERTICAL TRANSPORTATION
CAR BRIDGES + BOUNDARIES
CAR LIFTS
SUBWAY
AUTOMATIC MULTI-STOREY CAR PARKING


200.00
184.00 Penthouse
105.80 Residential
102.40 Bar
99.00 Spa
95.60 Pool
92.20 Technical
28.00 Hotel
20.00 Conference Centre
12.00 Restaurant
00.00 Lobbies/ Retail
-17.20 Parking/ Plantroom







برج وافرا
قطر

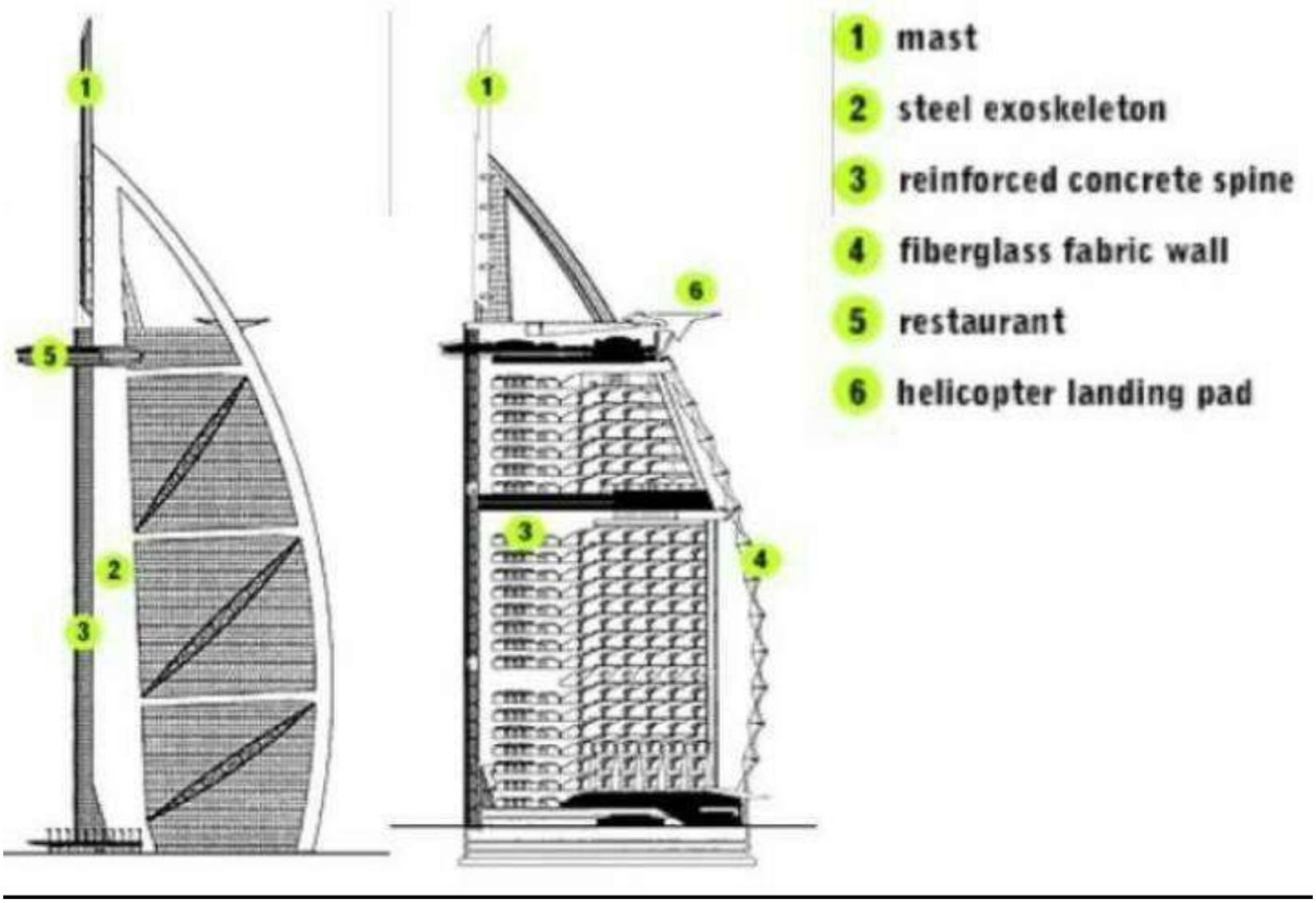
معماری سبز
ویتنام

برج تجاری
چین

مجتمع تجاری
چین

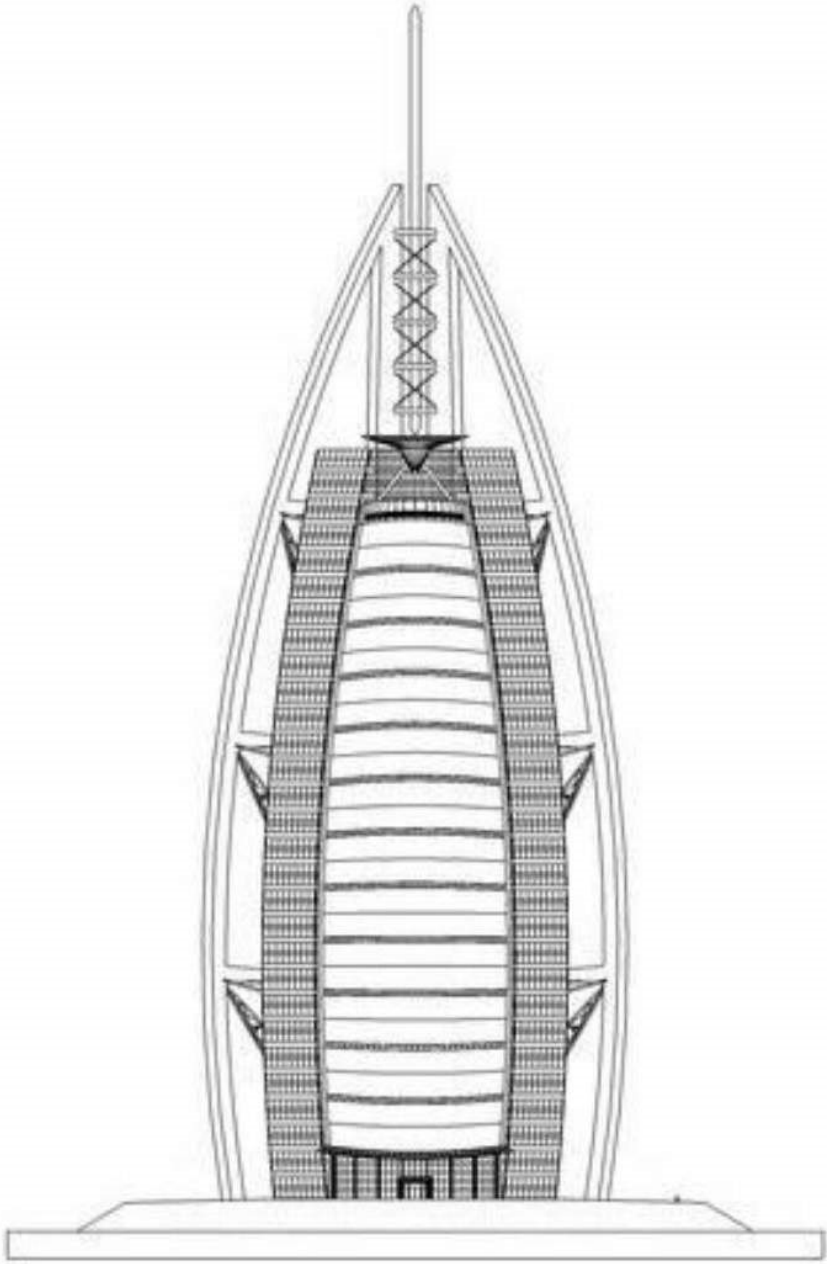
کلیسای خیابان ۱۹۷
جنوب استرالیا
طراح رافائل دلاهوز

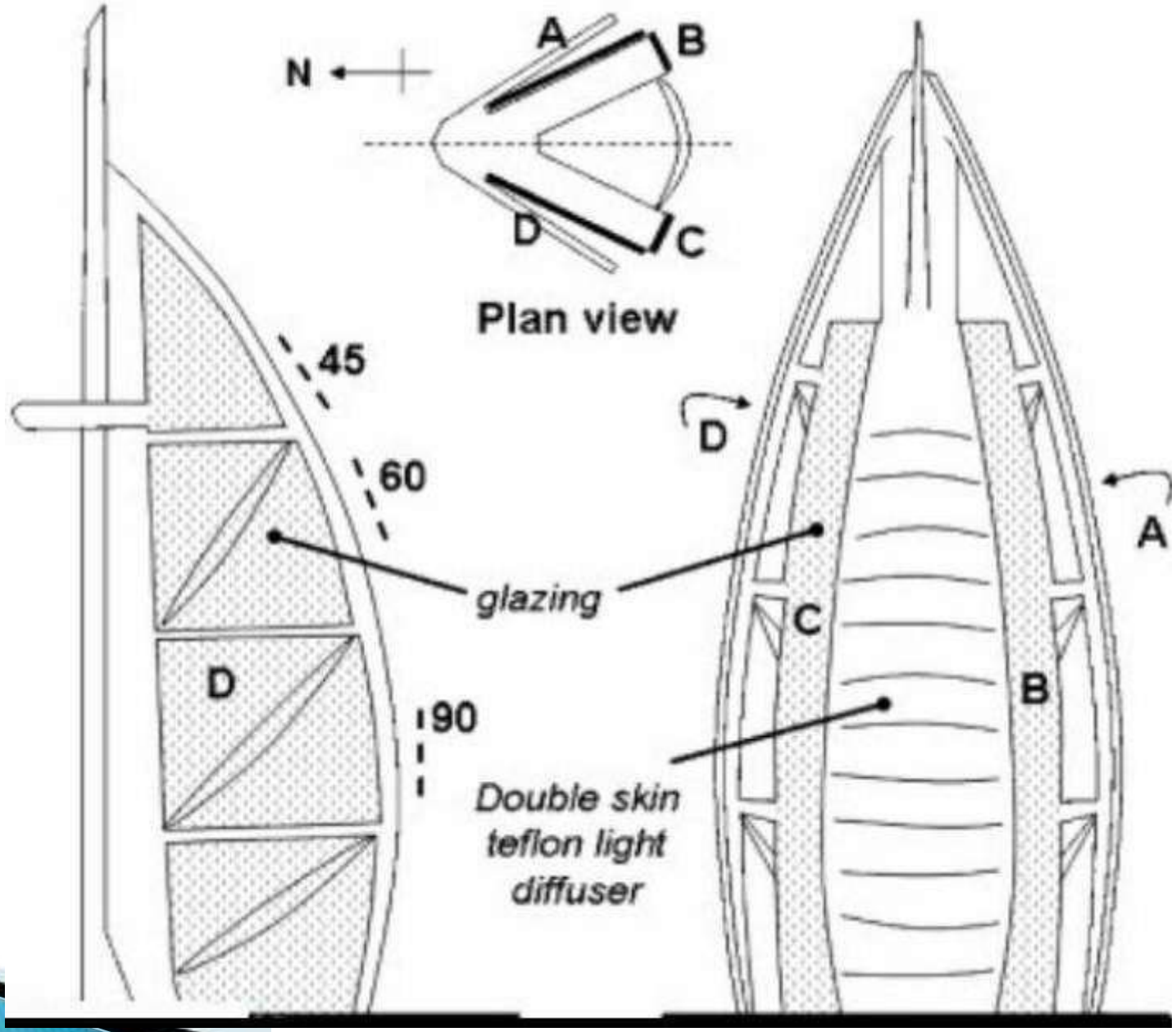
برج دیده بانی
کانادا

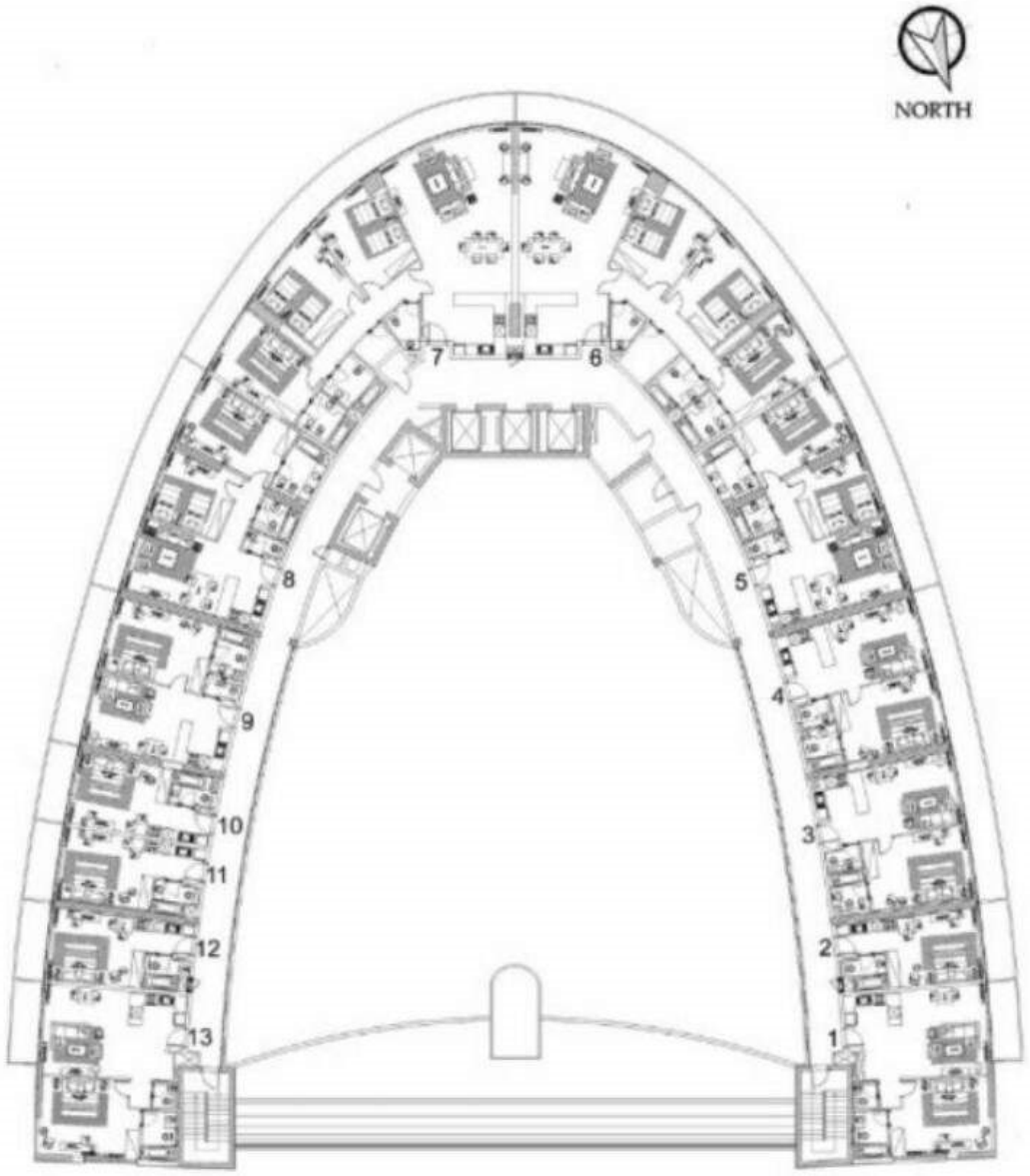


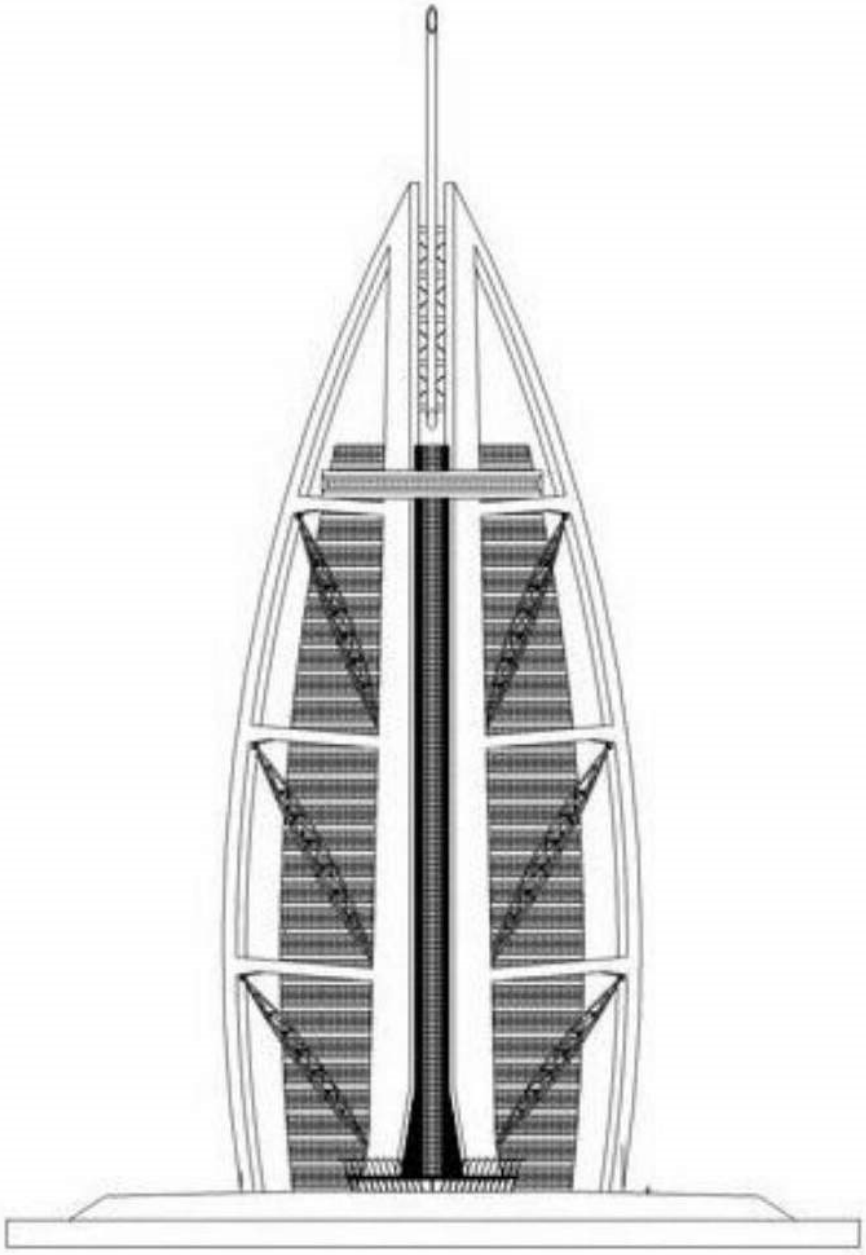

برج العرب- دبی

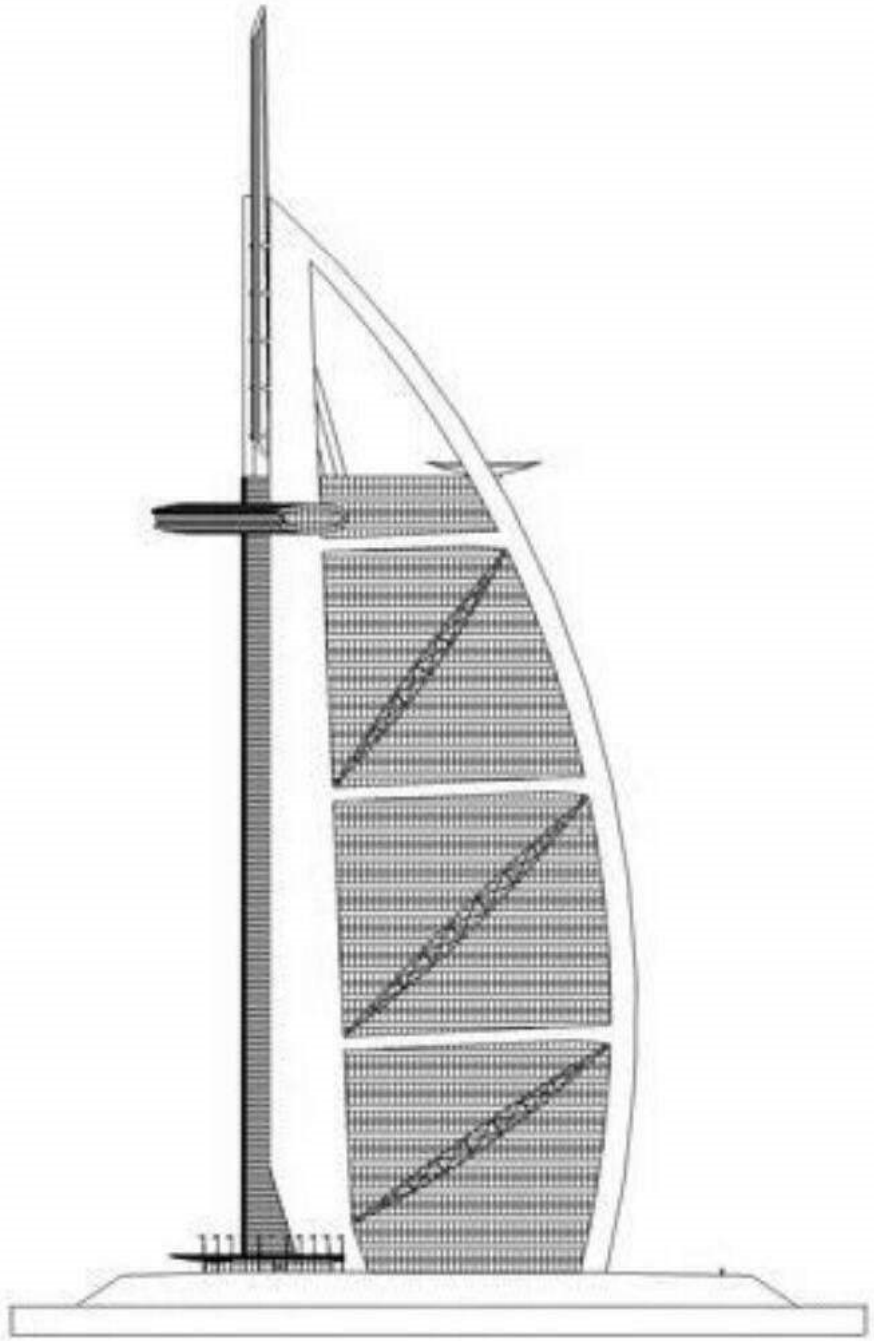
برج العرب
دبى

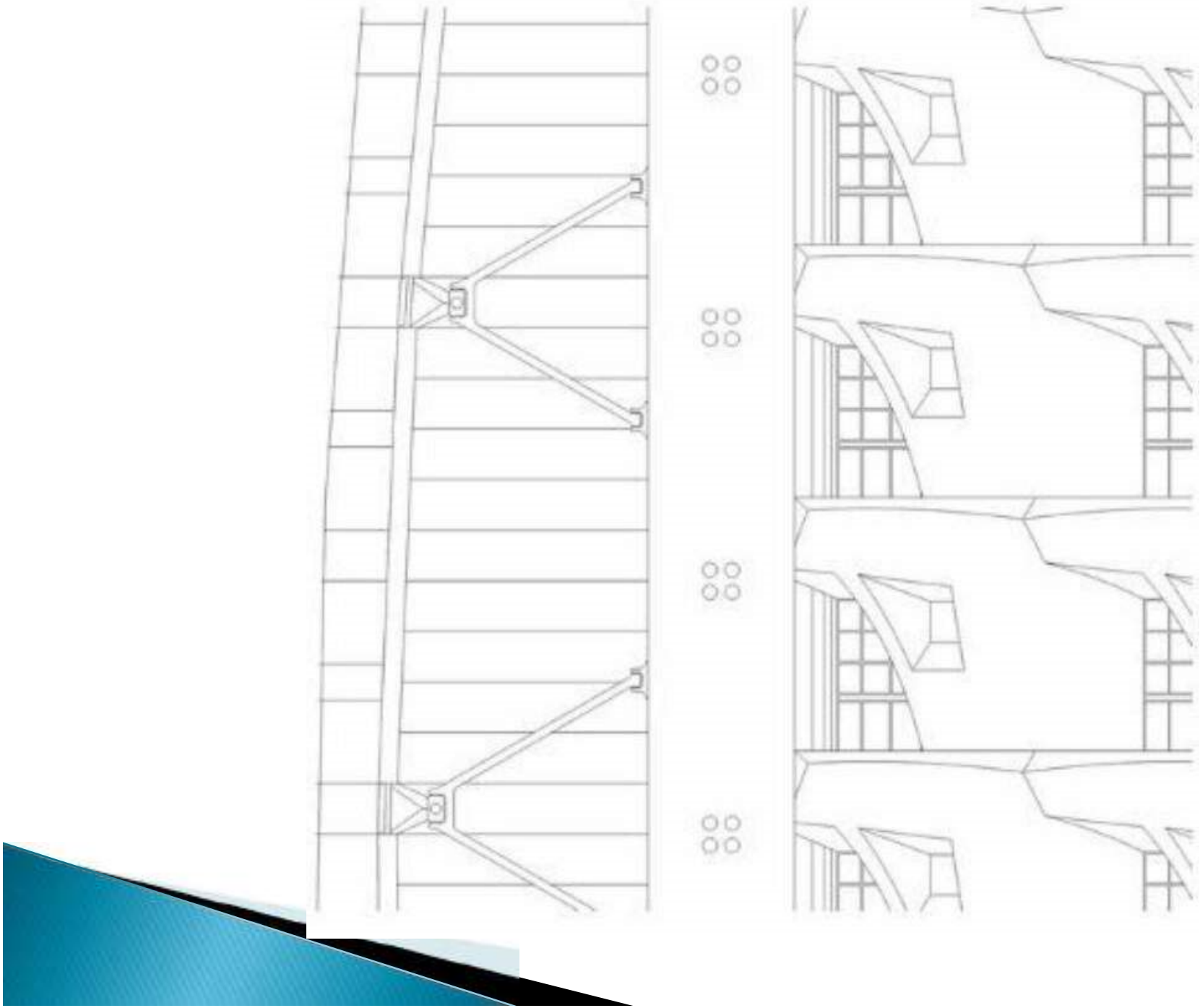


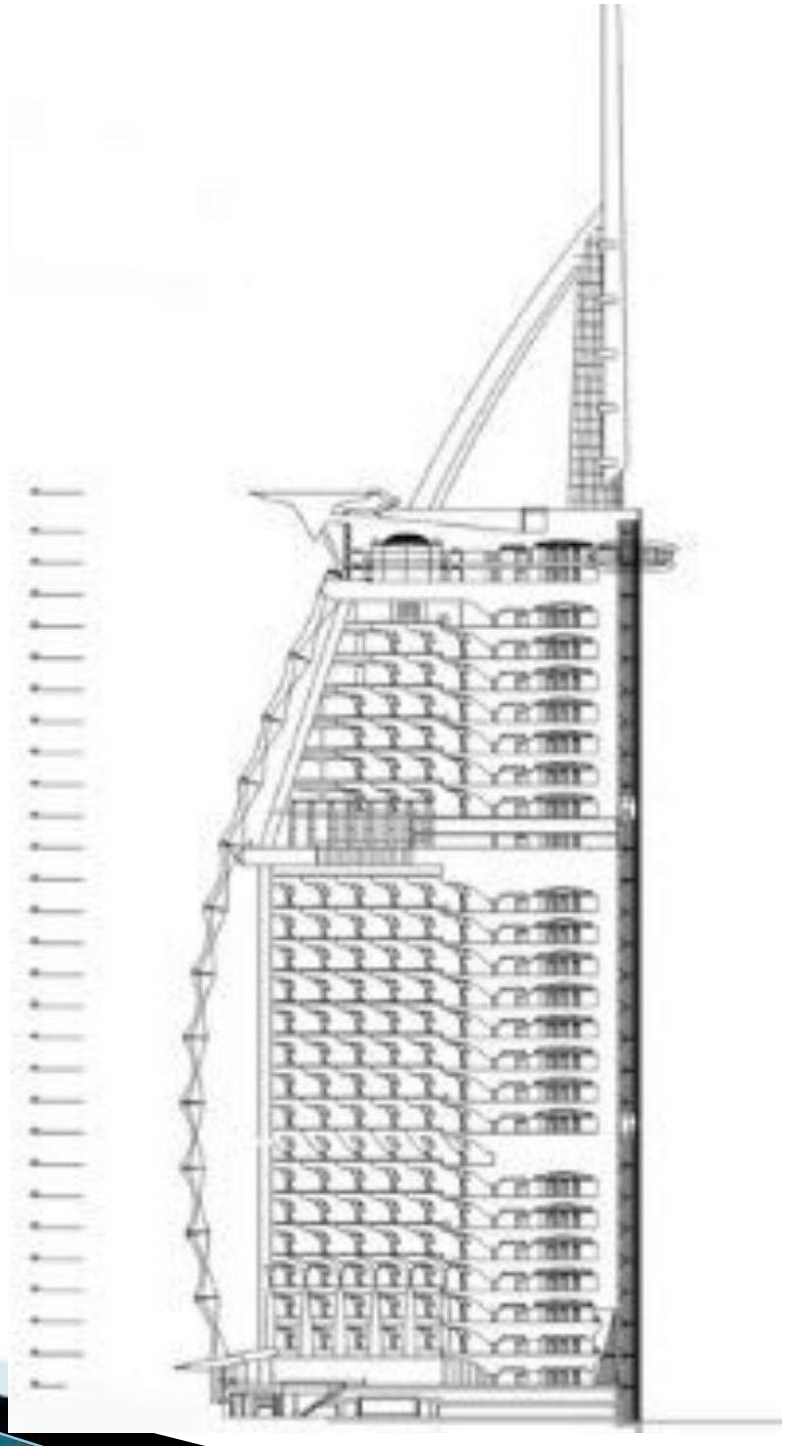

N
A
B
D
C
Plan view
45
60
90
D
glazing
D
C
B
A
Double skin
teflon light
diffuser


NORTH
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13





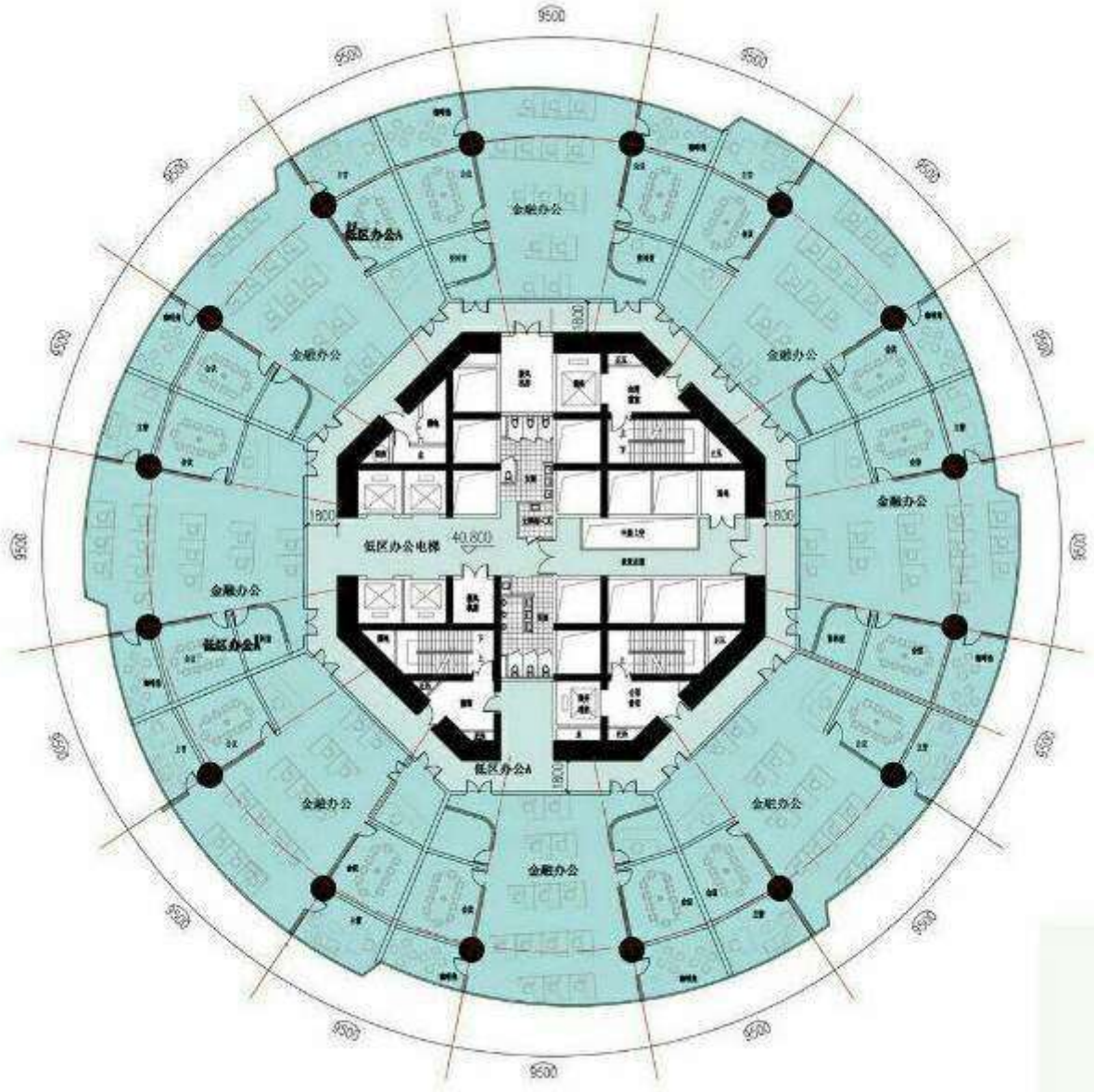


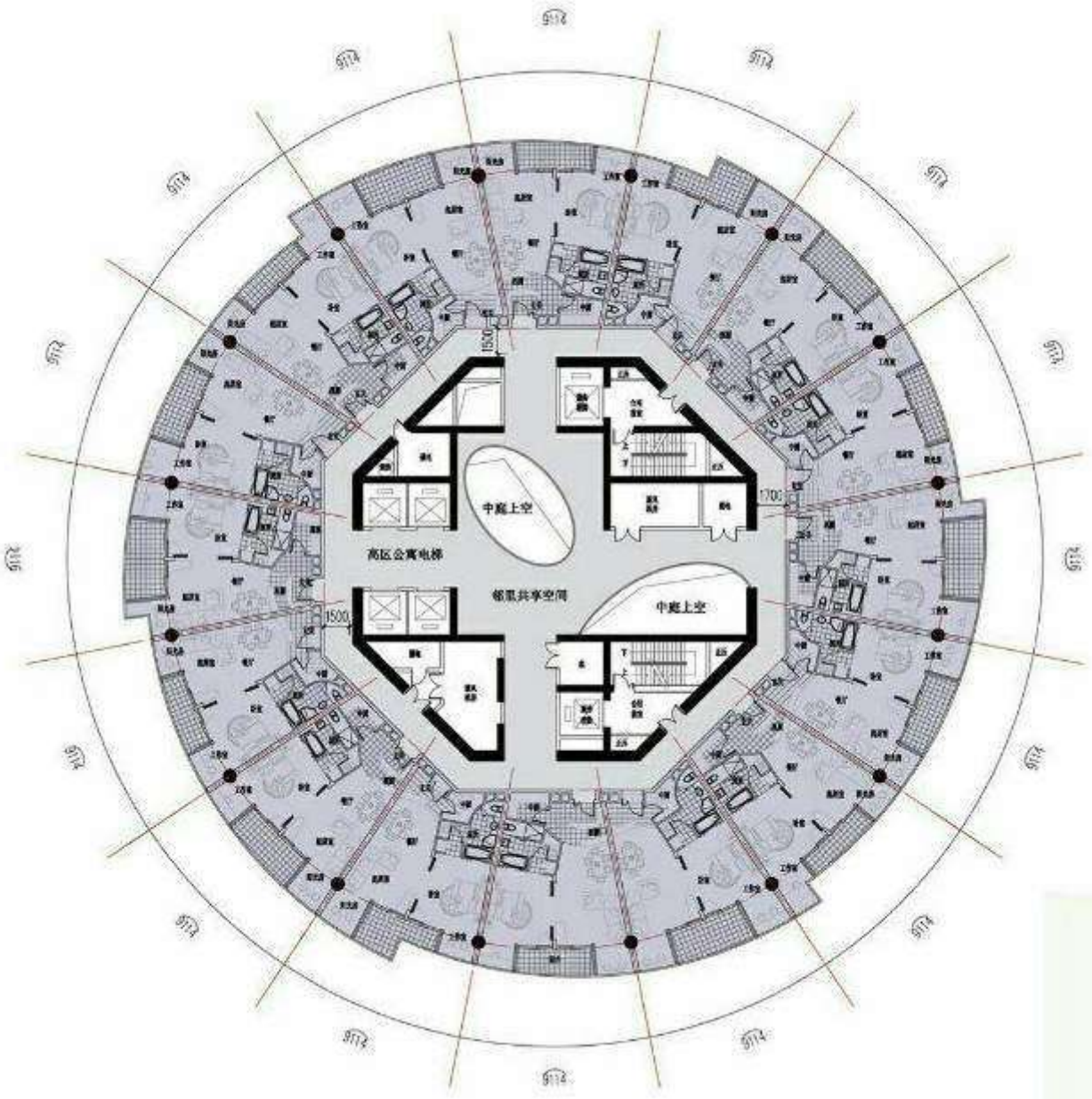


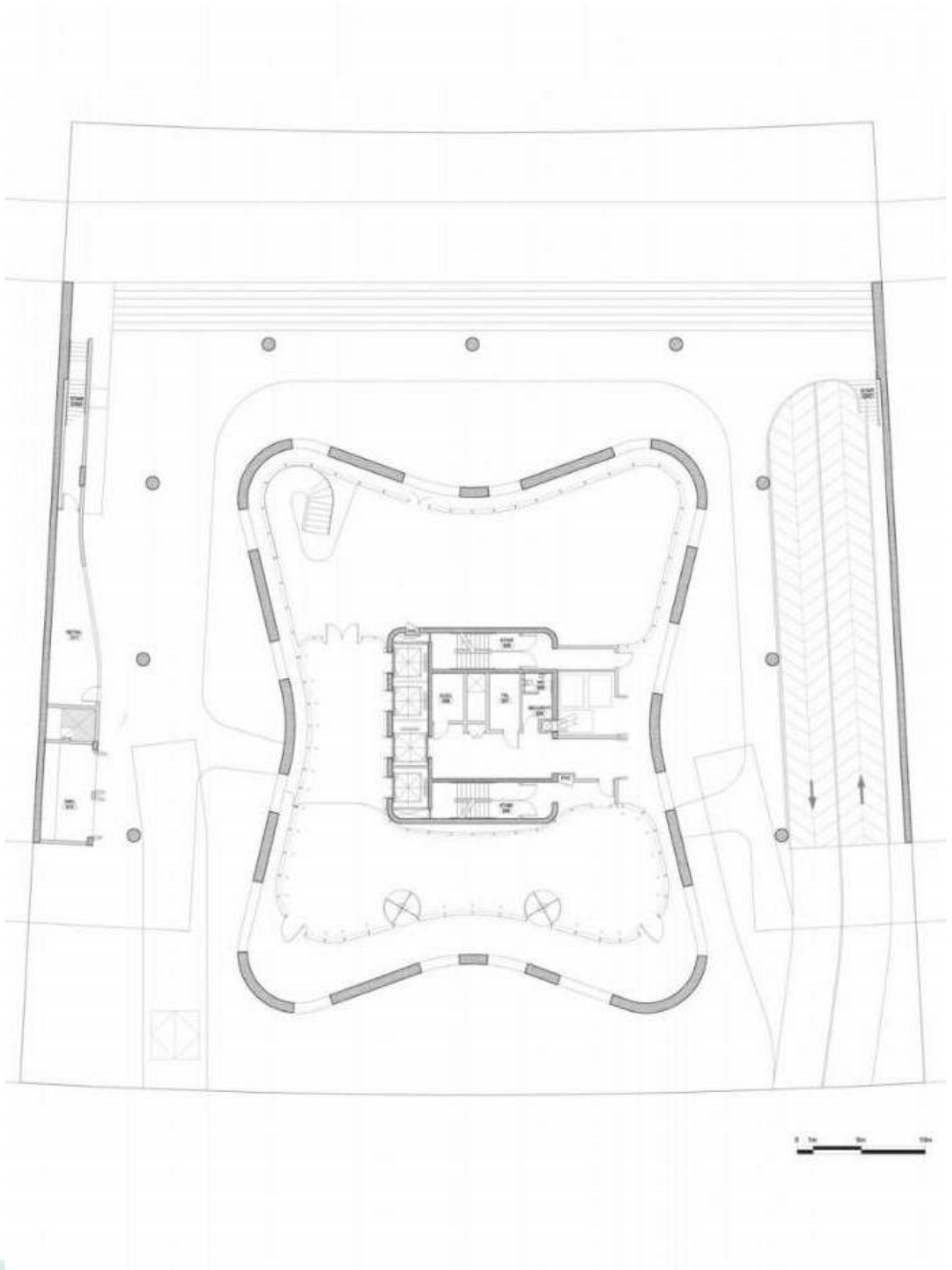
برج ۱۷ طبقه سلمان
مشهد

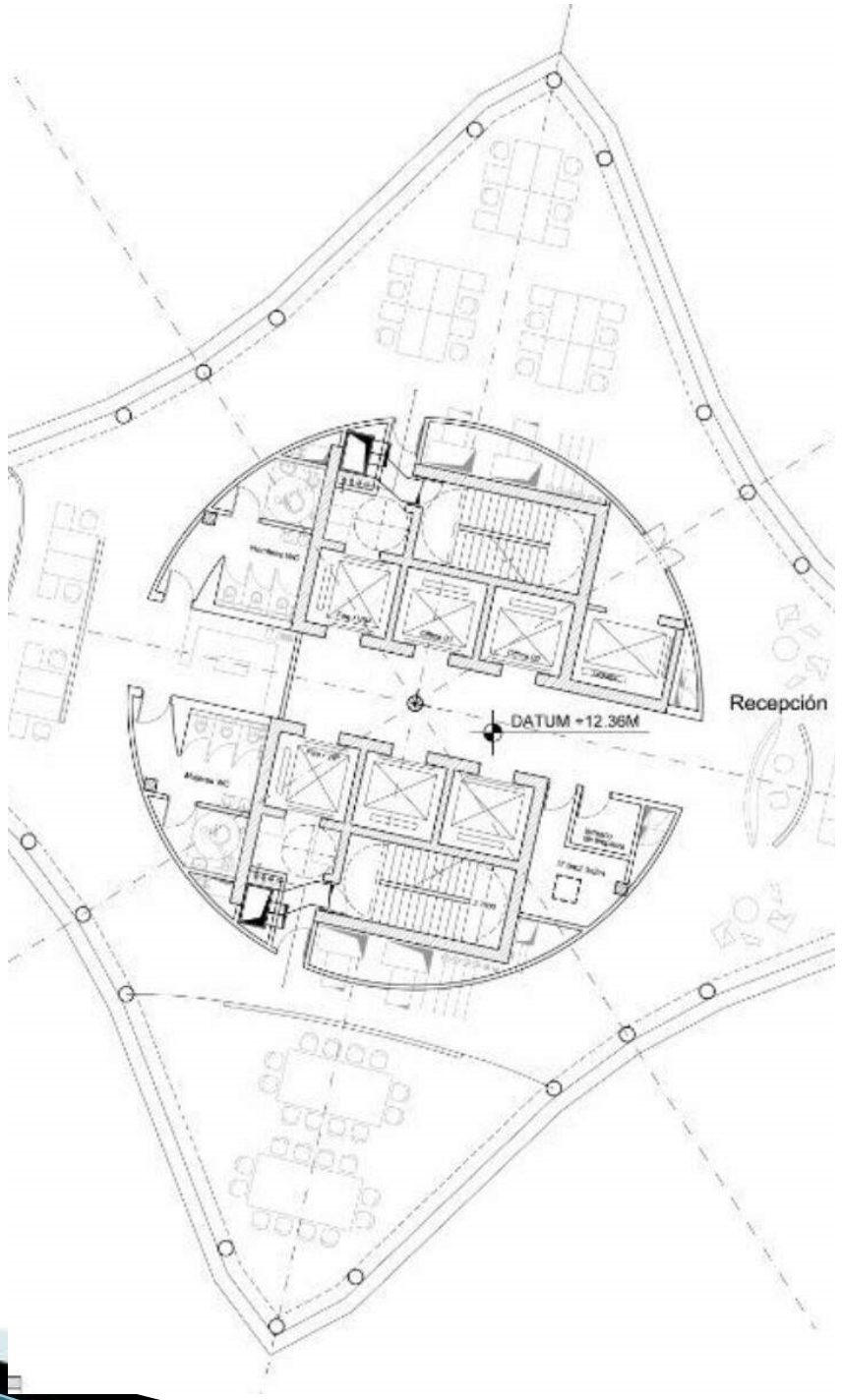
برج طاووس -منطقه آزاد انزلی

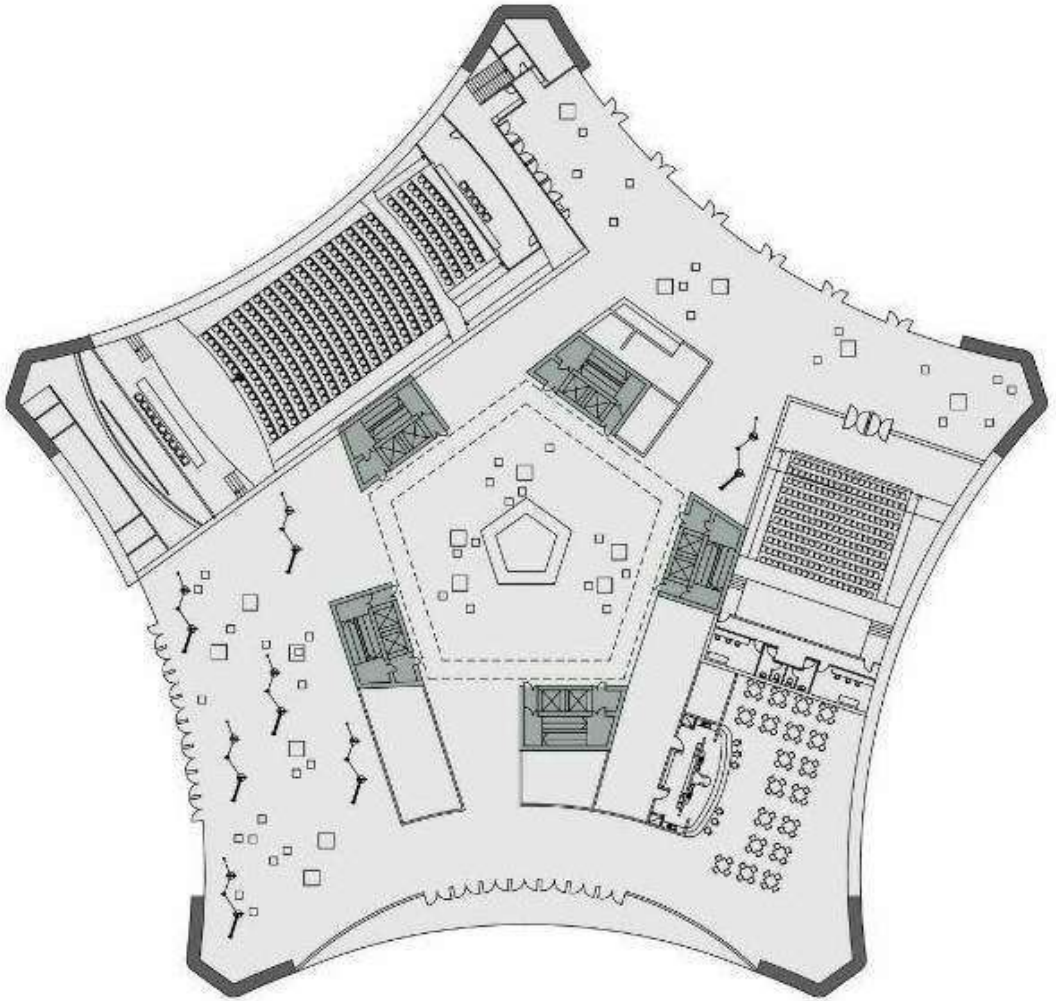
برج میلاد
تهران


9500
金融办公
低区办公A
1800
金融办公
金融办公
金融办公
低区办公电梯
40.800
1800
金融办公
低区办公A
金融办公
金融办公
低区办公A
金融办公

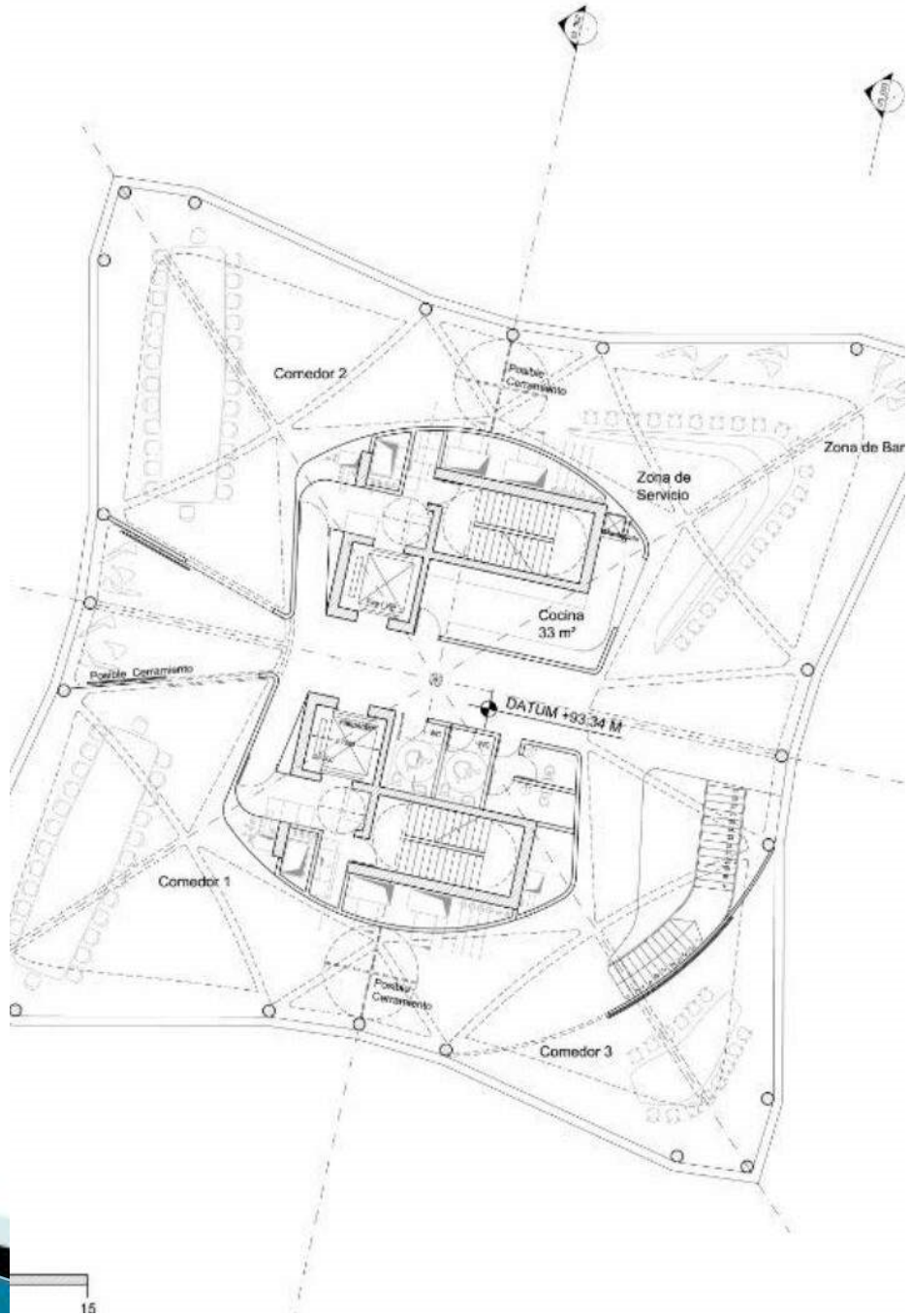

中庭上空
高区公寓电梯
邻里共享空间
中庭上空
1500
1700
1500




DATUM +12.36M
Recepción



# GROUND FLOOR


Comedor 2
Posible Cerramiento
Zona de Servicio
Zona de Bar
Cocina
33 m²
Posible Cerramiento
DATUM +93.34 M
Comedor 1
Posible Cerramiento
Comedor 3

خواهشمند است به پیوست مصوبات شورای عالی معماری و
شهرسازی (ضوابط ساختمانهای بلند مرتبه)
مبحث سوم مقرات ملی ساختمان
مبحث چهارم مقرات ملی ساختمان
مبحث پانزدهم مقرات ملی ساختمان
(در خصوص ابنیه بلند مرتبه)

نیز حتما مطالعه گردد

**با تشکر از :**

**رؤسای دانشگاه**
**اساتید محترم**
**دانشجویان و دانش آموختگان عزیز و**
**آینده سازان**
**کشور اسلامی عزیزمان**

ایران