جـامـعـة بـولـيـتـكـنـك فـلـسـطـيـن

كـلـيـة الـهـنـدسـة

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

هندسة مباني

الخليل- فلسطين

مشروع التخرج

# التصميم الإنشائي لـِ "مركز ام الشرايط الصحي " في مدينة البيرة(رام الله).

فـريـق الـعـمـل :

معتز محمد أحمد فروخ

إشراف:

م.إيناس الشويكي

٢٠١٩-٢٠٢٠

# جـامـعـة بـولـيـتـكـنـك فـلـسـطـيـن

## كـلـيـة الـهـنـدسـة

## دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

## هندسة مباني

## الخليل- فلسطين

**التصميم الإنشائي لـِ "مركز ام الشرايط الصحي " في مدينة البيرة(رام الله).**

**فريق العمل :**

**معتز محمد أحمد فروخ.**

بناء على توجيهات المشرفة على المشروع المهندسة ايناس الشويكي وبموافقة جميع أعضاء اللجنة الممتحنة، تم تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة للوفاء بمتطلبات الدائرة لدرجة البكالوريوس.

| **توقيع مشرف المشروع** | **توقيع رئيس الدائرة** |
|---|---|
| م. ايناس شويكي | م. فيضي شبانة |
| ..... | ..... |

أغسطس

**٢٠١٩-٢٠٢٠**

## الإهـــداء

**إلى .... المعلم الأول سيد البشرية .... رسولنا محمد بن عبد الله (صلى الله عليه وسلم ).**

**إلى .... من هم أحق منا بالحياة إلى .... الشهداء .**

**إلى .... الأسود الرابضة خلف القضبان .... إلى من كسروا قيد السجان إلى .... الأسرى .**

**إلى .... أنشودة الصغر وقدوة الكبر إلى .... أبي العزيز .**

**إلى .... نبع العطاء وسيل الحنان إلى .... أمي العزيزة .**

**إلى .... عنوان سعادتي .... إلى .... إخوتي الأعزاء .**

**إلى .... هبة السماء .... إلى .... أصدقائي الأوفياء .**

**إلى .... الشموع المحترقة لإنارة الدرب إلى .... أساتذتي .**

**إلى .... من عرفتهم في زمن قل فيه الأخيار.... زملائي وزميلاتي .**

**إلى .... منهل العلم إلى .... جامعتي .**

**إلى .... من أحبني وأحببته.**

**نهدي هذا البحث .**

***معتز فروخ***

## شـكـر وتـقـديـر

**إن الشكر و المنة لا تليق إلا لواهب العقول و منير الدروب لله عز و جل .**

**فحمداً لله حمداً لا ينتهي عند حد ولا ينقطع عند أجل .**

**كما و أتقدم بجزيل الشكر و الامتنان إلى بانية الجيل الواعد ... جامعة بوليتكنك فلسطين**

**إلى كلية الهندسة و التكنولوجيا**

**إلى دائرة الهندسة المدنية و المعمارية ... بطاقمها التدريسي و الإداري .**

**إلى الذين مهدوا لنا طريق والعلم و المعرفة ... إلى جميع أساتذتنا الأفاضل ...**

**"كن عالما ... فان لم تستطع فكن متعلما،فان لم تستطع فأحب العلماء،فان لم تستطع فلا تبغضهم"**

**إلى المشرفة على هذا المشروع المهندسة ...إيناس الشويكي .**

**وختام القول مسك، فكل الشكر لأبائنا وأمهاتنا أصحاب الدور الأبرز في الوصول إلى ما وصلنا إليه.**

**معتز فروخ**

# خـلاصـة الـمـشـروع

## التصميم الإنشائي لـِ " مركز ام الشرايط الصحي " في مدينة البيرة( رام الله).

**فريق العمل :**

**معتز محمد أحمد فروخ**

**إشراف :**

م. ايناس شويكي .

**أغسطس ــ ٢٠٢٠ م**


يمكن تلخيص هدف المشروع في عمل التصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية التي يحتويها المشروع، من عقدات وجسور وأعمدة وأساسات وجدران وغيرها من العناصر الإنشائية.

يتكون المبنى من ثلاثة طوابق ، وتبلغ المساحة الإجمالية (٢٧٦١)متر مربع ، ويتميز التصميم من الناحية المعمارية للمشروع بأنه تم بأسلوب يقوم على تعدد الكتل الفراغية وتوزيعها بشكل متناسق من الناحية الجمالية والوظيفية ، إضافة إلى أنه تم الاهتمام عند توزيع الكتل بتوفير الراحة والسهولة وسرعة الوصول للمستخدمين.

تكمن أهمية المشروع في تنوع العناصر الإنشائية في المبنى مثل الجسور والأعمدة والبلاطات الخراسانية.

من الجدير بالذكر أنه سيتم استخدام الكود الأردني لتحديد الأحمال الحية، ، أما بالنسبة للتحليل الإنشائي وتصميم المقاطع فسيتم استخدام الكود الأمريكي (ACI_318_14) ، ولا بد من الإشارة إلى أنه سيتم الاعتماد على بعض برامج الحاسوب مثل :-

AutoCAD(2018), Atir , SAFE, ETABS, Microsoft Office.


**والله ولي التوفيق**

# Structural Design for Um Al-Sharayet Clinics in Ramallah

**Prepared by:**

**MOATAZ M.A. FROUKH**

**Palestine Polytechnic University 2020**

**Supervisor**

Eng:Inas shweiki

## Abstract

The idea of this project can be summarized by preparing Shopping Mall in Hebron. Which consists of all facilities that should be available in any Mall .

The project is consists of four floors, and the total area of the building is 2761 meter square, the design of the project is based on the multiplicity of spatial cluster and distributed consistently aesthetically and functional .

We used ACI-318-14 code and structural designing programs such, ATIR, AutoCAD (2018), we studied some old graduation projects, and the project will include detailed structural study of identified and analysis of the construction elements and the expected various loads, and then the structural design of elements based on the prepared design.

God grants success

# فهرس المحتويات


| الموضوع | رقم الصفحة |
|---|---|
| **تقرير المشروع** | I |
| **تقييم مشروع التخرج** | II |
| **الإهداء** | III |
| **الشكر والتقدير** | IV |
| **الملخص باللغة العربية** | V |
| **الملخص باللغة الانجليزية** | VI |
| **فهرس المحتويات** | VII |
| **فهرس الجداول** | X I |
| **فهرس الاشكال** | X |
| **List of abbreviations** | XII |
| **الفصل الأول : المقدمة** | ١ |
| ١-١ المقدمة | ٢ |
| ١-٢ أهداف المشروع | ٢ |
| ١-٣ مشكلة المشروع | ٣ |
| ١-٤ حدود مشكلة المشروع | ٣ |
| ١-٥ المسلمات | ٣ |
| ١-٦ فصول المشروع | ٣ |
| ١-٧ إجراءات المشروع | ٤ |
| **الفصل الثاني : الوصف المعماري** | ٥ |
| ٢-١ مقدمة | ٦ |
| ٢-٢ لمحة عامة عن المشروع | ٦ |
| ٢-٣ موقع المشروع | ٧ |
| ٢-٣-١ أهمية الموقع | ٨ |
| ٢-٣-٢ حركة الشمس والرياح | ٨ |
| ٢-٣-٣ الرطوبة | ٨ |
| ٢-٤ وصف طوابق المشروع | ٩ |
| ٢-٤-١ Basement | ٩ |
| ٢-٤-٢ الطابق الأرضي | ١٠ |
| ٢-٤-٣ الطابق الأول | ١١ |
| ٢-٥ الواجهات | ١٢ |
| ٢-٥-١ الواجهة الرئيسة (الشمالية) | ١٢ |
| ٢-٥-٢ الواجهة الغربية | ١٣ |
| ٢-٥-٣ الواجهة الجنوبية | ١٤ |
| ٢-٥-٤ الواجهة الشرقية | ١٥ |

٢-٦ المقاطع ١٦
٢-٦-١ المقطع أ-أ ١٦
٢-٦-٢ المقطع ب-ب ١٧
٢-٦ وصف الحركة والمداخل ١٨
٢-٧ المداخل ١٨

**الفصل الثالث : الوصف الإنشائي** **١٩**
٣-١ مقدمة ٢٠
٣-٢ هدف من التصميم الإنشائي ٢٠
٣-٣ مراحل التصميم الإنشائي ٢٠
٣-٤ الأحمال ٢١
٣-٤-١ الأحمال الميتة ٢١
٣-٤-٢ الأحمال الحية ٢١
٣-٤-٣ الأحمال البيئية ٢٢
٣-٤-٣-١ أحمال الرياح ٢٢
٣-٤-٣-٢ أحمال الثلوج ٢٣
٣-٤-٣-٣ أحمال الزلازل ٢٤
٣-٥ الاختبارات العملية ٢٤
٣-٦العناصر الإنشائية المكونة للمبنى ٢٥
٣-٦-١ العقدات ٢٥
٣-٦-١-١ عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد ٢٥
٣-٦-٢ الجسور ٢٦
٣-٦-٣ الأدراج ٢٧
٣-٦-٤ الأعمدة ٢٨
٣-٦-٥ جدران القص ٢٩
٣-٦-٦ جدران الاستنادية ٣٠
٣-٦-٧ الأساسات ٣١
٣-٧ برامج الحاسوب ٣٢

**الفصل الرابع : Structural Analysis and Design** ٣٣
٤-١ Introduction ٣٤
٤-٢ Design method and requirements ٣٤
٤-٣ Check of Minimum Thickness of Structural Member ٣٥
٤-٤ Design of Topping ٣٦
٤-٥ Design of One Way Rib Slab (R6) ٣٨
٤-٦ Design of Beam (BB08 ) ٤٤
٤-٧ Design of Column (C32) ٤٩
٤-٨ Design of Basement Wall ٥٣
٤-٩ Design of Stair ٥٦
٤-١٠ Design of Isolated Footing (F4) ٦٥
٤-١١ Design of Shear Wall (sw11) ٦٩

**الفصل الخامس : النتائج والتوصيات** ٧٣

٥-١ المقدمة ٧٤
٥-٢ النتائج ٧٤
٥-٣ التوصيات ٧٥

## فهرس الجداول


| رقم الجدول | الجدول | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| ١-١ | الجدول الزمني للمشروع | 5 |
| ١-٣ | الكثافة النوعية للمواد المستخدمة | 21 |
| ٢-٣ | الأحمال الحية المبنى | 21 |
| ٣-٣ | سرعة وضغط الرياح اعتمادا على الكود الألماني DIN1055-5 | 22 |
| ٤-٣ | أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر | 23 |
| 4-1 | Check Of Minimum Thickness Of Structural Member | 35 |
| 4-2 | Dead load calculation | 36 |
| 4-3 | Dead load calculation of Rib (R6) | 39 |
| 4-5 | Dead load calculation of Beam (8) | 44 |

## فهرس الاشكال


| رقم الشكل | الشكل | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| ٢-١ | خارطة الموقع الجغرافي لمدينة البيرة | ٧ |
| ٢-٢ | المسقط الافقي لطابق التسوية | ٩ |
| ٢-٣ | المسقط الافقي للطابق الارضي | ١٠ |
| ٢-٤ | المسقط الافقي للطابق الاول | ١١ |
| ٢-٥ | الواجهة الشمالية | ١٢ |
| ٢-٦ | الواجهة الغربية | ١٣ |
| ٢-٧ | الواجهة الجنوبية | ١٤ |
| ٢-٨ | الواجهة الشرقية | ١٥ |
| ٢-٩ | المقطع أ-أ | ١٦ |
| ٢-١٠ | المقطع ب-ب | ١٧ |
| ٣-١ | تأثير الرياح على المباني من حيث الارتفاع | ٢٣ |
| ٣-٢ | تأثير الرياح على المباني من حيث البيئة المحيطة به | ٢٣ |
| ٣-٣ | العقدات العصب ذات الاتجاه الواحد | ٢٥ |
| ٣-٤ | الجسور | ٢٦ |
| ٣-٥ | الدرج | ٢٧ |
| ٣-٦ | الأعمدة الدائرية والمستطيلة | ٢٨ |
| ٣-٧ | جدار القص | ٢٩ |
| ٣-٨ | جدار الاستنادي | ٣٠ |
| ٣-٩ | الأساس المفرد | ٣١ |
| 4-1 | Topping Load. | 36 |
| 4-2 | One Way Rib Slab (R6) | 38 |
| 4-3 | Statically System and Loads Distribution of : .(Rib(R6) | 40 |
| 4-4 | Shear and Moment Envelope Diagram of Rib (R6) | 41 |
| 4-5 | Beam (BB, 08) | 43 |
| 4-6 | Statically System and Loads Distribution of Beam (BB 08). | 45 |
| 4-7 | Shear and Moment Envelope Diagram of Beam (BB 08) | 46 |
| 4-8 | Column section | 49 |
| 4-9 | Column section stirups | 52 |
| 4-10 | basement wall | 54 |
| 4-11 | Moment /Shear Envelope of basement wall | 54 |
| 4-12 | Stair plan. | 56 |
| 4-13 | Stair Section | 57 |

| | | |
|---|---|---|
| 58 | Statically System and Loads Distribution of Flight | 4-14 |
| 58 | Shear and Moment Envelope Diagram of : Flight | 4-15 |
| 62 | Statically System and Loads Distribution 0f Middle Landing | 4-16 |
| 62 | Shear and Moment Envelope Diagram of Middle lading | 4-17 |
| 64 | Stair Reinforcement Details | 4-18 |
| 65 | Section in F4 | 4-19 |
| 69 | footing -plan reinforcement | 4-20 |

# List of Abbreviations

- **Ac** = area of concrete section resisting shear transfer.
- **As** = area of non-prestressed tension reinforcement.
- **$A_s$̃ =** area of non-prestressed compression reinforcement.
- **Ag** = gross area of section.
- **Av** = area of shear reinforcement within a distance (S).
- **At** = area of one leg of a closed stirrup resisting tension within a (S).
- **b** = width of compression face of member.
- **bw** = web width, or diameter of circular section.
- **$C_c$ =** compression resultant of concrete section.
- **$C_s$** = compression resultant of compression steel.
- **DL** = dead loads.
- **d** = distance from extreme compression fiber to centroid of tension reinforcement.
- **Ec** = modulus of elasticity of concrete.
- **$f_c$̃** = compression strength of concrete .
- **fy** = specified yield strength of non-prestressed reinforcement.
- **h** = overall thickness of member.
- **Ln** = length of clear span in long direction of two- way construction, measured face-to-face of supports in slabs without beams and face to face of beam or other supports in other cases.
- **LL** = live loads.
- **Lw** = length of wall.

- **M** = bending moment.
- **Mu** = factored moment at section.
- **Mn** = nominal moment.
- **Pn** = nominal axial load.
- **Pu** = factored axial load
- **S** = Spacing of shear in direction parallel to longitudinal reinforcement.
- **Vc** = nominal shear strength provided by concrete.
- **Vn** = nominal shear stress.
- **Vs** = nominal shear strength provided by shear reinforcement.
- **Vu** = factored shear force at section.
- **Wc** = weight of concrete.
- **W** = width of beam or rib.
- **Wu** = factored load per unit area.
- **Φ** = strength reduction factor.
- $\varepsilon_c$ **=** compression strain of concrete = 0.003.
- $\varepsilon_s$ **=** strain of tension steel**.**
- $\acute{\varepsilon}_s$ **=** strain of compression steel.
- **ρ** = ratio of steel area .

١

# الفصل الأول

# المُـقَـدِمَة

١-١ المقدمة.

١-٢ أهداف المشروع.

١-٣ مشكلة المشروع.

١-٤ حدود مشكلة المشروع.

١-٥ المسلمات.

١-٦ فصول المشروع.

١-٧ إجراءات المشروع.

## ١-١ المقدمة :

الهندسة بصفة عامة هي الجسد الذي يجمع بين الأدوات التقنية المتاحة والأنشطة والمعرفة ، فهي النشاط الاحترافي الذي يستخدم التخيل والحكمة والذكاء في تطبيق العلوم والتكنولوجيا والرياضيات و الخبرة العملية لكي تستطيع أن تصمم وتنتج وتدير العمليات التي تتناسب واحتياجات البشرية .

فالهندسة المدنية عموما هي الوسيلة الوحيدة التي تجعل من العالم مكانا انسب وأصلح للعيش فيه .

وهندسة المباني خصوصاً هي الهندسة التي تعتني بجانب توفير المسكن المطلوب بالمواصفات المطلوبة وبالجودة المطلوبة وبالموارد المتاحة لكل فرد في المجتمع.

والمهندس المدني هو الذي يقوم بالتصميم والتنفيذ والإشراف على التنفيذ للمشروعات المختلفة ،ويكمن دوره الفعال في ارتباط عمله ارتباطاً وثيقاً بأرواح البشر .

والمهندس هو من يصمم وينشئ الملاذ الآمن لرجل عائد إلى بيته بعد يوم طويل مرهق ومتعب وهو ذاته من يجمع الناس تحت سقف واحد في حدث موسيقي هنا وأخر رياضي هناك ، بكل اختصار المهندس هو من يظهر أو على الأقل من يحاول أن يظهر الجمال المدفون وراء وجه الطبيعة.

## ١-٢ أهداف المشروع :

نأمل من هذا المشروع بعد إكماله أن نكون قد وصلنا إلى الأهداف التالية:

١. القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشروع وتوزيع عناصره الإنشائية على المخططات، مع مراعاة الحفاظ على الطابع المعماري.
٢. القدرة على تصميم العناصر الإنشائية المختلفة.
٣. تطبيق وربط المعلومات التي تم دراستها في المساقات المختلفة .
٤. إتقان استخدام برامج التصميم الإنشائي ومقارنتها مع الحل اليدوي.

## ١-٣ مشكلة المشروع :

تتمثل مشكلة هذا المشروع في التحليل والتصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية المكونة للمبنى، وفي هذا المجال الذي تم تحليل كل عنصر من العناصر الإنشائية مثل البلاطات والأعصاب والأعمدة والجسور....الخ وذلك بتحديد الأحمال الواقعة عليه ومن ثم تحديد أبعاده وتصميم التسليح اللازم له مع الأخذ بعين الاعتبار عامل الأمان للمنشأ ،ومن ثم تم عمل المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ،لإخراج هذا المشروع من حيز الاقتراح إلى حيز التنفيذ.

## ١-٤ حدود مشكلة المشروع :

تكمن حدود المشروع في تصميم العناصر الإنشائية المختلفة، حيث تم عمل تصميم متكامل لهذه العناصر من جسور، أعمدة ، أساسات، جدران القص ، وعمل المخططات الإنشائية المتكاملة بجميع تفاصيلها .

## ١-٥ المسلمات :

١. اعتماد الكود الأمريكي في التصاميم الإنشائية المختلفة (ACI-318-14) .
٢. استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (Atir18)
٣. برامج أخرى مثل Microsoft office Word , Power Point , Excel , AutoCAD .

## ١- ٦ فصول المشروع :

يحتوي هذا المشروع على خمسة فصول وهي:

١- الفصل الأول : يشمل المقدمة العامة .
٢- الفصل الثاني : يشمل الوصف المعماري للمشروع.
٣- الفصل الثالث : يشمل وصف العناصر الإنشائية للمبنى.
٤- الفصل الرابع : التحليل والتصميم الإنشائي لبعض العناصر الإنشائية.
٥- الفصل الخامس : النتائج و التوصيات.

## ١-٧ إجراءات المشروع :

١) دراسة المخططات المعمارية وذلك للتأكد من صحتها من النواحي المعمارية وتوافقها مع أهداف المشروع مع إجراء كافة التعديلات المعمارية اللازمة عليها، وإكمال النقص الموجود فيها إن وجد.

٢) دراسة العناصر الإنشائية المكونة للمبنى والآلية الأنسب لتوزيع هذه العناصر كالأعمدة والجسور والأعصاب بشكل لا يصطدم مع التصميم المعماري الموضوع ويحقق الجانب الاقتصادي و عامل الأمان.

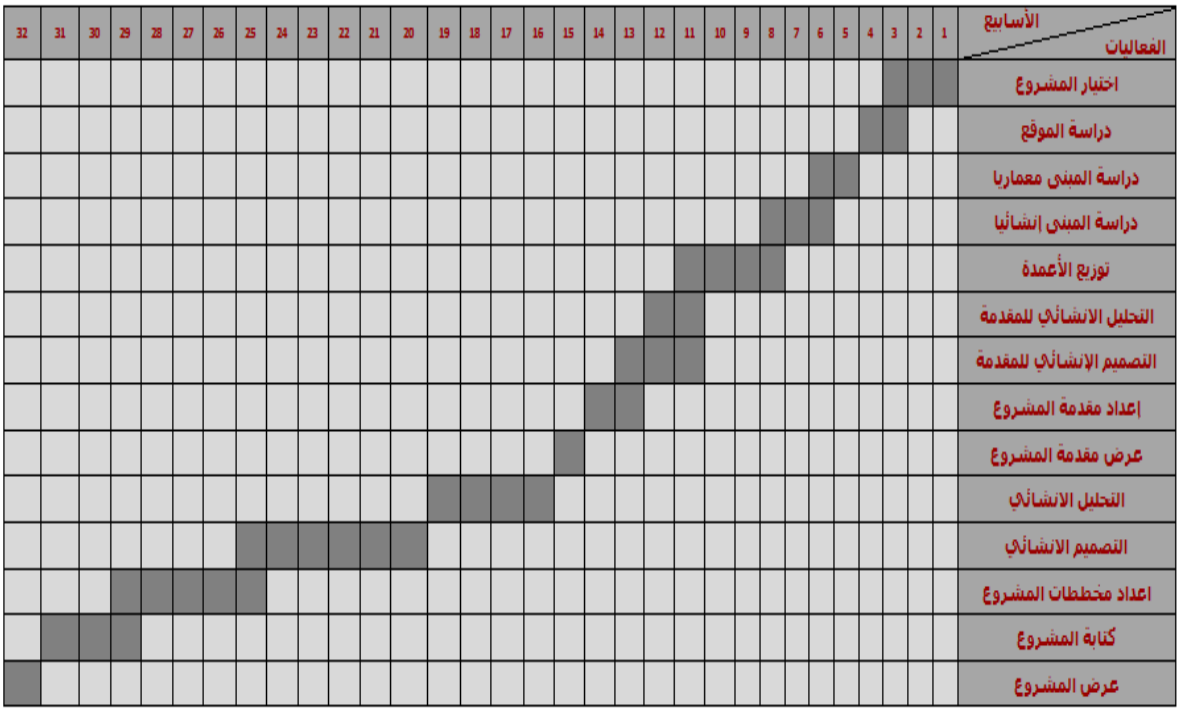
٣) تحليل العناصر الإنشائية والأحمال المؤثرة عليها.

٤) تصميم بعض العناصر الإنشائية بناء على نتائج التحليل.

5) استخدام بعض برامج التصميم المختلفة في بعض الحسابات.

## ١-٨ الجدول الزمني للمشروع :

والجدول التالي يوضح تسلسل أعمال المشروع والزمن اللازم لكل نشاط :




جدول (١-١) الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية (٢٠١٩ – ٢٠٢٠) الفصل الدراسي الاول و الفصل الدراسي الثاني.

# ٢

# الفصل الثاني

## الوصف المِعمَـاري

٢-١ مقدمة .

٢-٢ لمحة عامة عن المشروع .

٢-٣ موقع المشروع .

٢-٤ وصف طوابق المشروع .

٢-٥ الواجهات .

٢-٦ وصف الحركة و المداخل .

٢-٧ المداخل.

## ٢-١ مقدمة :

تعتبر العمارة أم العلوم الهندسية، وهي ليست وليدة هذا العصر؛ بل هي منذ أن خلق الله تعالى الإنسان الذي أطلق العنان لمواهبه و خواطره، فانتقل بهذه المواهب من حياة الكهوف إلى أفضل صورة من صور الرفاهية، مستغلاً ما وهبه الله من جمال لهذه الطبيعة الخلابة.

وبهذا أصبحت العمارة فن وموهبة وأفكار، تستمد وقودها مما وهبه الله للمعماري من مواهب الجمال. وإذا كان لكل فن أو علم ضوابط وحدود يقف عندها فإن العمارة لا تخضع لأي حد أو قيد، فهي تتأرجح مابين الخيال والواقع؛ والنتيجة قد تكون أبنية متناهية البساطة والصراحة تثير فينا بعض الفضول رغم أنها قد تخبئ لنا العديد من المفاجآت عندما ندخلها ونتفاعل مع تفاصيلها.

وقد يبدو المبنى بسيطاً من الخارج، وكأنه مفكك إلى عدة قطع ضخمة دون الشعور بالاتصال بين هذه القطع؛ مع أنها في حقيقة الأمر متصلة ومترابطة عبر عدة فراغات وجسور. وقد يعتمد المبنى في تركيبته الهندسية اعتماداً كلياً على شكل هندسي منتظم كوحدة متكررة في كل أجزاء المبنى، وإن كانت أحياناً تحّرف وتقطع لتخرج بتركيبة بصرية لا توحي بارتباطها بالشكل المنتظم.

إن عملية التصميم لأي منشأ أو مبنى تتم عبر عدة مراحل حتى يتم إنجازه على أكمل وجه، تبدأ أولا بمرحلة التصميم المعماري حيث يتم في هذه المرحلة تحديد شكل المنشأ ويؤخذ بعين الاعتبار تحقيق الوظائف والمتطلبات المختلفة التي من أجلها سيتم إنشاء هذا المبنى، حيث يجري توزيع أولي لمرافقه، بهدف تحقيق الفراغات والأبعاد المطلوبة وتحديد مواقع الأعمدة والمحاور، وتتم في هذه العملية أيضا دراسة الإنارة والتهوية والحركة والتنقل وغيرها من المتطلبات الوظيفية.

وبعد الانتهاء من مرحلة التصميم المعماري وإخراجها بصورتها النهائية تبدأ عملية التصميم الإنشائي التي تهدف إلى تحديد أبعاد العناصر الإنشائية وخصائصها اعتمادا على الأحمال المختلفة الواقعة عليها والتي يتم نقلها عبر هذه العناصر إلى الأساسات ومن ثم إلى التربة.

## ٢-٢ لمحة عامة عن المشروع :

ان النمو العمراني المستمر في البيرة يؤثر على مركز المدينة مما أدى الى ازدحام المركبات وصعوبة الوصول اليها ونقص في الخدمات وهذا يتطلب بذل جهود اكبر لتخفيف الضغط على وسط مدينة البيرة من خلال التحرك نحو مناطق التوسع الحضري في اعقاب التجارب العالمية كنموذج لحل المشكلة لذلك يهدف المشروع المقترح الى اختيار موقع مناسب داخل مناطق التوسعة في مدينة البيرة حيث يخفف من حد الازمة في وسط المدينة.

## ٢-٣ موقع المشروع :

لتصميم أي مشروع فإنه ينبغي دراسة الموقع المراد تشييد المبنى فيه بعناية فائقة سواء تعلق ذلك بالموقع الجغرافي أم بتأثير القوى المناخية السائدة في المنطقة. بحيث تصان العناصر القائمة و علاقاتها بالتصميم المقترح في تآلف وتناغم لتحقيق التصميم الأمثل.

فلذلك يجب إعطاء فكرة عامة عن عناصر الموقع، من توضيح لمقاسات الأرض المقترحة للبناء، علاقة الموقع بالشوارع والخدمات المحيطة، ارتفاع المباني المحيطة، واتجاه الرياح السائدة والضجيج ومسار الشمس.

الموقع المقترح للمشروع هو جزء من ارض مساحتها (٤٣٢٨م٢) بالقرب من موقع المقر العام للدفاع المدني الفلسطيني في مدينة البيرة ، ترتفع قطعة الأرض ٨٨٥م عن سطح البحر ،

**الشكل (٢-١) خارطة الموقع الجغرافي لقطعة الارض .**

## ٢-٣-١ أهمية الموقع :

**الشروط العامة لاختيار الموقع :**

إن عمليه اختيار ارض لإقامة مركز صحي لا تقيم بشكل أساسي لتوفر قطعه الأرض بل تقيم على أسس ومعايير تساعد في وضع قرار سليم يوجه المشروع إلى ذلك المسلك الذي يضفي على خدمات المشروع وأجزائه صبغه التكامل والتوافق مع النسيج الحضري العام . وفيما يلي عدة نقاط مهمة في عملية اختيار ارض لمركز صحي :

١.جغرافيه الموقع : هو الجانب الذي يختص في دراسة موقع الأرض بالنسبة للنسيج العمراني بشكل عام ، وتأثير الموقع على وظيفة المبنى ، ودراسة المناخ وطبوغرافية الأرض .
٢.شبكه المواصلات : هو الجانب الذي يتم فيه دراسة الطرق الرئيسية والفرعية المؤدية للموقع.
٣.الغطاء النباتي : هو الجانب الذي يتحدث عن طبيعة الأرض من حيث احتوائها على الغطاء النباتي من أشجار ونباتات .
٤.أنماط المباني المحيطة : طبيعة المباني المحيطة بقطعة الأرض ونوعها ، تجارية ،صناعية ، سكنية، أم خدماتية ...الخ . وكيفيه تأثير هذه المباني على قطعه الأرض وتأثيرها على المبنى المراد إنشاؤه ، ونوعية مواد البناء المستخدمة في المباني المحيطة وارتفاعاتها إن وجدت .

## ٢-٣-٢ حركة الشمس و الرياح :

تتعرض مدينة البيرة إلى رياح شمالية غربية وهي رياح باردة جدا وجافة ،واليها يعود انخفاض الحرارة في المناطق المرتفعة، كما تتعرض إلى الرياح الجنوبية الغربية وهي رياح محملة بالأمطار والرطوبة .ونظراً لموقعها الجغرافي فإن الرياح الغربية تهب عليها وتصطدم بتيارات دافئة ، وتلتقي تلك القادمة من الشرق بالرياح القادمة من الغرب فتقلل من رطوبتها وتجعلها أكثر انسجاما ، إذ تجعل الهواء معتدلا جافا كما تهب على المدينة رياح جافة كرياح الخماسين في أواخر فصل الربيع.

إن دراسة حركة الشمس والرياح من العوامل المهمة في تحليل المبنى، فالشمس طاقة مرغوب فيها، وتوجيه المبنى تجاه الشمس مع حمايته من السطوع الواقع عليه من المنطقة الغربية هي وسيلة ناجحة في الحصول على أكبر قدر ممكن من الطاقة الشمسية في أيام البرد، والتقليل من كمية الطاقة المستهلكة للتدفئة، وللرياح تأثير كبير على المباني، فهي تعد حمل أفقي يؤثر على جدران المبنى، وبالتالي على الهيكل الإنشائي له فيجب مراعاة تأثير الرياح والشمس على المبنى ليتم تصميمه بشكل يلبي شروط التصميم المتعلقة بالتهوية.

## ٢-٣-٣ الرطوبة:-

مناخ مدينة البيرة ( رام الله ) يتأثر بمناخ فلسطين الذي يعرف بأنه جاف وحار صيفاً ومعتدل وماطر شتاءً، ومناخ البيرة يتباين تبعاً للتضاريس والمسطحات المائية المجاورة والبعد عن الصحراء، أما فيما يتعلق بالأمطار فإن معدلات التساقط متفاوتة تبعاً لتضاريس المنطقة الجغرافية حيث تتراوح ما بين (٤٠٠-٦٠٠ ملم) سنوياً.

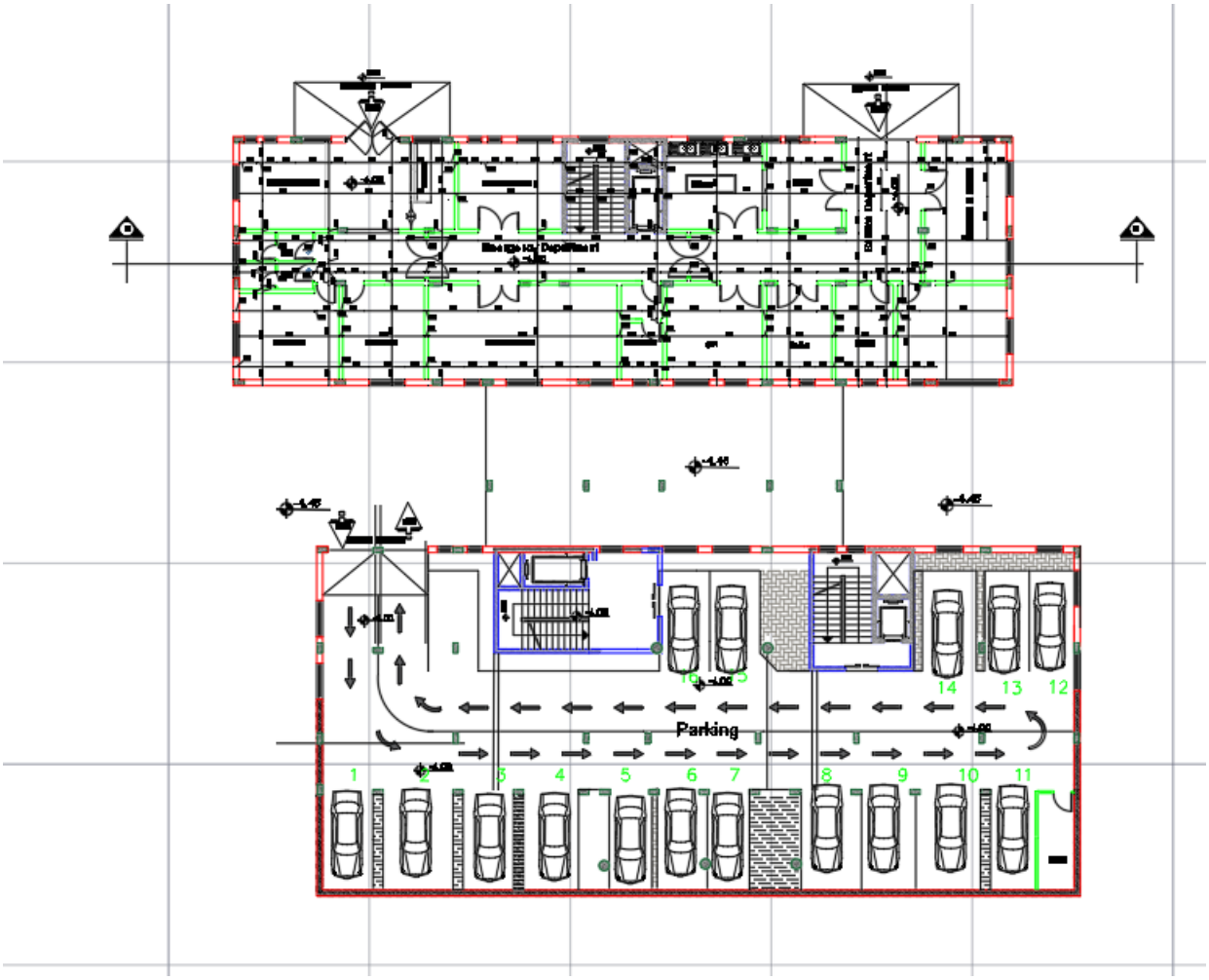
## ٢-٤ وصف طوابق المشروع :-

يتكون المشروع من ثلاثة طوابق ذات تنوع خدماتي ، وهو عبارة عن عيادات ذو مرافق متعددة، التوزيع المعماري لهذه المرافق يتسم بالتعقيد وعدم التماثل بين الطوابق وهذا أدى إلى صعوبة في التصميم الإنشائي للمشروع .

### ٢-٤-١ الطابق التسوية:-

(منسوب -4.00 م) بمساحة تقدر بـ 1160 م$^2$.

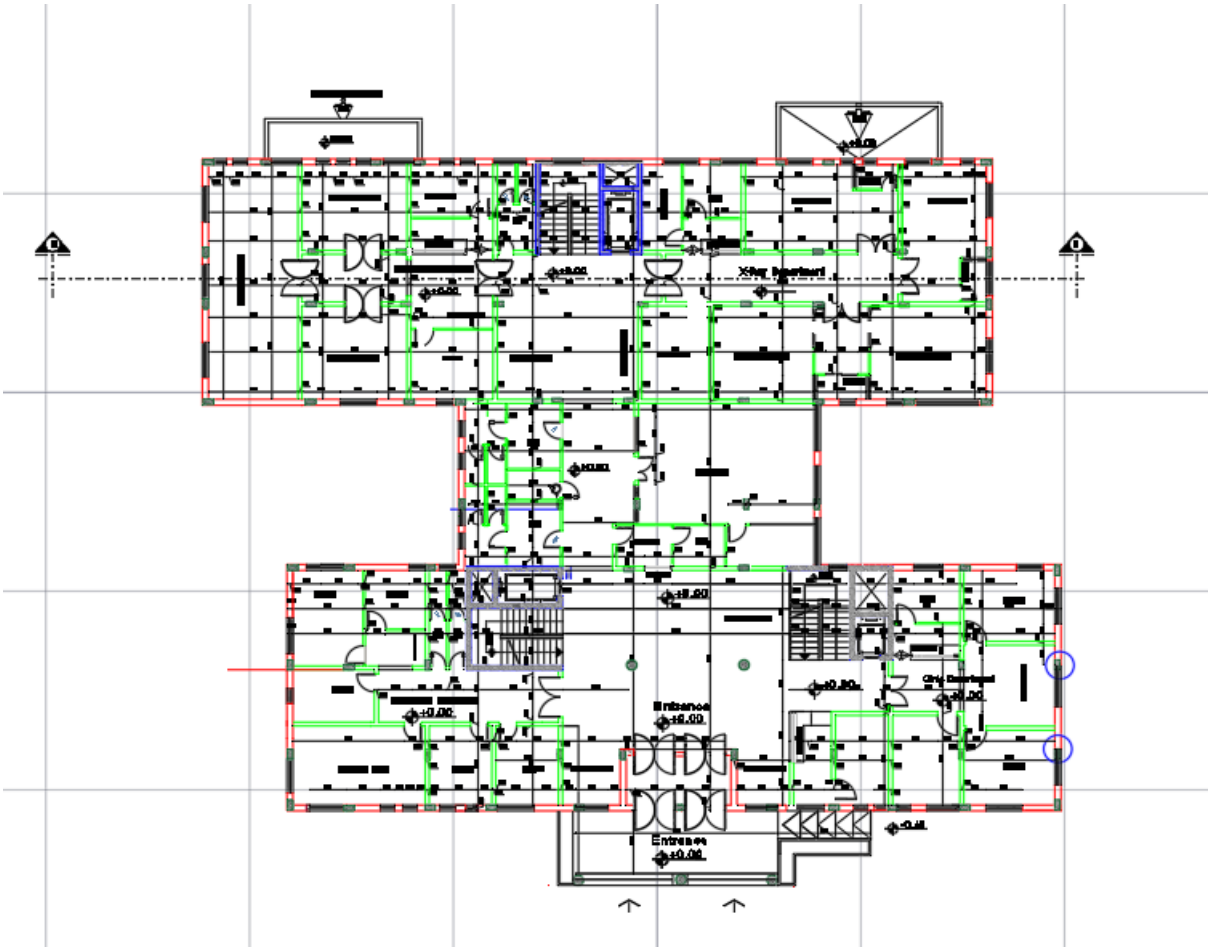
يتكون الطابق التسوية من مواقف للسيارات وغرفة محول ومخازن للمحلات كما هو موضح في الشكل (٢-٢) .




**الشكل (٢-٢) : مسقط الطابق التسوية.**

## ٢-٤-٢ الطابق الارضي:-

(منسوب0.00 + م) بمساحة تقدر ب 950 م$^{٢}$.
يتكون الطابق الأرضي من مكاتب وعيادات وغرف للاطباء وغرف للمرض وغرف للعاملين ومختبارات وحمامات (٢-٣) .

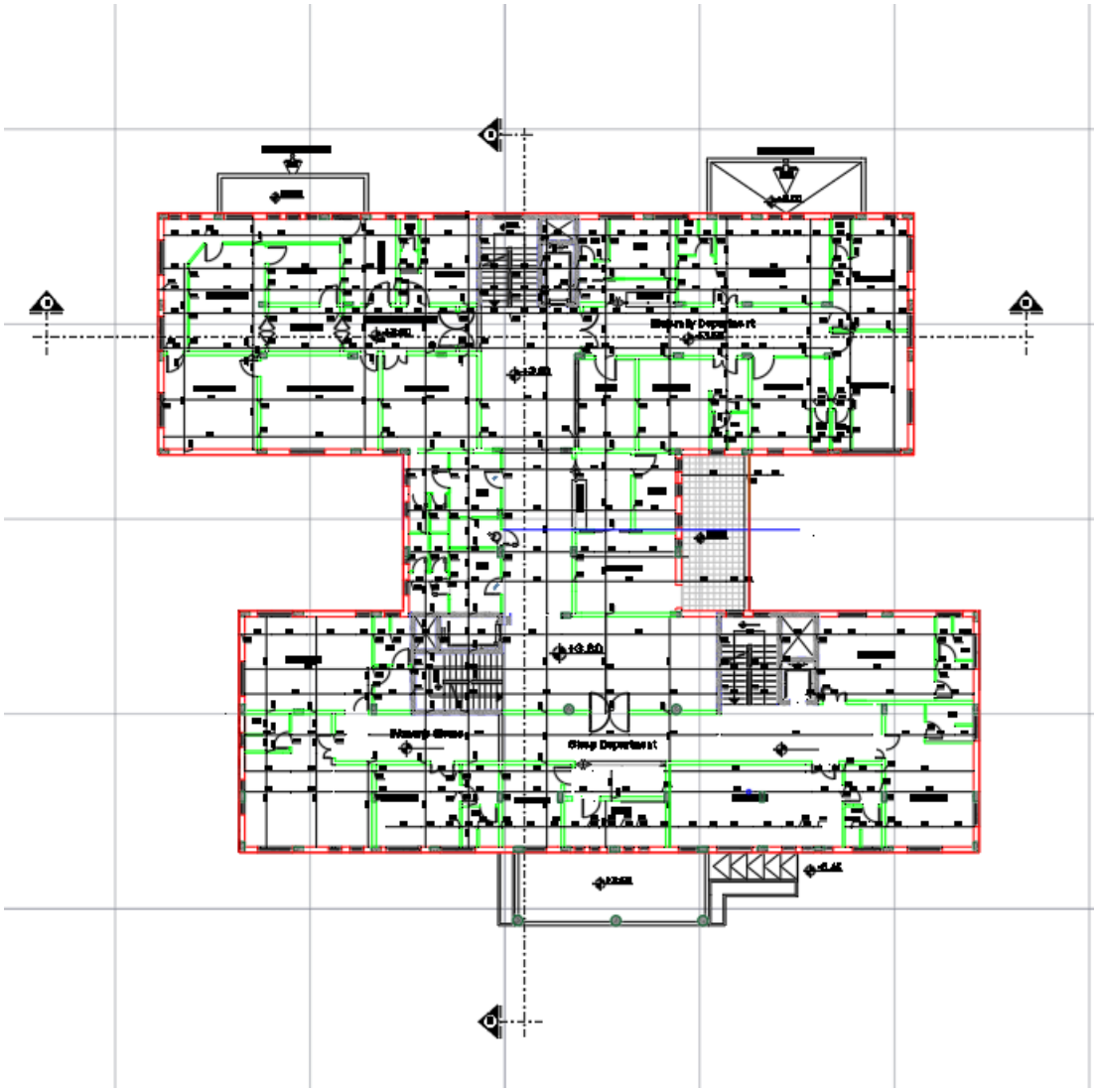


**الشكل (٢-٣): المسقط الأفقي للطابق الأرضي.**

## ٢-٤-٣ الطابق الاول:-

(منسوب3.6+ م) بمساحة تقدر ب 950 م$^{٢}$.

يتكون الطابق الاول من غرف نوم للمرضى وحمامات وغرف اطباء والمحاسب (٢-٤) .

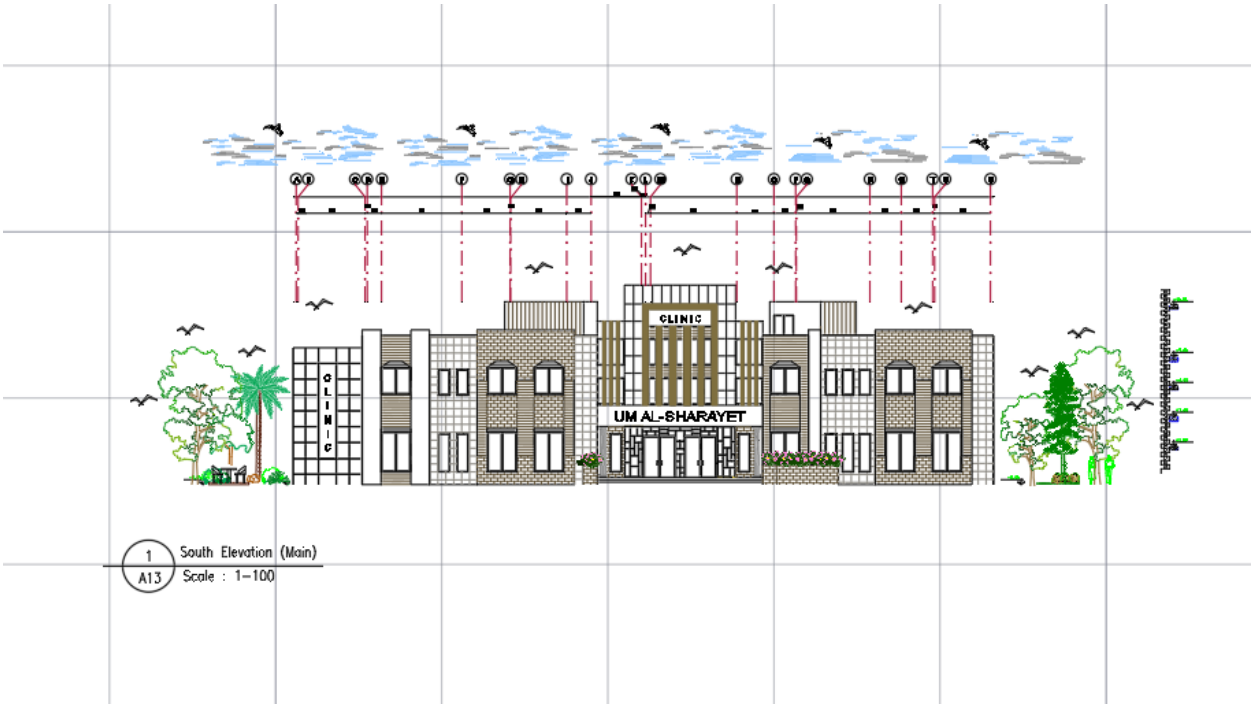


**الشكل (٢-٤) : المسقط الأفقي للطابق الاول .**

## ٢-٥ الواجهات :-

### ٢-٥-١ الواجهة الرئيسية (الشمالية ) :

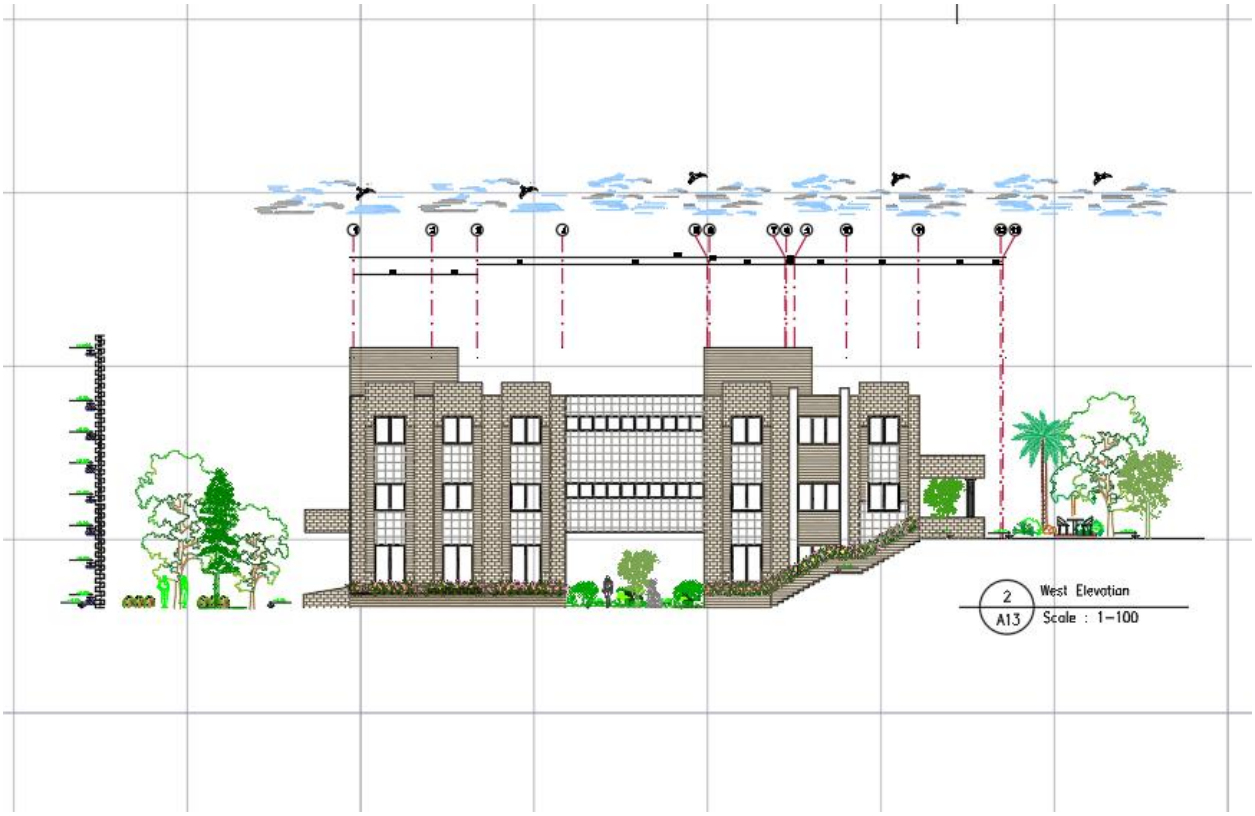
و يظهر فيها المدخل الرئيسي الاول للمبنى ، وجمالية توزيع الكتل المعمارية .




**الشكل (٢-٥): الواجهة الشمالية .**

## ٢-٥-٢ الواجهة الغربية:

**تظهر الكتل المعمارية بشكل أوضح.**




**الشكل (٢-٦) :الواجهة الغربية.**

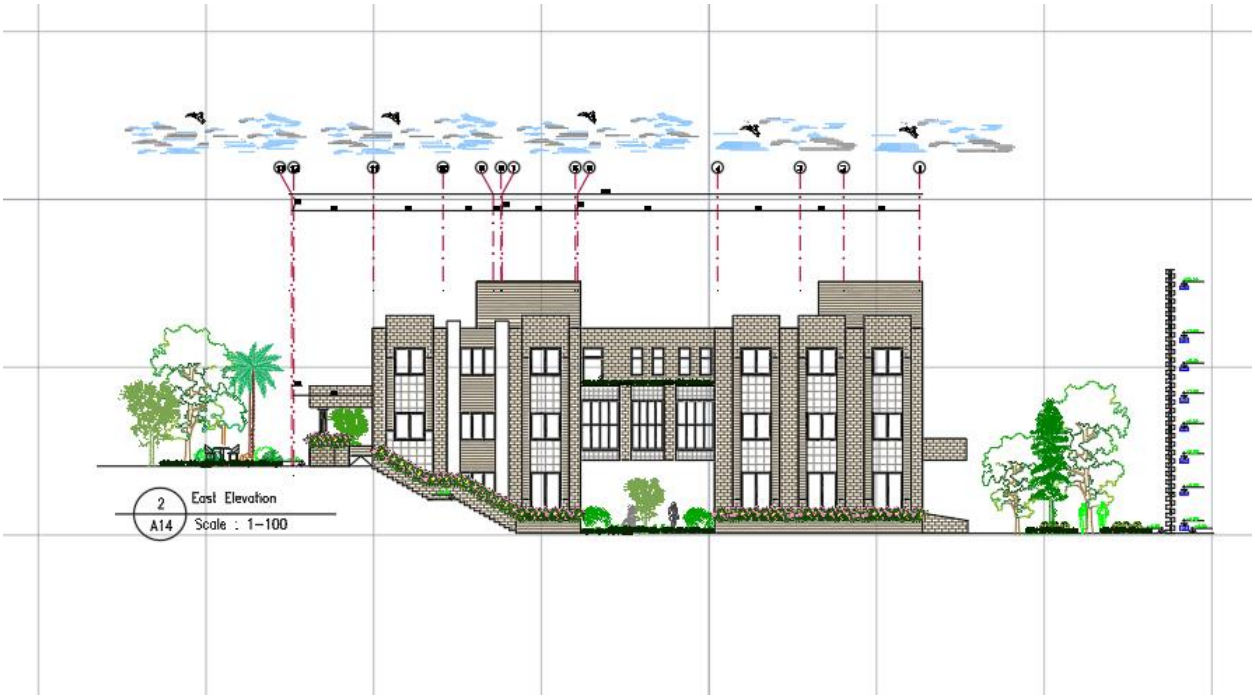
## ٢-٥-٣ الواجهة الجنوبية :

و يظهر فيها جمال توزيع الكتل المعمارية.

**الشكل (٢-٧) :الواجهة الجنوبية .**

## ٢-٥-٤ الواجهة الشرقية :

و يظهر فيها مدخل للحديقة من داخل المبنى للحديقة الخارجية .

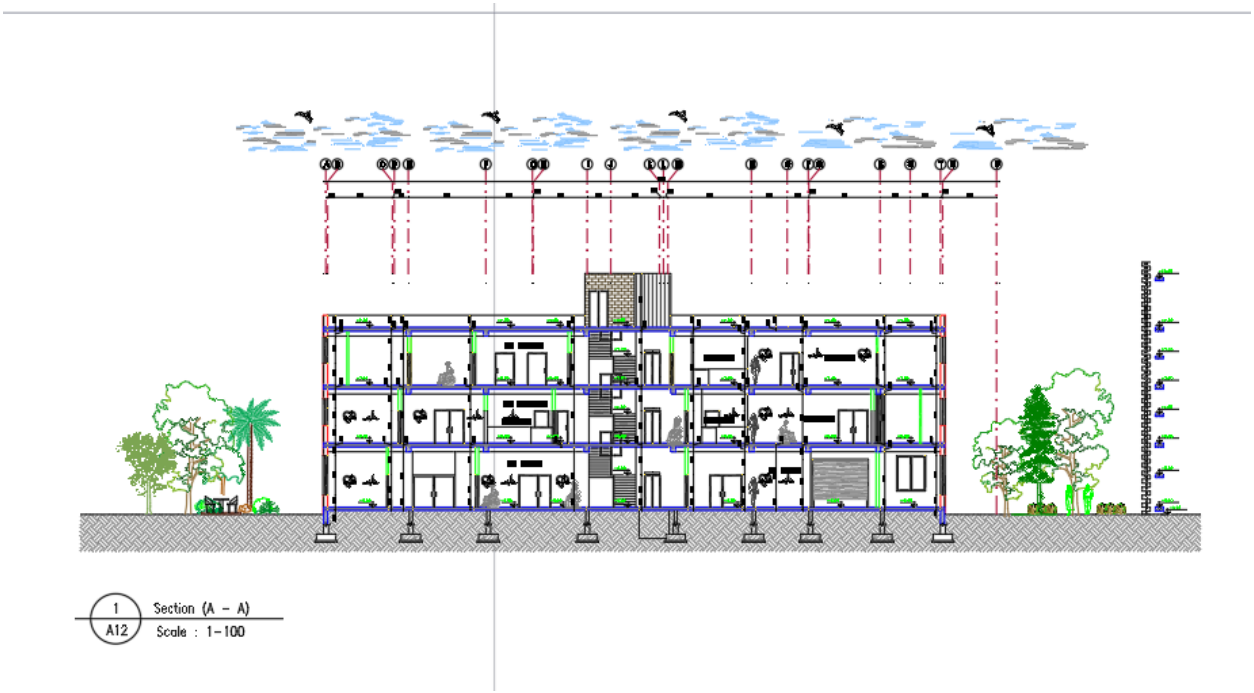



**الشكل (٢-٨) :الواجهة الشرقية .**

## ٢-٦ المقاطع :-

### ٢-٦-١ المقطع A-A:

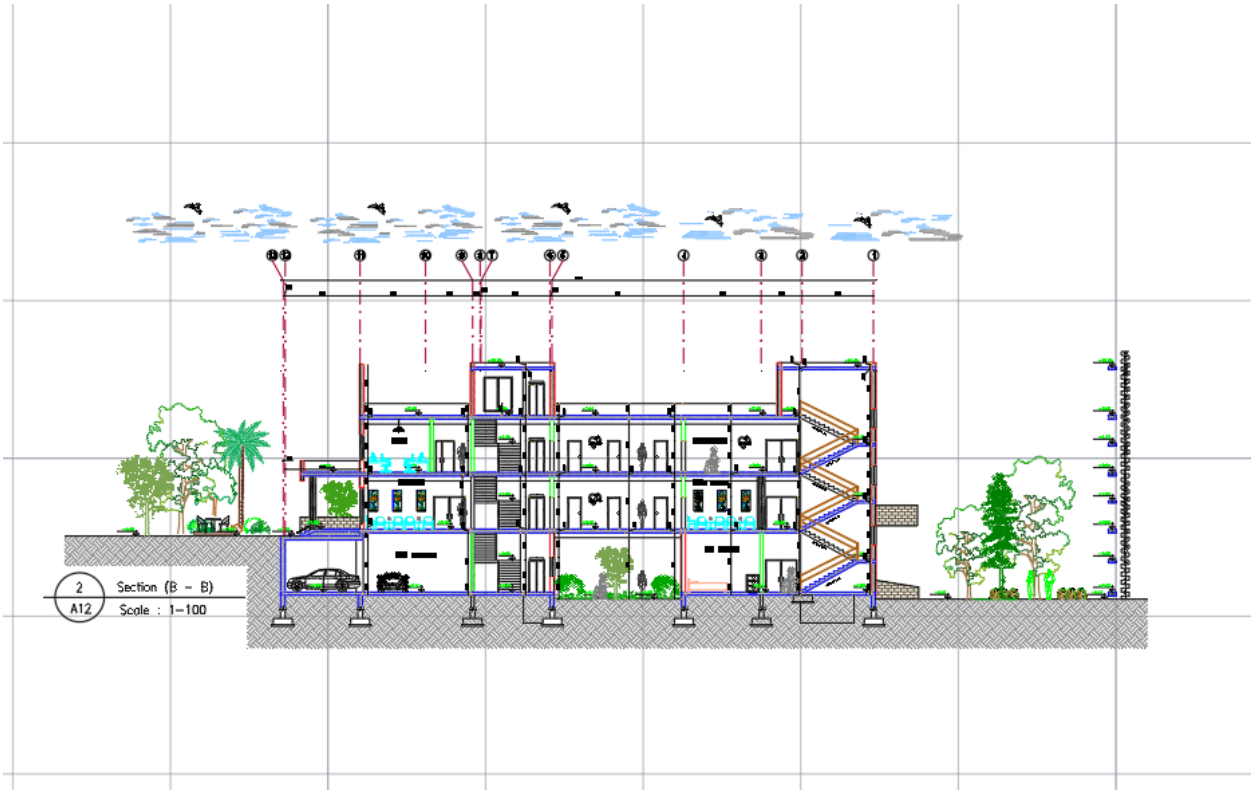
يقطع في طابق التسوية قسم الطوارئ وقسم الخدمات ، ويقطع في الطابق الارضي قسم الاستقبال وقسم المختبرات وقسم الأشعة وغرف المرضى ،ويقطع في الطابق الاول قسم الولادة وقسم الاستقبال وقسم العمليات ، وكذلك يظهر ارتفاعات الطوابق وأيضاً يبين أستمرارية الدرج الذي يربط الطوابق ببعضها كما موضح في الشكل :




**الشكل (٢-٩) :االمقطع أ-أ**

## ٢-٦-٢ المقطع B-B:

يقطع في الطابق التسوية موقف السيارات وقسم الطوارئ وفي طابق الارضي المدخل ومنطقة الانتظار وفي طابق الاول المكاتب الاطباء ومنطقة الانتظار كما موضح في الشكل:




**الشكل (٢-١٠) :المقطع ب-ب .**

## ٢-٦ وصف الحركة و المداخل :-

تم تصميم المنشأة بحيث تتيح حرية و سهولة التنقل بين أجزاء المبنى و طوابقه من خلال المصاعد الموزعة على كافة أجزاء المبنى.

## ٢-٧ المداخل :-

يحتوي المشروع على :

١. المدخل الشمالي وهو المدخل الرئيسي للمشف
٢. المدخل الغربي وهو المدخل الرئيسي الجانبي .

# ٣

## الـفـصـل الـثـالـث

## الـــوصـــف الإنْـشَـــائِـي

**٣-١ مقدمة .**

**٣-٢ الهدف من التصميم الإنشائي .**

**٣-٣ مراحل التصميم الإنشائي .**

**٣-٤ الأحمال.**

**٣-٥ الاختبارات العملية .**

**٣-٦ العناصر الإنشائية المكونة للمبنى .**

**٣-٧ فواصل التمدد .**

**٣-٨ برامج الحاسوب.**

## ٣-١ مـقدمـة :-

بعد دراسة المشروع من الناحية المعمارية لابد من الانتقال للجانب الإنشائي لدراسة العناصر الإنشائية ووصفها وصفا دقيقا، حيث يتم دراسة طبيعة الأحمال المسلطة على المبنى وكيفية التعامل معها للخروج بتصميم إنشائي يلبي جميع متطلبات الأمان ويراعي الجانب الاقتصادي للمشروع .

كما يتطلب التصميم الإنشائي اختيار العناصر الإنشائية المناسبة للمشروع المراد إنشاؤه ومراعاة قابلية تنفيذها على أرض الواقع بحيث يكون المبنى آمن، ونحافظ على التصاميم المعمارية.

## ٣-٢ الهدف من التصميم الإنشائي:-

التصميم الإنشائي عملية متكاملة تعتمد على بعضها البعض حيث تلبي مجموعة من الأهداف والعوامل التي من شأنها الخروج بمنشأ يحقق الهدف المرجو منه، وهذه الأهداف هي على النحو التالي:-

١- الأمان (Safety) : حيث يكون المبنى آمن في جميع الأحوال ومقاوم للتغيرات الطبيعية المختلفة.
٢- والتكلفة الاقتصادية (Economical): وهي تحقيق اكبر قدر من الأمان للمنشأ بأقل تكلفة اقتصادية.
٣- ضمان كفاءة الاستخدام (Serviceability): تجنب أي خلل في المنشأ كوجود بعض التشققات وبعض أنواع الهبوط التي من شأنها أن تضايق مستخدمي المبنى .
٤- الحفاظ على التصميم المعماري للمنشأ.

## ٣-٣ مراحل التصميم الإنشائي:-

يمكن تقسيم مراحل التصميم الإنشائي إلى مرحلتين رئيسيتين:

**المرحلة الأولى :-**

وهي الدراسة الأولية للمشروع من حيث طبيعة المشروع وحجمه، بالإضافة لفهم المشروع من جميع جوانبه المختلفة ، وتحديد مواد البناء التي سوف يتم اعتمادها للمشروع، ثم عمل التحاليل الإنشائية الأساسية لهذا النظام ، والأبعاد الأولية المتوقعة منه.

**المرحلة الثانية:**

تتمثل في التصميم الإنشائي لكل جزء من أجزاء المنشأ، بشكل مفصل ودقيق وفقاً للنظام الإنشائي الذي تمّ اختياره وعمل التفاصيل الإنشائية اللازمة له من حيث رسم المساقط الأفقية والقطاعات الرأسية وتفاصيل تفريد حديد التسليح.

## ٣-٤ الأحمـال:-

تقسم الأحمال التي يتعرض لها المبنى إلى أنواع مختلفة وهي كما يلي:-

### ٣-٤-١ الأحمال الميتة :-

هي الأحمال الناتجة عن الوزن الذاتي للعناصر الرئيسة التي يتكون منها المنشأ، بصورة دائمة وثابتة، من حيث المقدار والموقع ، بالإضافة لأجزاء إضافية كالقواطع الداخلية باختلافها وأي أعمال ميكانيكية أو إضافات تنفذ بشكل دائم وثابت في المبنى، ويمكن حسابها من خلال تحديد أبعاد العنصر الإنشائي، وكثافات المواد المكونة له ، والجدول (٣-١) يبين الكثافات النوعية للمواد المستخدمة في المشروع .

جدول ( ٣-١) الكثافة النوعية للمواد المستخدمة .

| الرقم المتسلسل | المادة المستخدمة | الكثافة المستخدمة ($kN/m^3$) |
|---|---|---|
| 1 | المونة والقصارة | 22 |
| 2 | الرمل | 17 |
| 3 | الخرسانة | 25 |
| 4 | الطوب | 10 |
| 5 | البلاط | 23 |

أحمال القواطع ( Partition) = 2.3 $kN/m^2$

### ٣-٤-٢ الأحمال الحية:-

وهي الأحمال التي تتغير من حيث المقدار والموقع بصورة مستمرة كالأشخاص، الأثاث، الاجهزة ، والمعدات ، وتعتمد قيمة هذه الأحمال على طبيعة الاستخدام للمنشأ و يؤخذ عادة مقدارها من جداول خاصة في الكودات المختلفة، والجدول (٣-٢) يبين الأحمال الحية في المشروع والمحددة بالرجوع إلى الكود الأردني.

| الرقم المتسلسل | طبيعة الاستخدام | الحمل الحي ($kN/m^2$) |
|---|---|---|
| 1 | المكاتب | 2.5 |
| 2 | المطابخ` | 4.5 |
| 3 | الادراج | 4.5 |
| 4 | الممرات | 4.5 |
| 5 | المصعد | 10 |
| 6 | مساحات بمقاعد غير ثابتة | 3.5 |
| 7 | قاعات التجمع بمقاعد ثابتة | 4 |

### ٣-٤-٣ الأحمال البيئية:

وتشمل الأحمال التي تنتج بسبب التغيرات الطبيعية التي تمر على المنشأ كالثلوج والرياح وأحمال الهزات الأرضية، والأحمال الناتجة عن ضغط التربة، وهي تختلف من حيث المقدار والاتجاه ومن منطقة لأخرى، و يمكن اعتبارها جزءاً من الأحمال الحية وهي كما يلي:-

### ٣-٤-٣-١ أحمال الرياح :

أحمال الرياح تؤثر بقوى أفقية على المبنى ولتحديد أحمال الرياح تم الاعتماد على سرعة الرياح القصوى التي تتغير بتغير ارتفاع المنشأ عن سطح الأرض وموقعه من حيث إحاطته بمباني مرتفعة أو وجود المنشأ نفسه في موقع مرتفع أو منخفض والعديد من المتغيرات الأخرى .

وسيتم اعتماد الكود الألماني ( DIN 1055-5)للحصول على قيم قوى الرياح الأفقية ، وهذا يظهر جليا في المعادلة التالية ، وباستخدام الجدول رقم (٣-٣) الموضح فيما يلي :-

| Height Above the surface(m) | 0 to 8 | >8 to 20 | >20 to 100 | >100 |
|---|---|---|---|---|
| Wind Speed (m/sec) | 28.3 | 35.8 | 42 | 45.6 |
| Wind velocity Pressure (KN/m2) | 0.50 | 0.80 | 1.1 | 1.30 |

جدول ( ٣ – ٣ ) سرعة وضغط الرياح اعتمادا على الكود الألماني DIN 1055-5

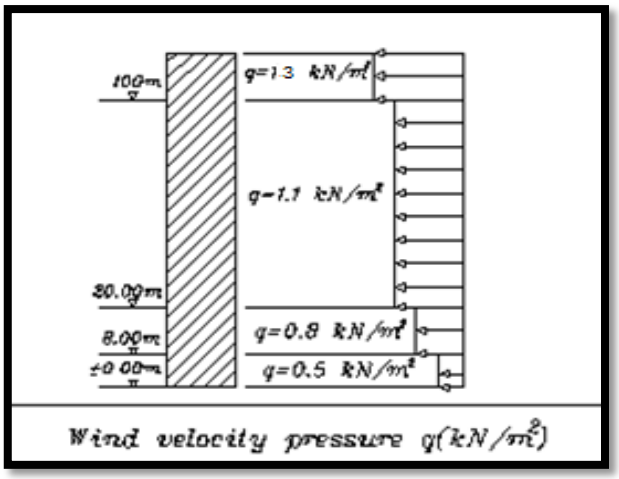
$$q = \frac{v^2}{1600}$$

حيث أن :

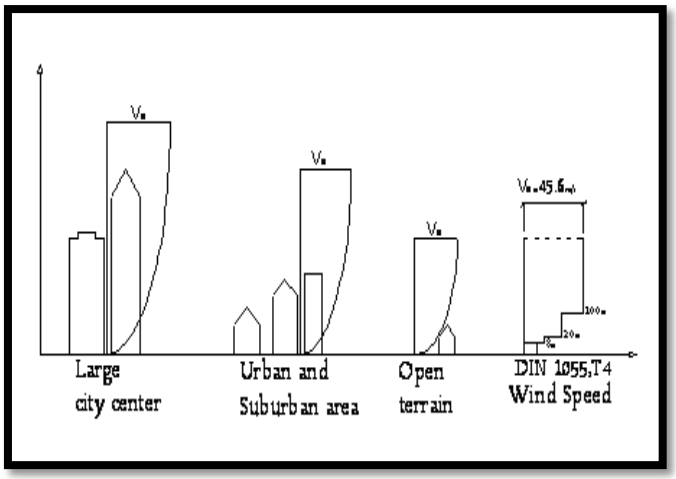
**q**: (wind velocity pressure) الضغط الديناميكي للرياح على ارتفاع محدد من منسوب سطح الأرض المحيطة ( $KN/m^2$).

V : السرعة التصميمية للرياح (m/sec) .

ويبين الشكل التالي تأثير الرياح على المباني من حيث ارتفاع المبنى والبيئة المحيطة به .




الشكل (٣-١) تأثير الرياح على المباني من حيث ارتفاع




الشكل (٣-٢) تأثير الرياح على المباني من حيث البيئة المحيطة به

### ٣-٤-٣-٢ أحمال الثلوج:

تعتمد أحمال الثلوج على ارتفاع المنطقة عن سطح البحر، وعلى شكل السقف ، ويتم تحديدها باستخدام Codesالبناء المختلفة ، من خلال جداول تأخذ ارتفاع المُنشأ عن سطح البحر و زاوية ميل السقف كأساس لتحديد قيمة القوى التي تؤثر بها على المنشأ.

و الجدول التالي يبين قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر مأخوذا من كود البناء الأردني.

| أحمال الثلوج (KN /M²) | علو المنشأ عن سطح البحر (H) (بالمتر ) |
|---|---|
| 0 | h < 250 |
| (h-250) /1000 | 500 > h > 250 |
| (h-400) / 400 | 1500 > h > 500 |
| (h – 812.5)/ 250 | 2500 > h > 1500 |

جدول ( ٣ – ٤ ) احمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر .

استناداً إلى جدول أحمال الثلوج السابق وبعد تحديد ارتفاع المبنى عن سطح البحر، و الذي يساوي (885م) وتبعاً للبند الثالث تم حساب أحمال الثلوج كالأتي:

$$s_L = \frac{h - 400}{400}$$

$$s_L = \frac{885 - 400}{400}$$

$$s_L = 1.21(\text{KN}/\text{m}^2)$$

### ٣-٤-٣-٣ أحمال الزلازل:

تنتج الزلازل عن اهتزازات أفقية ورأسية ، بسبب الحركة النسبية لطبقات الأرض الصخرية، فتنتج عنها قوى قص تؤثر على المنشأة، ويجب أن تؤخذ هذه الأحمال بعين الاعتبار عند التصميم وذلك لضمان مقاومة المبنى للزلازل في حال حدثت وبالتالي التقليل من الأضرار المحتملة نتيجة حدوث الزلزال.

وسيتم مقاومتها في هذا المشروع عن طريق جدران القص الموزعة في المبنى بناءً على الحسابات الإنشائية لها. الذي ستستخدم من أجله،لتجنب الآثار الناتجة عن الزلازل مثل :

- حدود صلاحية المبنى للتشغيل (Serviceability) من حيث تجنب أي هبوط زائد (Deflection) و تجنب التشققات (Cracks) التي تؤثر سلباً على المنظر المعماري المطلوب.
- الشكل و النواحي الجمالية للمنشأ.

## ٣-٥ الاختبارات العملية:

يسبق الدراسة الإنشائية لأي مبنى ، عمل الدراسات الجيوتقنية للموقع، ويعنى بها جميع الأعمال التي لها علاقة باستكشاف الموقع ودراسة التربة والصخور والمياه الجوفية ، وتحليل المعلومات وترجمتها للتنبؤ بطريقة تصرف التربة ،عند البناء عليها، وأكثر ما يهتم به المهندس الإنشائي هو الحصول على قوة تحمل التربة (Bearing Capacity) اللازمة لتصميم أساسات المبنى.

## ٣-٦العناصر الإنشائية المكونة للمبنى:

تتكون المباني عادةً من مجموعة عناصر إنشائية تتقاطع مع بعضها لتقاوم الأحمال الواقعة على البناء، وتشمل: العقدات، والجسور، والأعمدة، وجدران القص، والأدراج، والأساسات. و يحتوي المشروع العناصر التالية :

### ٣-٦-١ العقدات:

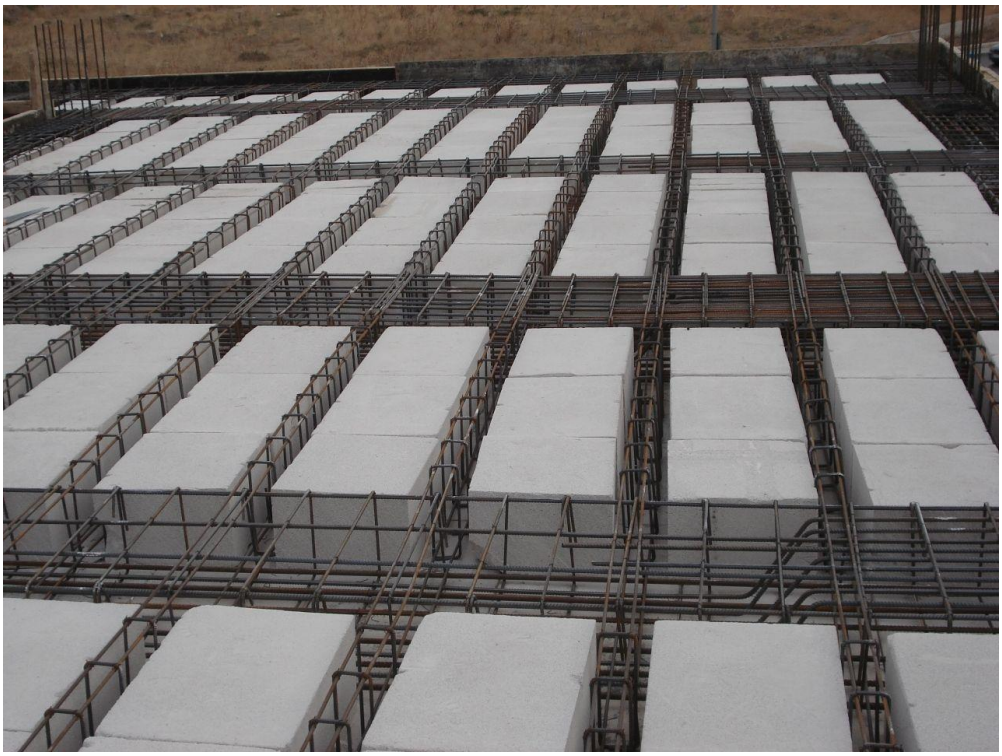
يوجد العديد من الفعاليات المختلفة في المبنى ومراعاة للمتطلبات المعمارية فإنه سيتم استخدام نوع واحد من العقدات في المشروع:

١. عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab).

### ٣-٦-١-١ عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab)

إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في هذه البلاد وتتكون من صف من الطوب يليها العصب، ويكون التسليح باتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (٣-٣).

.



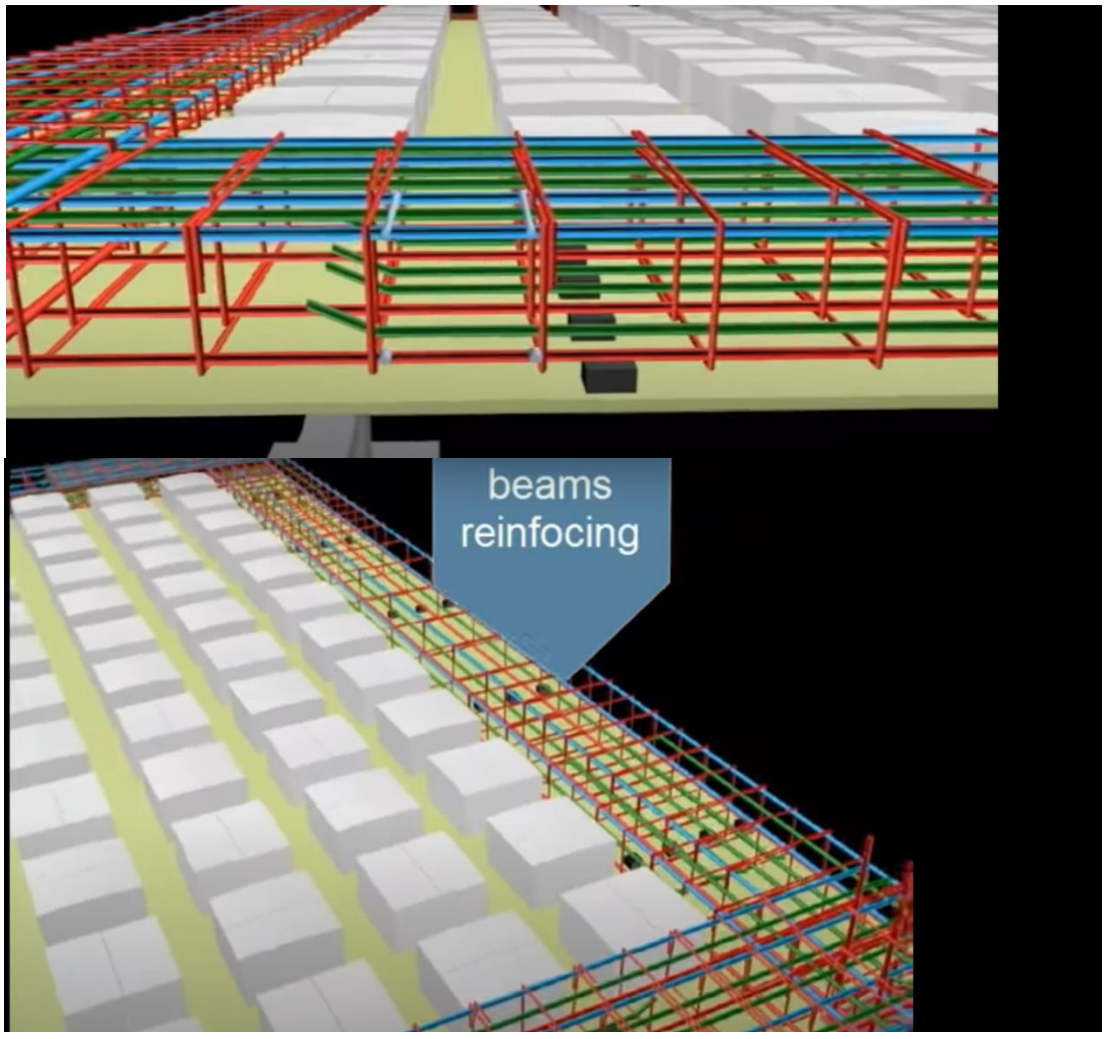
الشكل ( ٣ – ٣ ) العقدات العصب ذات الاتجاه الواحد .

## ٣-٦-٢ الجسور:

وهي عناصر أساسية في المبنى تقوم بنقل الأحمال الواقعة على الأعصاب إلى الأعمدة، ، حيث تقسم إلى:

١- جسور (Rectangular) .
٢- جسور ( . (T-section
٣- جسور L-section)) .

ويكون التسليح بقضبان الحديد الأفقية لمقاومة العزم الواقع على الجسر، و بالكانات لمقاومة قوى القص ، والشكل (٣-٤) يبين أنواع الجسور التي استخدمت في المشروع.

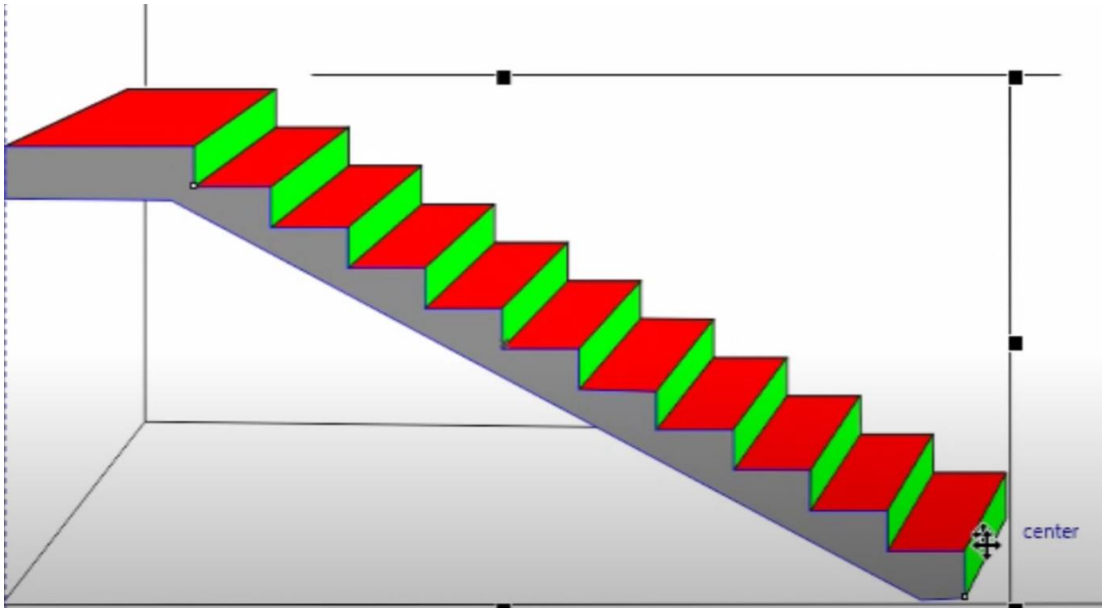


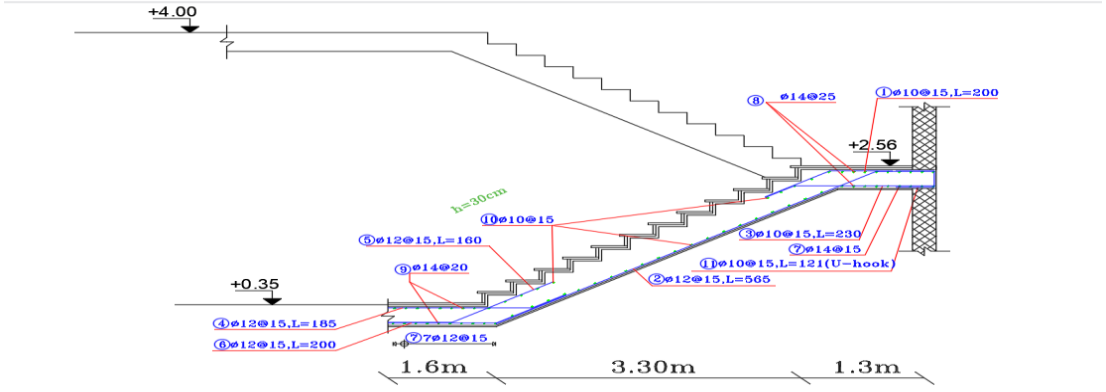

الشكل ( ٣ – ٤ ) الجسور .

.

## ٣-٦-٣ الأدراج :

الأدراج عبارة عن العنصر المعماري و الإنشائي المسؤول عن الانتقال الراسي بين الطبقات في المبنى حيث يتم تقسيم ارتفاع الطابق إلى ارتفاعات صغيرة تمثل ارتفاع الدرجة الواحدة .ويتم تصميم الدرج إنشائيا باعتباره عقدة مصمتة في اتجاه واحد ، وتم استخدامها في مشروعي بشكل واضح موزعة على أرجاء. كما مبين في الشكل (٣-٥)




الشكل (٣-٥) الدرج

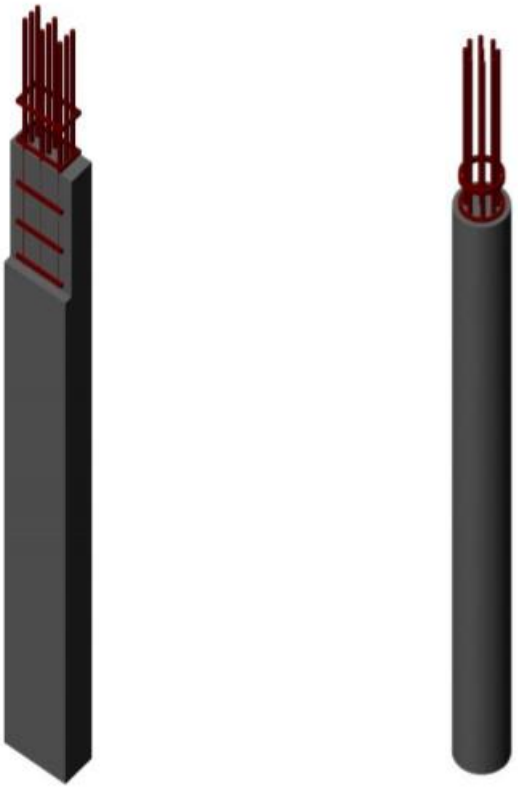
## ٣-٦-٤ الأعمدة:

هي عنصر أساسي ورئيسي في المنشأ ، حيث تنتقل الأحمال من العقدة إلى الجسور ، وتنقلها الجسور بدورها إلى الأعمدة ، ثم إلى أساسات المبنى، لذلك فهي عنصر وسطي وأساسي، فيجب تصميمها بحرص لتكون قادرة على نقل وتوزيع الأحمال الواقعة عليها،والأعمدة نوعين من حيث التعامل معها في التصميم الإنشائي:

١- الأعمدة القصيرة short column)).

٢- الأعمدة الطويلة long column)).

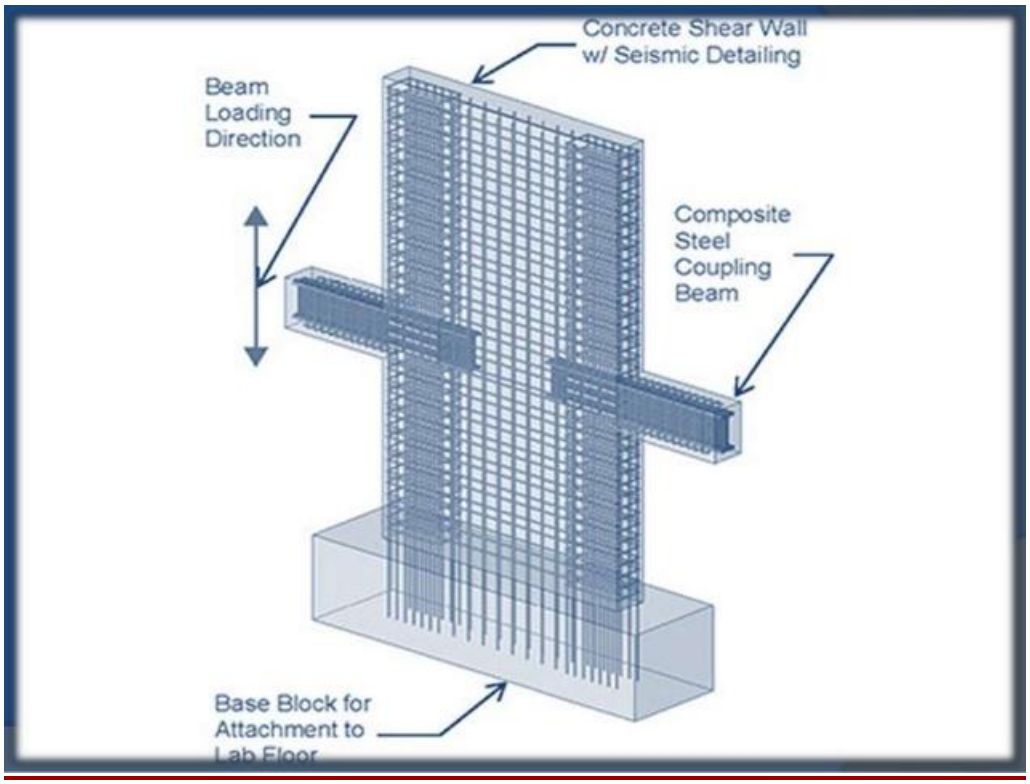
أما من حيث الشكل المعماري أو المقطع الهندسي فالمشروع يحتوي على أعمدة مستطيلة وأعمدة دائرية كما في الشكل (٣-٦)



الشكل (٣-٦) الأعمدة المستطيلة والدائرية

## ٣-٦-٥ جدران القص (shear walls):

هي الجدران التي تحيط بيت الدرج، وجدران المصاعد، وأحيانا في بعض المناطق في المبنى حسب ما تقتضي الحاجة ، ووظيفة جدران القص مقاومة قوى القص الأفقية التي قد يتعرض لها المنشأ نتيجة لأحمال الزلازل والرياح إضافة إلى كونها جدران حاملة، ويراعى توفرها في اتجاهين متعامدين في المبنى لتوفير ثبات كامل للمبنى والشكل التالي يبين جدار قص مسلح الشكل (٣-٧).




**الشكل (٣-٧). جدران القص**

## ٣-٦-٦ الجدران الأستنادية:

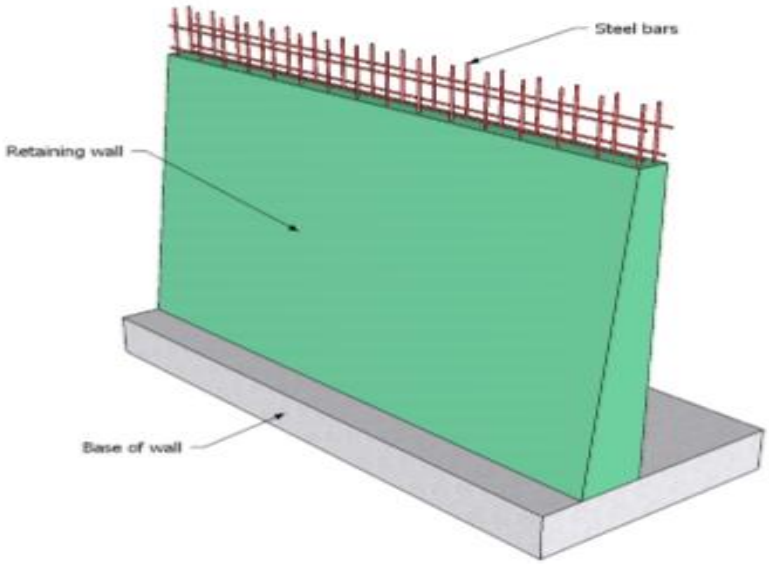
تبنى هذه الحوائط لتسند التراب والماء الذي خلفها وما ينتج عن هذا التراب من ضغوط تحاول أن تقلب أو تحرك هذا الجدار، وتصمم الجدران الإستنادية لمقاومة وزن التربة راسيا وضغوط التربة الأفقية وقوى الرفع من المياه الجوفية. ويمكن أن تنفذ الجدران الإستنادية من الخرسانة المسلحة أو العادية أو من الحجر . وهناك عدة أنواع من الجدران الإستنادية منها :

جدران الجاذبية (gravity walls) التي تعتمد على وزنها .

الجدران الكابولية (cantilever walls) .

جدران مدعمة (braced walls)

وكان في مشروعنا جدران ال basement wall حيث تم حساب احماله وقيم الحديد الخاص به وتم رسمه باستخدام برنامج الاتوكاد ووضع تفصيلاته .




الشكل ٣-٨ جدار استنادي

## ٣-٦-٧ الأساسات :

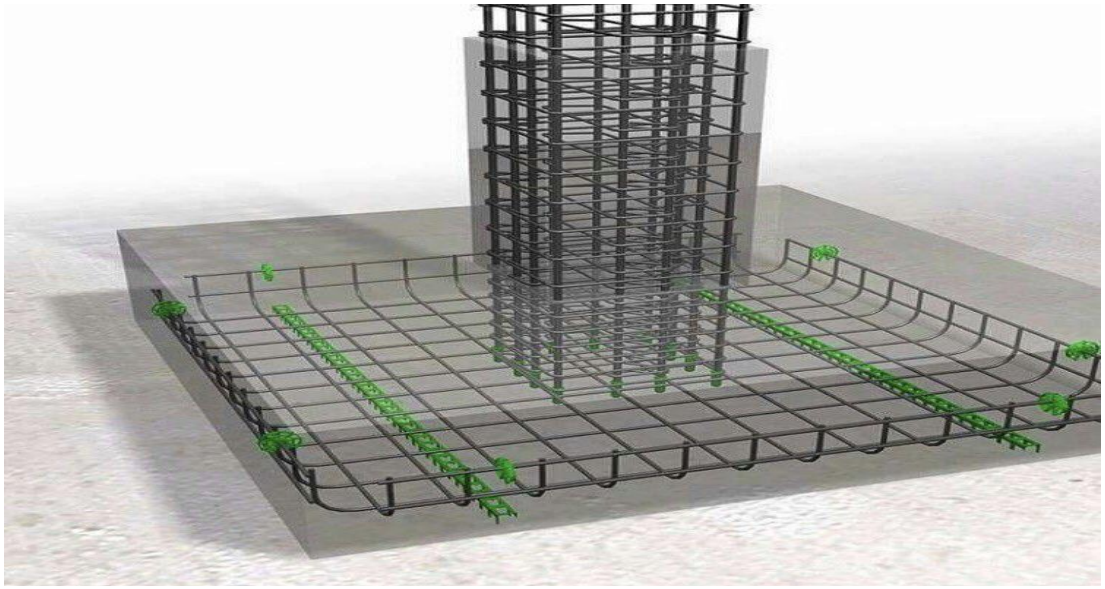
الأساسات هي أول ما يبدأ بتنفيذها عند بناء المنشأ، إلا أن تصميمها يتم بعد الانتهاء من تصميم كافة العناصر الإنشائية في المبنى، حيث تقوم الأساسات بنقل الأحمال من الأعمدة والجدران الحاملة إلى التربة على شكل قوة ضغط، وهي على عدة أنواع كما يلي:-

- الأساسات السطحية: والتي تكون على أعماق قريبة من سطح الأرض وهي :

١- أساسات منفصلة ((Isolated footing.
٢- أساسات مزدوجة(Compound footing) .
٣- أساسات شريطية ((Strip footing.
٤- أساسات اللبشة (Mat footing).

- الأساسات العميقة(Deep Foundation ): يتم استخدامها عندما تكون قوة التحمل للتربة صغيرة ، أو عند عدم تواجد طبقات تربة جيدة على أعماق قريبة .

الاساسات التي استخدمت في هذا المشروع (الاساسات الشريطية و الاساسات المزدوجة و الاساسات المنفصلة).



الشكل ٣-٩ الاساس المفرد

## ٣-٧ برامج الحاسوب التي تم استخدامها:

١. AutoCAD (2018) for Drawings Structural and Architectural.
٢. Microsoft Office (2010) For Text Edition.
٣. Excel.
٤. Atir 18.

4

# Chapter Four

## Structural Analysis and Design

**4-1 Introduction**

**4-2 Design method and requirements.**

**4-3 Check of Minimum Thickness of Structural Member.**

**4-4 Design of Topping .**

**4-5 Design of One Way Rib Slab (R6).**

**4-6 Design of Beam (BG,07).**

**4-7 Design of Column (C60).**

**4-8 Design of Basement Wall.**

**4-9 Design of Stair .**

**4-10 Design of Isolated Footing (F5).**

**4-11 Design of Shear Wall (sw11).**

## 4.1 Introduction:

Many structures are built of reinforced concrete: bridges, buildings, retaining walls, tunnels, and others.

Reinforced concrete is logical union of two materials: plain concrete, which possesses high compressive strength but little tensile strength, and steel bars embedded in the concrete, which can provide the needed strength in tension.

Plain concrete is made by mixing cement, fine aggregate, coarse aggregate, water, and frequently admixtures.

Understanding of reinforced concrete behavior is still far from complete, building codes and specifications that give design procedures are continually changing to reflect latest knowledge.

Structural concrete can be classified into:

- Lightweight concrete with unit weight from about 1350 to 1850 kg/$m^3$.
- Normal weight concrete with unit weight from about 1800 to 2400 kg/$m^3$.
- Heavyweight concrete with unit weight from about 3200 to 5600 kg/$m^3$.

## 4-2 Design Method and Requirements

The design strength provided by a member is calculated in accordance with the requirements and assumptions of ACI_code (318_11).

### ✔ Strength design method:-

In ultimate strength design method, the service loads are increased by factors to obtain the load at which failure is considered to be occurring.
This load called factored load or factored service load. The structure or structural element is then proportioned such that the strength is reached when factored load is acting. The computation of this strength takes into account the nonlinear stress-strain behavior of concrete.
The strength design method is expressed by the following,

Strength provided ≥ strength required to carry factored loads.

**NOTE:-**

The statically calculation and the key plans dependent on the architectural plans.

### ✔ Code:-

ACI 2011

UBC

✔ **Material:-**

Concrete:-B350

$fc' = 35N/mm^2(MPa)$ For circular section

but for rectangular section ( $fc' = 35*0.8 = 28MPa$ ).

Reinforcement steel:-

The specified yield strength of the reinforcement ( fy = 420 N/mm² (MPa) ).

✔ **Factored loads:-**

The factored loads for members in our project are determined by:-

**$W_u = 1.2\ D_L + 1.6\ L_L$** **ACI-code-318-11(9.2.1)**

## 4.3 Check of Minimum Thickness of Structural Member:

Minimum Thickness of Non prestressed Beam or One-Way Slabs Unless Deflections are Calculated. **(ACI 318M-11)**.

**Table (4.1): The Minimum Thickness of Structural Member.**

| Minimum thickness( h) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Member** | **Simply supported** | **One end Continuous** | **Both end continuous** | **Cantilever** |
| **solid one way slabs** | L/20 | L/24 | L/28 | L/10 |
| **Beams or ribbed one way slabs** | L/16 | L/18.5 | L/21 | L/8 |

**For Rib :-**

$h_{min}$for(one end continuous)=L/18.5=5. 21/18.5=28.16cm

$h_{min}$for(both end continuous)=L/21= 6.25/21=29.76cm

**24 cm block + 8 cm topping = 32cm**

## 4.4 Design of Topping

### ✔ Statically System For Topping :-

Consider the topping as strip of (1m) width, and span of mold length with both end fixed in the ribs.

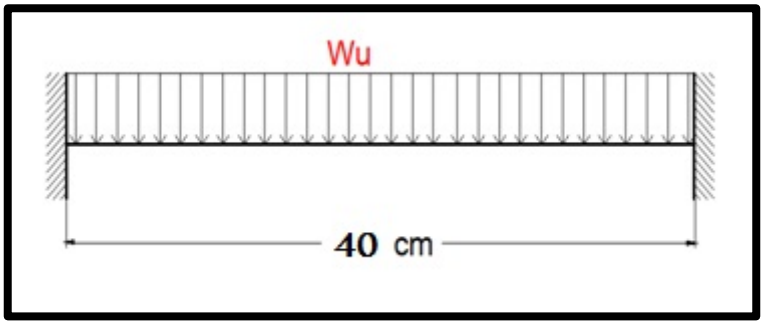



**Fig 4.1: Topping Load.**

### ✔ Load Calculations:-

**Dead Load:-**

**Table ( 4.2 ): Dead Load Calculation of Topping for 1 m strip**

| No. | Parts of Rib | Calculation | |
|---|---|---|---|
| 1 | Tiles | 0.03*23*1 = 0.69 KN/m | |
| 2 | Mortar | 0.03*22*1 = 0.66 KN/m | |
| 3 | Coarse Sand | 0.07*17*1 = 1.19KN/m | |
| 4 | Topping | 0.08*24*1 = 1.92 KN/m | |
| 5 | Interior partitions | 2.3*1=2.3 KN/m | |
| | | Sum = | 6.76KN/m |

**Live Load :-**

$L_L$ =2.6KN/$m^2$

$L_L$ =5 KN/$m^2$×1m=5 KN/m

**Factored Load :-**

$W_U$ = 1.2 ×6.76 + 1.6×2.6 =16.112KN/m

Check the strength condition for plain concrete, $øM_n \geq M_u$, where ø = 0.55

$M_n = 0.42\ \lambda \sqrt{f'_c}\ S_m$ **(ACI 22.5.1, equation 22-2)**

$$S_m = \frac{b.h^2}{6} = \frac{1000.80^2}{6} = 1066666.67\ mm^2$$

$\phi M_n = 0.55 \times 0.42 \times 1 \times \sqrt{28} \times 1066666.67 \times 10^{-6} = 1.3038 KN.m$

$M_u = \frac{W_u L^2}{12} = 0.2148 KN.m$ (negative moment)

$M_u = \frac{W_u L^2}{24} = 0.1074.m$ (positive moment)

$\phi M_n >> M_u = 0.2148\ KN.m$

No reinforcement is required by analysis. **According to ACI 10.5.4**, provide $A_{s,min}$ for slabs as shrinkage and temperature reinforcement.

$\rho_{shrinkage} = 0.0018$ **ACI 7.12.2.1**

$A_s = \rho \times b \times h_{topping} = 0.0018 \times 1000 \times 80 = 144\ mm^2/m$

Step (s) is the smallest of:

1. 3h = 3×80 =240 mm ***control*** **ACI 10.5.4**
2. 450mm.
3. $S = 380\left(\frac{280}{f_s}\right) - 2.5C = 380\left(\frac{280}{\frac{2}{3}420}\right) - 2.5\ .20 = 330mm$ **ACI 10.6.4**

**Take ø 8 @ 200 mm in both direction , S = 200 mm <$S_{max}$ = 240 mm … OK**

## 4.5 Design of One Way Rib Slab (R6)

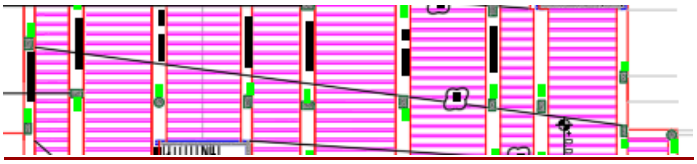


**Fig (4-2) : Rib 6.**

**Requirements For Ribbed Slab Floor According to *ACI- (318-11)* .**

bw ≥ 10cm……**ACI(8.13.2)**

Select bw=12 cm

h ≤ 3.5*bw ……**ACI(8.13.2)**

Select h=32cm<3.5*12= 42 cm

tf ≥ Ln/12≥50mm ……..**ACI(8.13.6.1)**

Select tf=8cm

✔ **Material :-**

⇒ concrete B350 Fc' = 28 N/mm$^2$

⇒ Reinforcement Steel fy = 420 N/mm$^2$

✔ **Section :-**

⇒ B = 520mm

⇒ Bw= 120 mm

⇒ h= 320 mm

⇒ t= 80 mm

⇒ d=320-20-10-12/2= 284mm

## ✔ Load Calculation:-

### Dead Load:-

**Table ( 4.3 ): Dead Load Calculation of Rib(R1).**

| No. | Parts of Rib | Calculation |
|---|---|---|
| 1 | **Tiles** | 0.03*23*0.52 = 0.3588 KN/m/rib |
| 2 | **Mortar** | 0.03*22*0.52 = 0.3432 KN/m/rib |
| 3 | **Coarse Sand** | 0.07*17*0.52 = 0.6188 KN/m/rib |
| 4 | **Topping** | 0.08*25*0.52 = 1.04 KN/m/rib |
| 5 | **RC. Rib** | 0.24*25*0.12 = 0.72KN/m/rib |
| 6 | **Hollow Block** | 0.24*10*0.4 = 0.96KN/m/rib |
| 7 | **plaster** | 0.03*22*0.52= 0.343 KN/m/rib |
| 8 | **partions** | 2.3*0.52= 1.196KN/m/rib |
| | | **Sum = 5.58 KN/m/rib** |

**Dead Load /rib = 5.58KN/m**

### Live Load:-

Live load = 5KN/$M^2$

Live load /rib = 5KN/$m^2$ × 0.52m = 2.6 KN/m.

- Effective Flange Width ( $b_E$ ):-**ACI-318-11 (8.10.2)**

$b_E$ For T- section is the smallest of the following:-

$b_E$ = L / 4 = 330/ 4 =82.5cm (L is The smaller clear span for rib)

$b_E$ = 12 + 16 t = 12 + 16 (8) = 140 cm

$b_E$ = $b_e$ ≤ center to center spacing between adjacent beams = 52 cm. ***Control***

$b_E$ **For T-section = 52cm .**

## ✔ Statically System and Dimensions:-

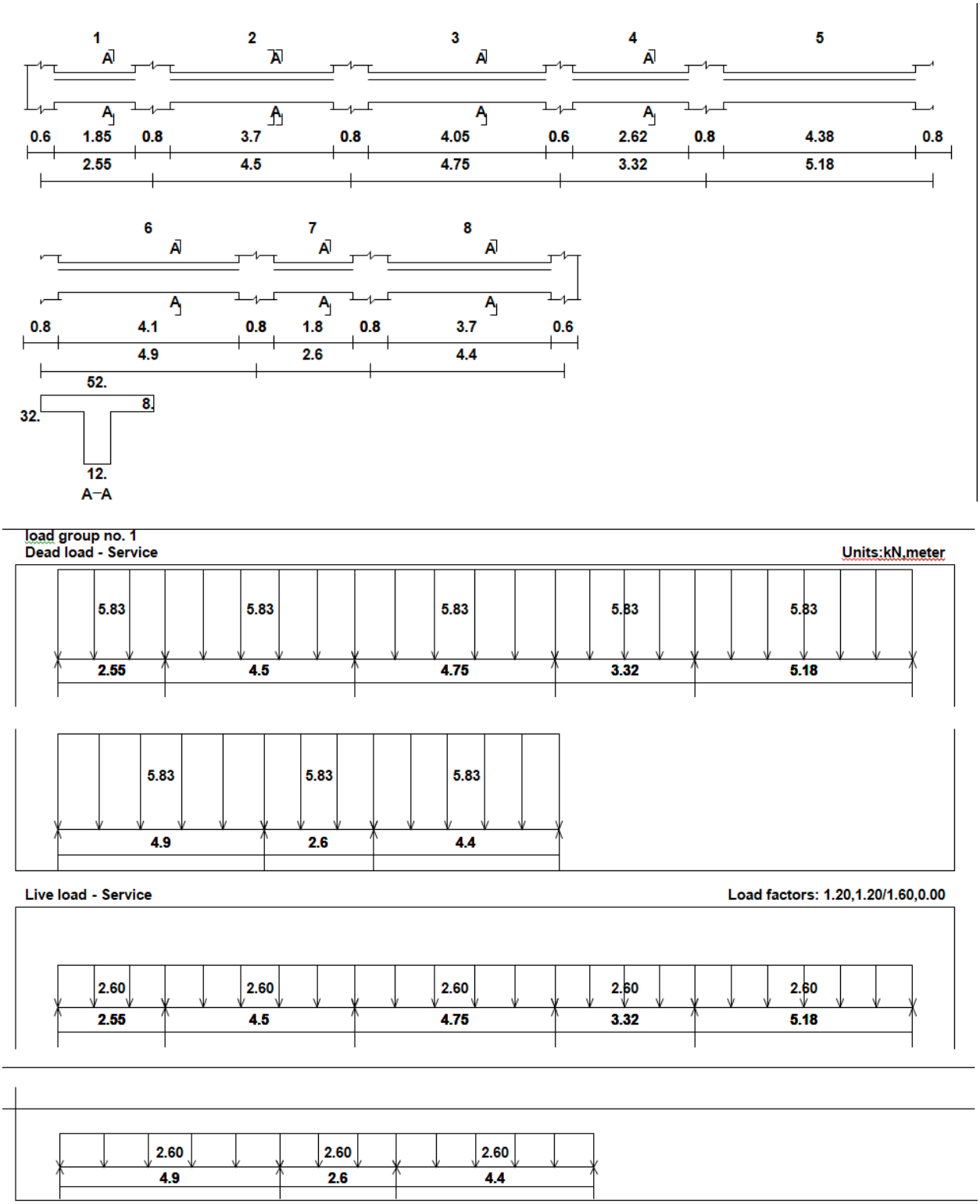



**Fig 4.3: Statically System and Loads Distribution of Rib(R6).**

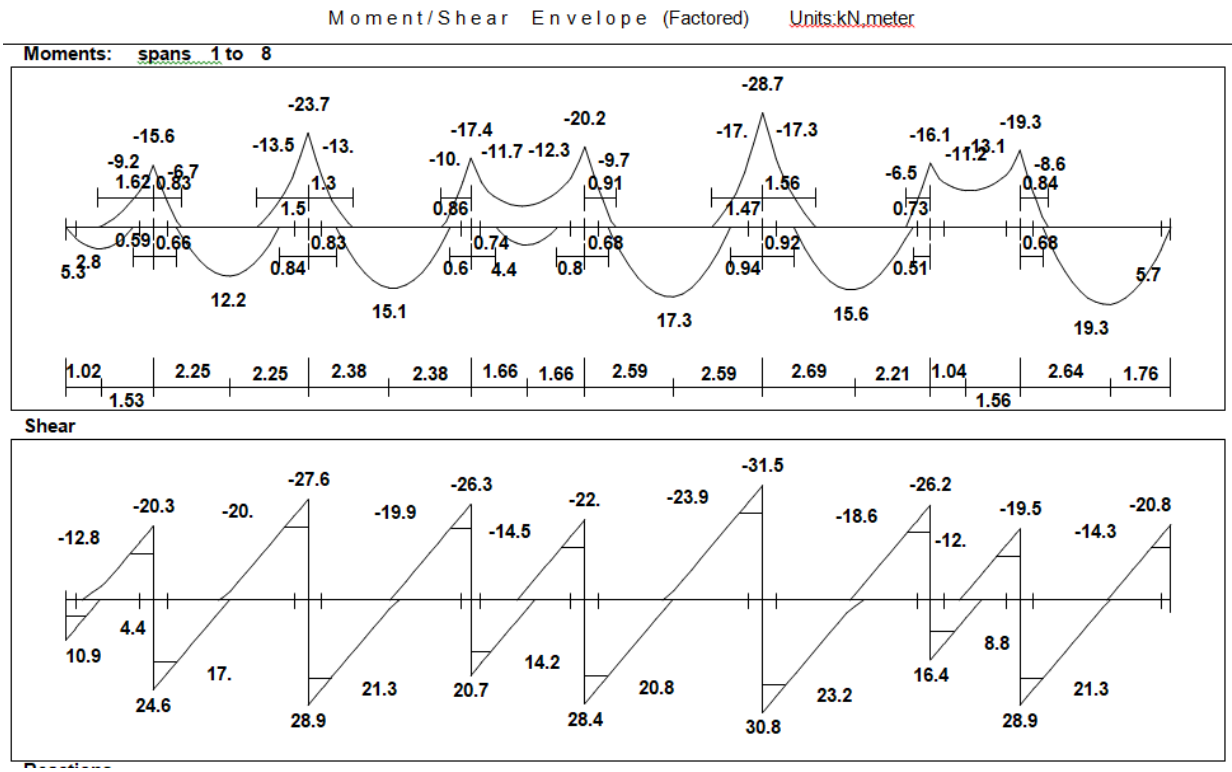



**Fig 4.4: Shear and Moment Envelope Diagram of Rib (R6 ).**

## ✔ Moment Design for (R6):-

### 1. Design of Positive Moment for (Rib6 ):-(Mu=19.3KN.m)

Assume bar diameter ø 12 for main positive reinforcement

d =h- cover - $d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 10 - \frac{12}{2} = 284\ mm$

Check if a>$h_f$ to determine whether the section will act as rectangular or T- section.

$M_{nf} = 0.85.f'_c.b_e.h_f.(d - \frac{h_f}{2})$

$= 0.85 \times 28 \times 520 \times 80 \times \left(284 - \frac{80}{2}\right) \times 10^{-6} = 241.58KN.m$

$M_n \gg \frac{M_u}{\varphi} = \frac{19.3}{0.9}$= 21.45KN.m , the section will be designed as rectangular section

with $b_e$ =520 mm.

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{21.45\times10^6}{0.9\times520\times284^2} = 0.568\ Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{420}{0.85\times28} = 17.647$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{17.647}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times17.647\times0.568}{420}}\right) = 0.00137$

$A_{s,req}$ = ρ.b.d = 0.00137 ×520×284= 202.32mm$^2$

**Check for As min:-**

$$A_{s\ min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d)$$ **ACI-318 (10.5.1)**

$$A_{s\ min} = 107.34\ mm^2$$

$$A_{s\ min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d)$$

$$A_{s\ min} = 113.6\ mm^2$$ **controls**

$As_{req}$= 202.32mm$^2$ >$As_{min}$= 113.6 mm$^2$ **OK**

**Use 2 ø 12 ,$A_{s,provided}$= 226.2 mm$^2$>$A_{s,required}$=202.32 mm$^2$ …. Ok**

$S = \frac{120-40-20-(2\times12)}{1} = 36mm > d_b = 12 > 25\ mm \quad OK$

**Check for strain:-**

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{226.2\times420}{0.85\times520\times28} = 7.767mm$

$c = \frac{a}{B_1} = \frac{7.767}{0.85} = 9.03\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{284\ -9.03}{9.03}\right) = 0.09 > 0.005 \qquad 0k$$

## 2. Design of Negative Moment for(Rib6 ) :- (Mu=-17.3KN.m)

Assume bar diameter ø 12 for main negative reinforcement

$d$ =h- cover - $d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 10 - \frac{12}{2} = 284mm$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{16.2\times10^6}{0.9\times120\times284^2} = 1.86\ Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85f_c'} = \frac{420}{0.85\times28} = 17.647$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{17.647}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times17.647\times1.86}{420}}\right) = 0.0046$$

$A_{s,req}$ = ρ.b.d = 0.0046×120×284 = 157.33 mm$^2$

**Check for As min:-**

$$A_{s\ min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d)$$ **ACI-318 (10.5.1)**

$$A_{s\ min} = 99.37107.34\ mm^2$$

$$A_{s\ min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d)$$

$$A_{s\ min} = 113.6\ mm^2$$ **controls**

$As_{req}$ = 158.472$mm^2$ >$As_{min}$113.6 $mm^2$**OK**

**Use 2 ø 12 ,$A_{s,provided}$= 226 $mm^2$>$A_{s,required}$= 158.472$mm^2$… Ok**

$$S = \frac{120-40-20-(2\times12)}{1} = 36\ mm > d_b = 12 > 25\ mm \qquad OK$$

**Check for strain:-**

$$a = \frac{A_{s.fy}}{0.85b\ f_c'} = \frac{226\times420}{0.85\times120\times28} = 33.235\ m$$

$$c = \frac{a}{B_1} = \frac{33.235}{0.85} = 39.1\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{284-39.1}{39.1}\right) = 0.01879 > 0.005 \qquad 0k$$

## ✔ Shear Design for (R 6):-

Shear strength $V_c$, provided by concrete for the joists may be taken 10% greater than for beams. This is mainly due to the interaction between the slab and closely spaced ribs.**(ACI, 8.13.8).**

**$V_u$ at distance d from support=23.9KN for span 1:-**

$$V_c = \frac{1.1}{6}\sqrt{f_c'}b_w d = \frac{1.1}{6}\sqrt{28}\times120\times284\times10^{-3} = 33.06\ KN$$

ø$V_c$ =0.75×33.06 =24.8 KN

0.5 ø $V_c$ =0.5×24.8=12.4 KN

0.5 ø $V_c$ < **$V_u$** < ø $V_c$

Minimum shear reinforcement is required **except for concrete joist construction .So ,No shear reinforcement is provided**

**Use 2leg ø10 @100mm**

## 4.6 Design of Beam (BB, 08)

**Fig (4.5) : BG07**

✔ **Material :-**

⇒ concrete B350 Fc' = 28 N/mm$^2$

⇒ Reinforcement Steel fy = 420 N/mm$^2$

✔ **Section :-**

⇒ B = 80cm

⇒ h=32 cm

⇒ d=320-40-10-20/2=260 mm

## Load Calculations:-

### Dead & Live Load Calculations for Beam(BB 08):-

**The distributed Dead and Live loads acting upon (BB 08) can be defined from the wall above it.**

**1)Dead Load:-**

D.L= DL (rib6)/0.52 + Own weight of beam)

=32.0.3/0.52+0.8*0.32*25

= 61.596+6.4= 68 KN/m

**1)Live Load:-**

**L.L=LL(rib6)/0.52=14.9/0.52=28.673** KN/m **(internal beam).**

## ✔ Statically System and Dimensions:-

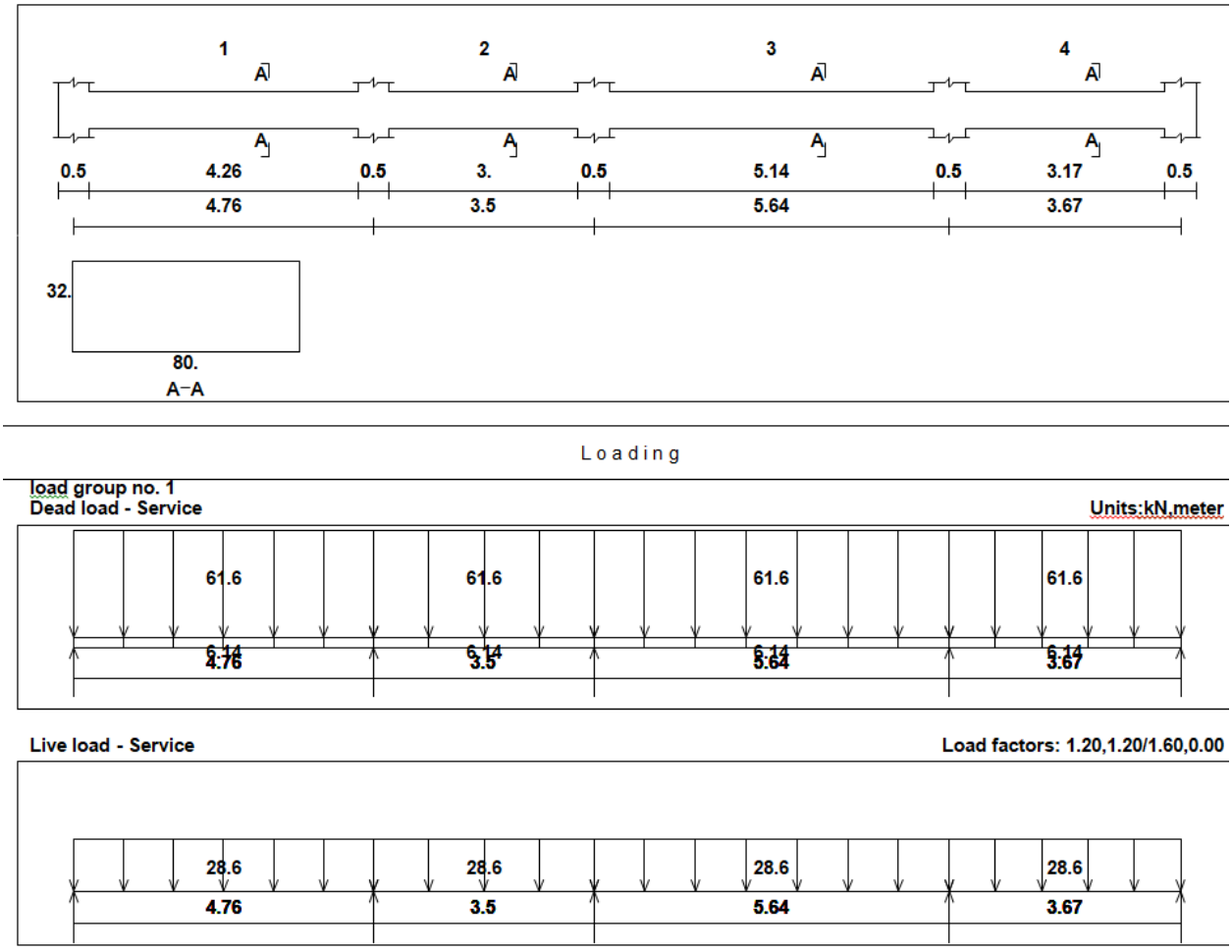



**Fig 4.6: Statically System and Loads Distribution of Beam (BB 08).**

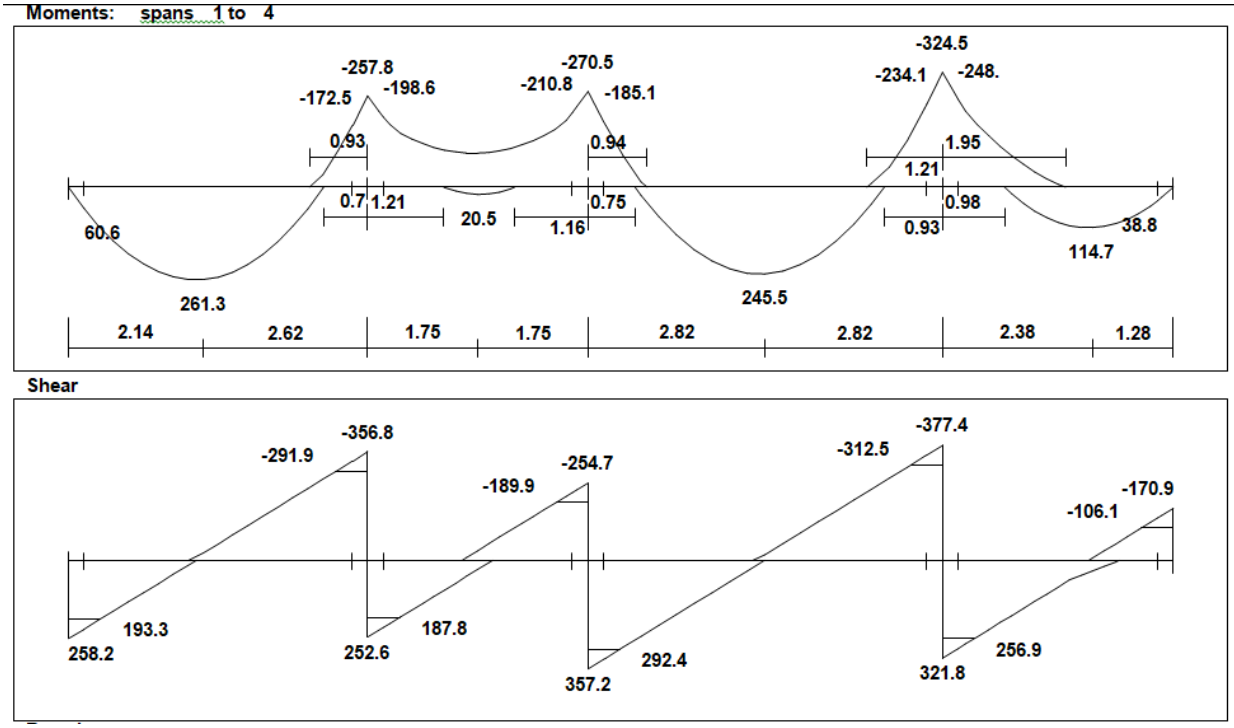



**Fig 4.7: Shear and Moment Envelope Diagram of Beam (BB 08).**

## ✔ Moment Design for (BB 08):-

### 1. Flexural Design of Positive Moment for(BB 08) for span:- (Mu=+261.3KN.m)

Determine of $M_{n,max}$

d =320 – 40 -10 – 20\2 = 260 mm

$$c = \frac{3}{7}d = \frac{3}{7} * 741 = 111.43mm$$

$a = B.c = 111.43 * 0.85 = 94.715mm$

$Mn_{max}$= $0.85 * f'_c * a * b( d - \frac{a}{2} )$ = 0.85*28*94.715*800*(260-47.357/2 ) *$10^{-6}$= 426.176KN.m

Ø $Mn_{max}$ = 0.9* 426.176 = 383.56 KN.m >Mu=261.3KN.m .

Design the section as singly reinforced concrete section:

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{260.3 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 260^2} = 5.348Mpa$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 28} = 17.647$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{17.647}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 17.647 \times 5.348}{420}}\right) = 0.0146$$

$A_s$ = ρ.b.d = 0.0146×800×260 = 3036.8 $mm^2$ **Controls**

**Check for $A_{s,min}$:-**

$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) = 655.138mm^2$

$As_{min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d) = 693.33\ mm^2$ **control**

**Use 11ø 20, $A_{s,provided}$= 3455.75 $mm^2$>$A_{s,required}$= 3036.8$mm^2$… Ok**

**Check spacing :-**

$Sb = \frac{800-40*2-20-11\times20)}{10} = 48\ mm > S = 25\ mm \quad OK$

**Check for strain:-**

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{3455.75\times420}{0.85\times800\times28} = 76.23mm$

$c = \frac{a}{B_1} = \frac{76.23}{0.85} = 89.68mm$

d=320-40-10-20/2=260mm

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{260-89.68}{89.68}\right) = 0.0057 > 0.005 \qquad 0k$$

## Shear Design for (BB 08):-

Shear strength $V_c$, provided by concrete for the joists may be taken 10% smaller than for ribs. This is mainly due to the interaction between the slab and closely spaced ribs.**(ACI, 8.13.8).**

1. **For span (3) $V_u$ at distance d from support =312.5KN**

$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}b_w\ d = = \frac{1}{6}\sqrt{28} * 800 * 260 = 183.438\ KN$

Φ $V_c$= 0.75*183.438 = 137.5785KN

0.5 Φ Vc = 0.5*361.29 =68.78925 KN

0.5 ø $V_c$ < ø $V_c$< $V_u$

Case (3) for shear design, find $V_s$ .

$V_s = \frac{1}{16}\sqrt{f_c'}\,b_w d > \frac{1}{3}\,b_w d$

$\frac{1}{16}\sqrt{f_c'}\,b_w d = \frac{1}{16}\sqrt{28} * 800 * 260$ =68.79KN

$\frac{1}{3}\,b_w d = \frac{1}{3}\,800 * 260$=69.33KN **control**

$\phi V_c + \phi V_s$ = 137.5785+ 52= 189.576

$\phi V_c + \phi V_s < V_u$

508.79KN>464KN OK

$$S = \frac{A_v f_{yt}}{0.062 b_w \sqrt{fc'}} = \frac{314.16 * 420}{0.062 * 800 * \sqrt{28}} = 502.878mm$$

$$S = \frac{A_v f_{yt}}{0.35 b_w} = \frac{314.16 * 420}{0.35 * 800} = 471.24\ mm$$

$$s_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{260}{2} = 130mm$$

$$or \qquad s_{max} \leq 600\ mm$$

Use stirrups (4 leg stirrups )ø10 @130 mm , $A_v$ =4× 78.54 = 314.16$mm^2$.

## 4-7 Design of Column (32)

**Material :-**

⇒ concrete B350 $Fc' = 28N/mm^2$

⇒ Reinforcement Steel $Fy = 420\ N/mm^2$

✓ **Load Calculation:-**

**Service Load:-**

Dead Load =1018.65.3KN
Live Load =454.62 KN

**Factored Load:-**

$P_U = 1.2 \times 1346.15 + 1.6 \times 499.26 = 2414.196$ KN

## Dimensions of Column:-

$Assume \rho g = 0.01$

$\phi * Pn = 0.65 \times 0.8 \times Ag \{0.85\ fc' (1 - \rho g) + \rho g * Fy\}$

$2414.196 = 0.65 \times 0.8 \times Ag \{0.85 * 28(1 - 0.01) + 0.01 * 420\}$

Ag= 167231.6337 mm2

Assume square Section

h = 650mm

b 167231.6337/650 = 257.279 mm

Select b = 250mm

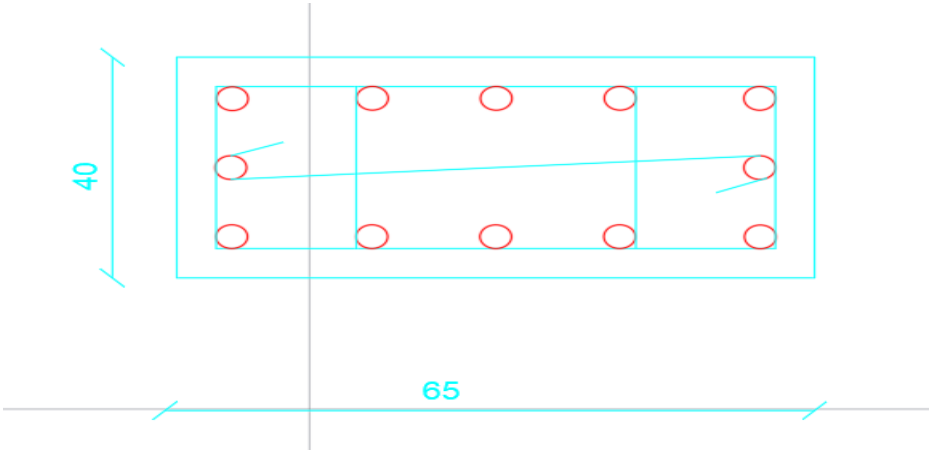



**Fig 4.8: Column section**

✓ **Check Slenderness Parameter:-**

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12\frac{M1}{M2} \leq 40$$

Lu: Actual unsupported (Unbraced) length.

K: effective length factor. According to ACI 318-2002 (10.10.6.3) The effective length factor k, shall be permitted to be taken as 1.0.

R: radius of gyration = $\sqrt{\frac{I}{A}} \approx 0.3$ h ……For rectangular section

Lu = 4.35-0.32-0.32= 3.71 m
M1/M2 =1
K=1 for braced frame.

- **about Y-axis (b= 0.65 m)**

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12\frac{M1}{M2} \leq 40$$

- $\frac{1\times 3.71}{0.65 * 0.25} = 22.03 > 22$

Column Is long About Y-axis

- **about X-axis (h= 0.400m)**

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12\frac{M1}{M2} \quad \text{.....ACI} - (10.12.2)$$

$$\frac{1\times 3.71}{0.65*0.4} = 14.2 < 22$$

Column Is Short About X-axis

✓

## Selecting of Longitudinal Bars:-

2414.196 = 0.65 x 0.8 {0.85 * 28(167231.6337– *Ast*) + *Ast* * 420}

Ast = 972.6658 $mm^2$

Use 14 Φ 18 with Ast = 3556 $mm^2$

$\rho_g = \frac{Ast}{Ag} = \frac{3556}{167231.6337}$

**=0.02 ok**

✓

## Design of the Stirrups:-

The spacing of ties shall not exceed the smallest of :-

$spacing \leq 16\times d_b = 16\times 1.8 = 28.8\ cm$

$spacing \leq 48\times d_s = 48\times 1.0 = 48\ cm$

$spacing \leq 75\ cm$

*Use*$\varphi$10@10 *cm*

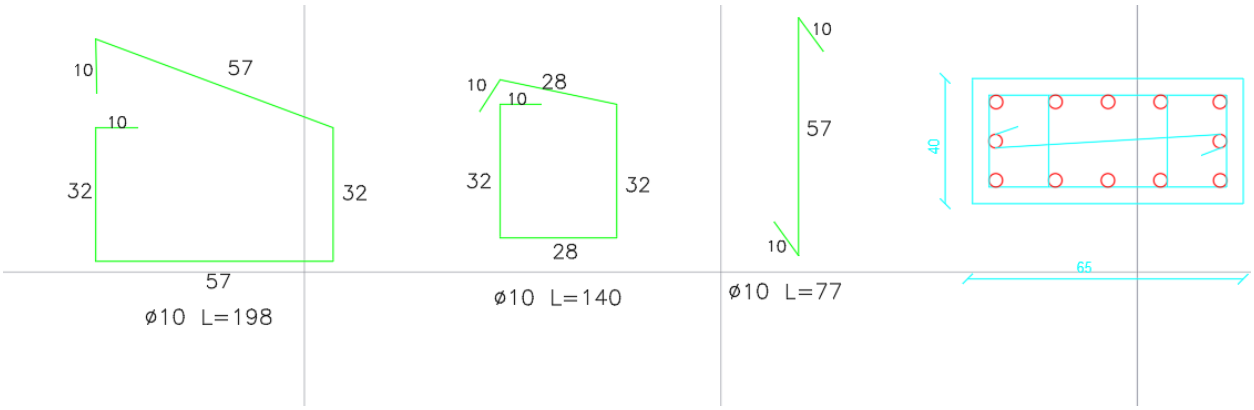



**Fig 4.9 : Column section stirups**

## 4.8 Design of Basement wall :

- **Load Calculation:-**

$\gamma = soildensity = 17KN/m^3$.

$\emptyset = angleofinternalfriction = 30°$.

LL(surcharge) =5 KN/m$^2$ .

Thickness =30cm, cover = 4cm .

The design will be for 1m width strip.

Neglect the axial load, since its low value

$q1 = soilpressure = Ko * \gamma * h$.

$q2 = surchargepressure = Ko * LL$.

$Ko = soilpressurecoefficientatrest = 1 - \sin\emptyset$.

So , $Ko = 1 - \sin\emptyset = 0.5$.

$q1 = 0.5 * 17 * 3.7 = 31.5$ KN/m2 .

$q2 = 0.5 * 5 =$ 2.5KN/m2 .

Factored Load :-

$q1u = 31.5 * 1.6 = 50.4\ KN/m^2$

$q2u = 2.5 * 1.6 = 4\ KN`/m^2$

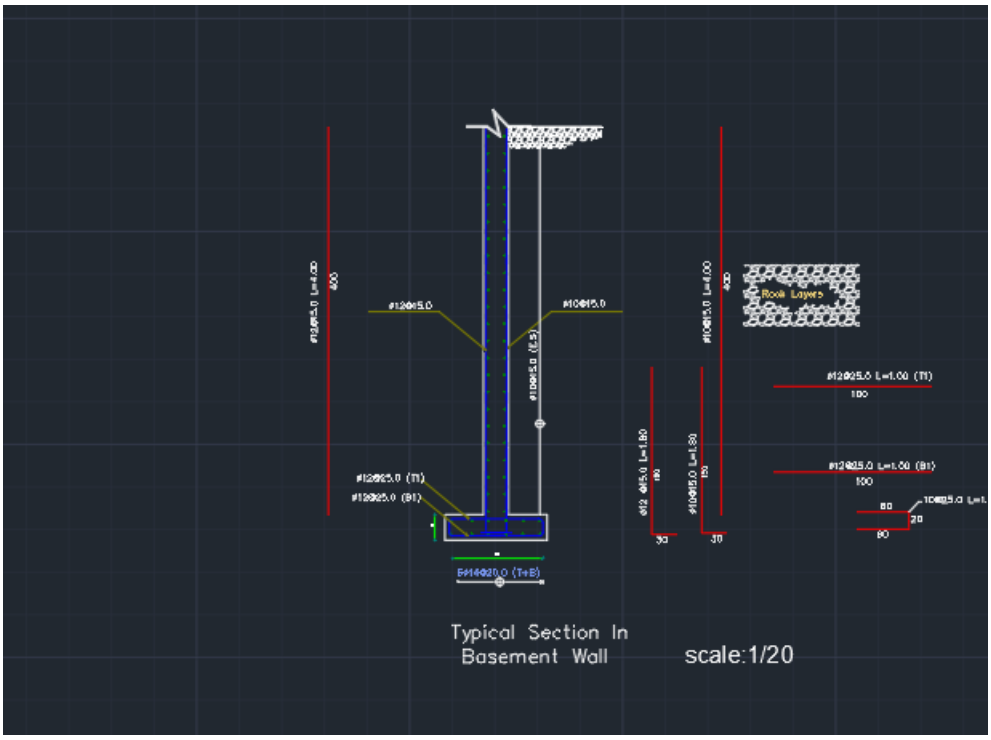



**Figure 4. 10: basement wall**

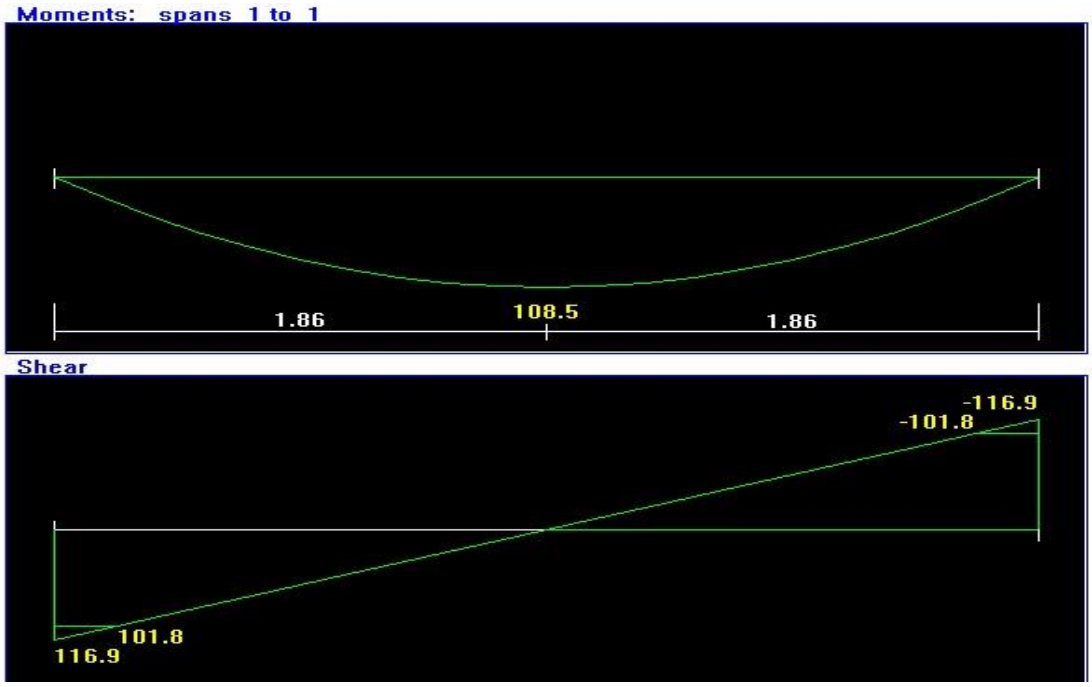



**Figure 4. 11: Moment /Shear Envelope of basement wall**

- **Design of bending moment of wall :-**

Design for positive moment Mu = 108.5KN.m .

$$d = 300 - 40 - \frac{12}{2} = 254\ mm.$$

$$Mn = \frac{Mu}{0.9} = \frac{108.5}{0.9} = 120KN.m$$

$$Rn = \frac{Mn * 10^6}{b * d^2} = \frac{120 * 10^6}{1000 * 254^2} = 1.86Mpa.$$

$$m = \frac{Fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 28} = 17.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Rn * m}{Fy}}\right) = \frac{1}{17.6} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 1.86 * 17.6}{420}}\right)$$

$$= 0.00465$$

$$Asreq = \rho * b * d = 0.00465 * 1000 * 254$$

$$= 1181.4\,mm^2/m\,.\ldots.control..$$

$$Asmin1 = 0.25 * \frac{\sqrt{fc'}}{fy} * bw * d = 0.25 * \frac{\sqrt{28}}{420} * 1000 * 254$$

$$= 800mm^2/m.$$

$$Asmin2 = \frac{1.4}{fy} * bw * d = \frac{1.4}{420} * 1000 * 254 = 846.67mm^2/m$$

For both sides of wall Select $\emptyset 16@15cm = 1340.41\ mm^2 > 1181.4mm^2$

- **Design of shear force :-**

$$d = 250 - 40 - 8 = 202mm$$

$$\emptyset Vc = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{fc'} * b * d = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{28} * 1000 * 254 * 10^{-3}$$

$$= 160\ KN.$$

$(\emptyset Vc = 155.54) > (Vu = 101.8)$.

No shear Reinforcement is required and thickness of wall is adequate enough.

But horizontal Reinforcement due to Cracking:

$$As\ req\ h = 0.002 * b * h = 0.002 * 1000 * 300 = 600mm^2/m.$$

For one side $As = 300mm^2/m$.

Select for one side horizontal reinforcement $\emptyset 10@25cm = 314.16mm^2 > 300\ mm^2$

## 4.9Design of Stair :

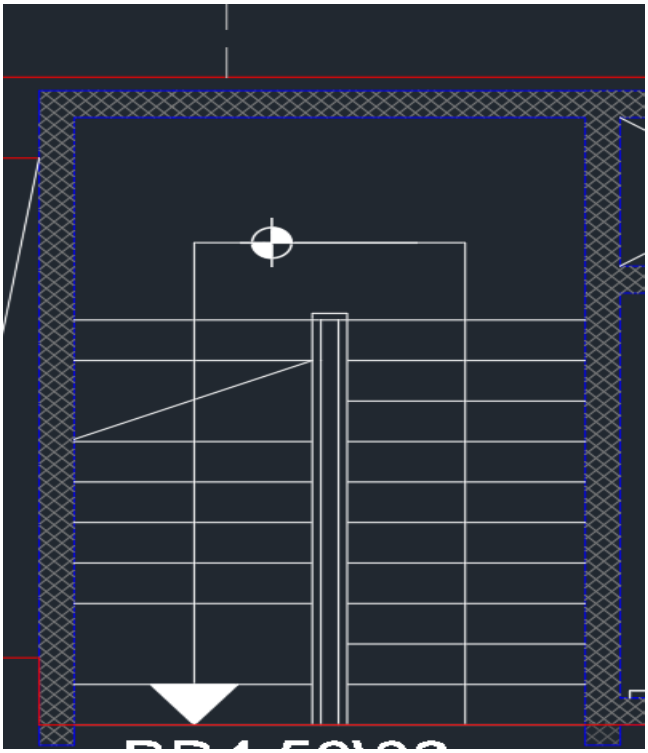


**Fig 4.12: Stair Plan.**

✓ **Material :-**

⇒ concrete B300 Fc' = 28 N/mm$^2$

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm$^2$

### 1- Design of Flight :-

✓ **Determination of Thickness:-**

hmin = L/20

hmin = 5.55/20 = 27.75 cm

Take h = 30 cm

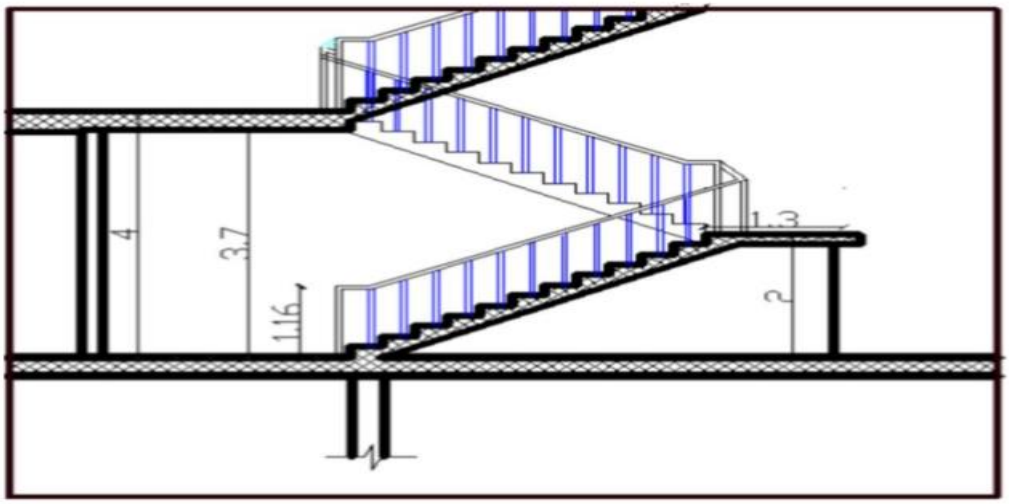



**Fig 4.13 : Stair Section.**

## Dead Load For Flight For 1m Strip:-

**Table ( 4.4 ): Dead Load Calculation of Flight.**

| No. | Parts of Flight | Calculation |
|---|---|---|
| 1 | **Tiles** | 23*0.03*1*((0.35+0.15)/0.3 ) = 1.15 KN/m |
| 2 | **Mortar** | 22*0.03*1*((0.3+0.15)/0.3 ) = 0.66 KN/m |
| 3 | **Stair** | (25/0.3)*(0.5*0.15*0.3)*1 = 1.875 KN/m |
| 4 | **R.C** | 25*0.3*1 / cos26.5 o = 8.38 KN/m |
| 5 | **Plaster** | 22*0.02*1 / cos26.5o = 0.49 KN/m |
| | | **Sum = 12.56 KN/m** |

**Live Load For Landing For 1m Strip = 5*1 =5 KN/m**

✓ **System of Flight:-**

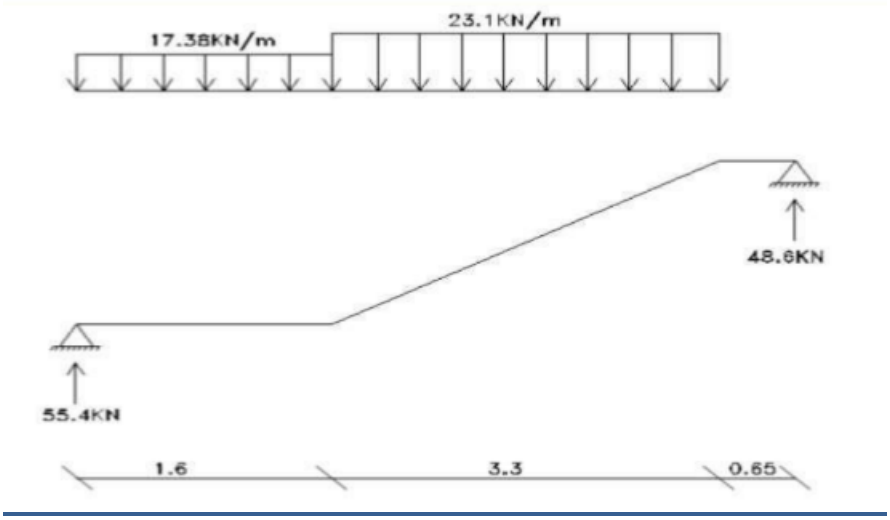



**Fig 4.14: Statically System and Loads Distribution of Flight.**

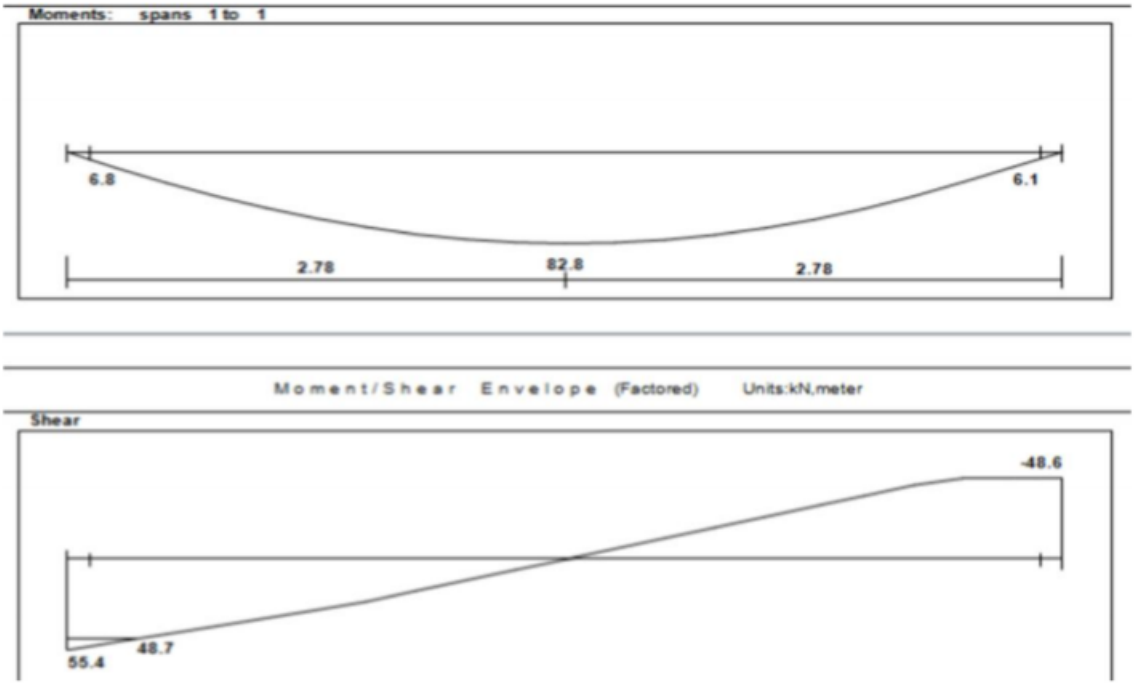



**Fig 4.15: Shear and Moment Envelope Diagram of Flight.**

## ✓ Design of Shear for Flight :- (Vu=48.7 KN)

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

d =h- cover $-\frac{d_b}{2} = 300 - 20 - \frac{14}{2} = 273mm$

$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}b_w\ d = = \ \frac{1}{6}\sqrt{28} * 1000 * 273 = 240.76$KN

$\Phi\ V_c$ = 0.75*240.76= 180.57 KN > Vu = 48.7KN**…… No shear reinforcement are required**

## ✓ Design of Bending Moment for Flight :- (Mu=82.8 KN.m)

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{82.8\times10^6}{0.9\times1000\times273^2} = 1.2\ Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85f_c'} = \frac{420}{0.85\times28} = 17.6$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{17.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times17.6\times1.2}{420}}\right) = 0.000295$

$A_{s,req}$ = ρ.b.d = .000295 ×1000×273 = 803.987 $mm^2/m$

$A_{s,min}$= 0.0018*1000*300 = 540$mm^2/m$

$As_{req}$ = 803.987 $mm^2$>$A_{s,min}$=540 $mm^2/m$

Use Ø14 then

N=As/As Ø14 =803.987/153.9=5.224 , s=1/n =1/5.224=0.19m

Take 6 Ø14/m

**Check for Spacing :-**

S = 3h = 3*300 = 900 mm

$S = 380*\left(\frac{280}{\frac{2}{3}*420}\right) - 2.5*20 = 330$

S = 450 mm

S = 330 mm **…… is control**

**Use ø14 @200 mm , $A_{s,provided}$= 923.63mm$^2$>$A_{s,required}$ = 803.987mm$^2$… Ok**

**Check for strain:-**

a = $\frac{A_s.f_y}{0.85b\ f_c'} = \frac{923.63\times420}{0.85\times1000\times28} = 16.3\ mm$

c= $\frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{16.3}{0.85} = 19.176\ mm$

$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{273-19.176}{19.176}\right) = 0.0397 > 0.005$ …… **0*k***

- ✓ **Lateral or Secondary Reinforcement For Flight :-**

$A_{s,req}$= $A_{s,min}$ =0.0018*1000*300= 540 mm$^2$

**Use ø14@ 300mm ,$A_{s,provided}$= 615.75 mm$^2$>$A_{s,required}$= 540mm$^2$… Ok**

# Design of Landing :-

- ✓ **Determination of Thickness:-**

Take = 25 cm the same thickness slab flight.

- ✓ **Load Calculation:-**

**Dead Load For Landing For 1m Strip:-**

**Table ( 4.5 ): Dead Load Calculation of Middle Landing.**

| No. | Parts of Landing | Calculation |
|---|---|---|
| 1 | **Tiles** | **23*0.03*1= 0.69KN/m** |
| 2 | **Mortar** | **22*0.02*1= 0.44KN/m** |
| 4 | **R.C** | **25*0.25*1= 6.25KN/m** |
| 5 | **Plaster** | **22*0.02*1= 0.44KN/m** |
| | | **Sum = = 7.82KN/m** |

**Live Load For Landing =5*1 = 5KN/m**

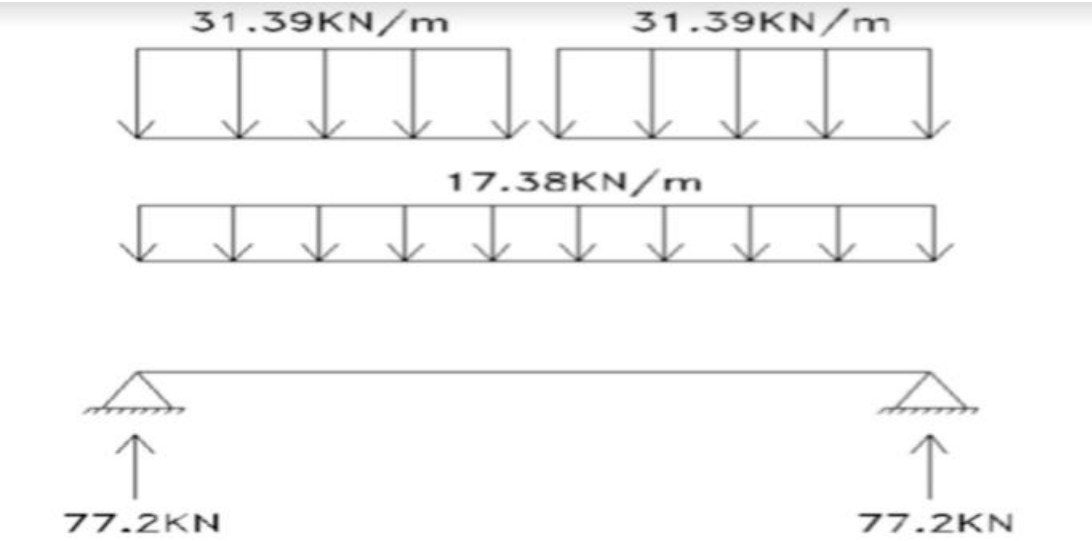
**Factored Load For Landing :-**

$W_U$ = 1.2 ×7.82 + 1.6×5 = 17.38KN/m

**Factored Load From Flight :-**

$$W_{LA1} = \frac{W_{FL1}}{L} = \frac{48.6}{1.55} = 31.39 KN/m$$

## ✓ System of Landing:-




**.Fig 4.16: Statically System and Loads Distribution 0f Middle Landing**

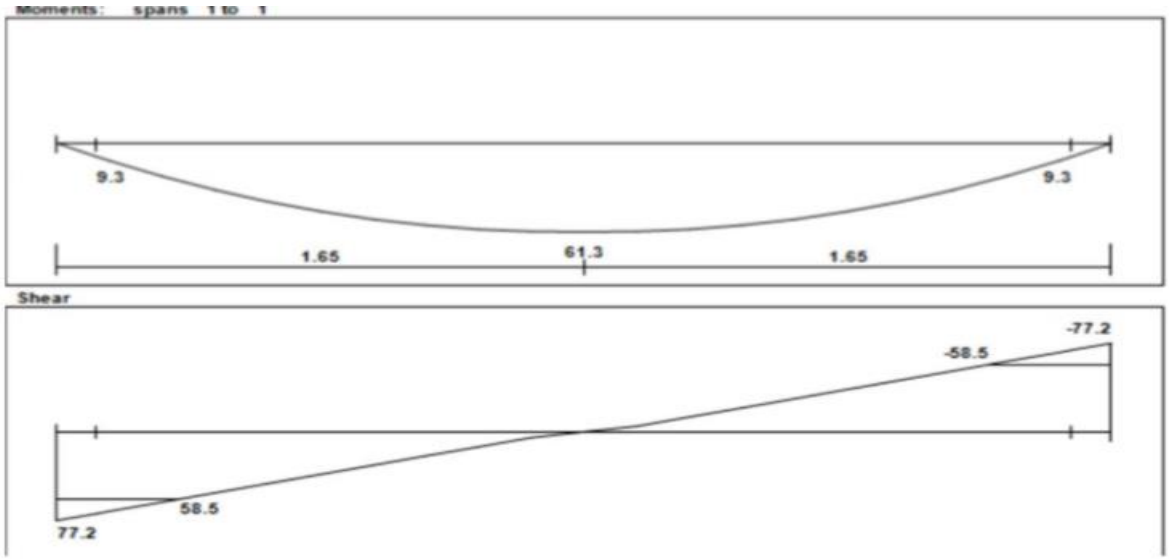



**Fig 4.17: Shear and Moment Envelope Diagram of Middle landing**

## Design of Shear:- (Vu=77.2KN):

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

d =h- cover $-\frac{d_b}{2} = 300 - 20 - \frac{14}{2} = 273mm$

$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}b_w\ d = = \ \frac{1}{6}\sqrt{28} * 1000 * 273 = 240.76$KN

$\Phi\ V_{c=}$ 0.75*240.76= 180.57 KN > Vu = 48.7KN**…… No shear reinforcement are required**

## Design of Momment:- (Mu=61.3KN)

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{61.3\times10^6}{0.9\times1000\times273^2} = 0.914\ Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85f_c'} = \frac{420}{0.85\times28} = 17.6$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{17.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times17.6\times0.914}{420}}\right) = 0.00022$

$A_{s,req}$ = ρ.b.d = .00022 ×1000×273 = 593.76 $mm^2/m$

$A_{s,min}$= 0.0018*1000*300 = 540$mm^2/m$

$As_{req}$ = 593.76 $mm^2$>$A_{s,min}$=540 $mm^2/m$

Use Ø14 then

N=As/As Ø14 =593.76/153.9=3.85 , s=1/n =1/3.85=0.25m

Take 4Ø14/m

**Check for Spacing :-**

S = 3h = 3*3030 = 900mm

$S = 380*\left(\frac{280}{\frac{2}{3}*420}\right) - 2.5*20 = 330$

S = 450 mm

S = 330 mm **…… is control**

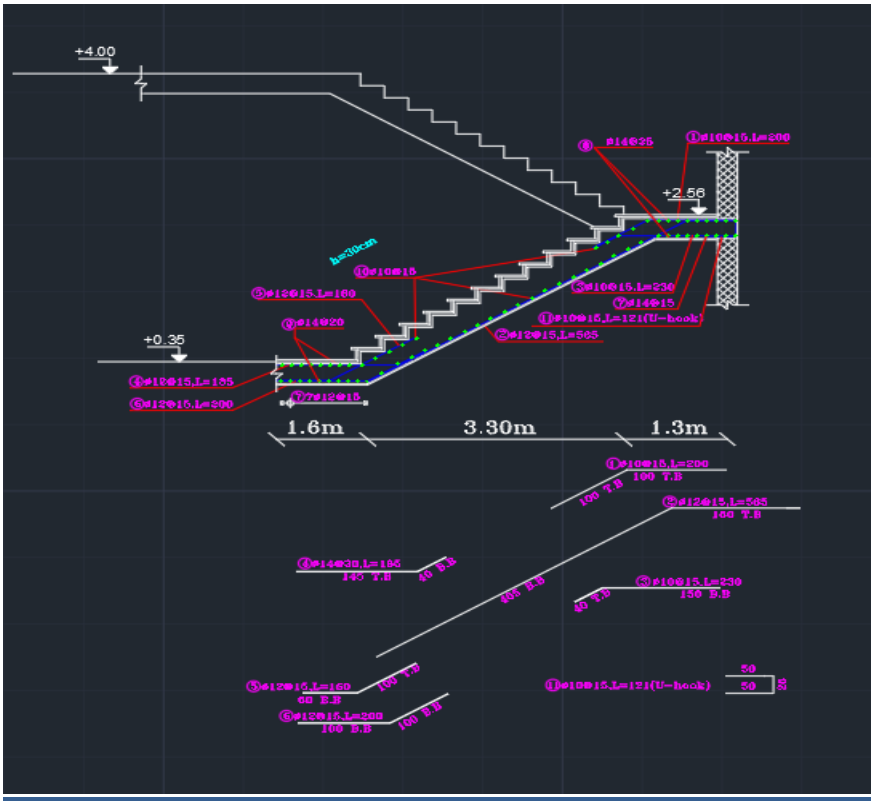



**Fig 4.18: Stair Reinforcement Details.**

## 4.10 Design of Footing (F4)

✓ **Material :-**

⇒ concrete B300 Fc' = 28N/mm$^2$

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm$^2$

✓ **Load Calculations :- (From Column C32)**

Dead Load 1346.15KN , Live Load = 504.83 KN

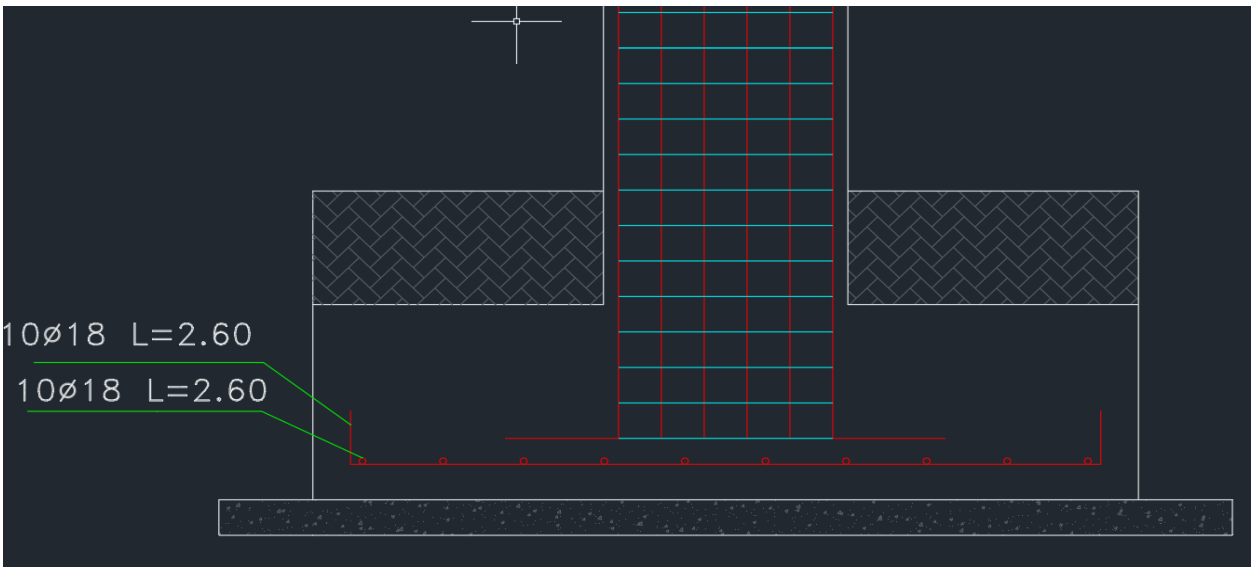
Total services load =1346.15 + 504.83= 1850.98 K

Total Factored load = 1.2*1346.15 + 1.6*504.83 = 2423.108KN

Column Dimensions (a*b) =35*60cm

Soil density = 17 Kg/cm3

Allowable Bearing Capacity =400 KN/m$^2$




**\Fig .(4.19): Section in F4.**

$q_{net-allow}$ = 400 –17*0.30 – 25*0.95 = 371.15 kN/m$^2$

## ✓ Area of Footing :-

$$A = \frac{Pt}{q_{net-allow}} = \frac{1850.98}{371.15} = 49.8\ m^2$$

**Assume Square Footing**

**B required = 7m**

**Select B = 7m**

## ✓ Bearing Pressure :-

$q_u = \frac{2423.108}{4*4}$=151.4 KN/m$^2$

# ✓ Design of Footing :-

## 1- Design of One Way Shear Strength :-

Critical Section at Distance (d) From The Face of Column

Assume h = 650cm , bar diameter ø 18 for main reinforcement and 7.5 cm Cover

d = 650 – 75 – 18 = 517 mm

$Vu = q_u * \left(\frac{B-a}{2} - d\right) * L$

$Vu = 151.4 * \left(\frac{4-0.75}{2} - 0.517\right) * 4$=671.0048 KN

ø $V_c$ =ø$\frac{1}{6}\sqrt{f_c'}\, b_w d$

ø $V_c$ =0.75 *$\frac{1}{6}$ *$\sqrt{28}$ *4100 *517*10^-3 =1102.049 KN

*the minimum shear reinforcment is required* one way shear

- **Design of Two Way Shear Strength :-**

- $V_u = p_u - FR_b$

$$FR_b = q_u \times area\ of\ critical\ section$$

$$V_u = 151.4 \times [(4 * 4) - (0.65 + 0.517)(0.35 + 0.517)] = 2269.2kN$$

*The punching shear strength is the smallest value of the following equations:*

1. $\emptyset V_C = \emptyset \times \frac{1}{6}\left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \times \sqrt{f_{c'}} \times b_\circ \times d$
2. $\emptyset V_C = \emptyset \times \frac{1}{12}\left(\frac{\alpha_s}{\frac{b_\circ}{d}} + 2\right) \times \sqrt{f_{c'}} \times b_\circ \times d$
3. $\emptyset V_C = \emptyset \times \frac{1}{3} \times \sqrt{f_{c'}} \times b_\circ \times d$

*Where:*

$$\beta_c = \frac{column\ Length\ (a)}{column\ width\ (b)} = \frac{65}{35} = 1.857$$

$b_\circ = Perimeter\ of\ critical\ section\ taken\ at\ (d/2)\ from\ the\ loaded\ area.$

$$= 2 \times (0.65 + 0.517) + 2 \times (0.35 + 0.517) = 406.8cm$$

$\alpha_s = 40\ for\ interior\ coulmn$

*Substituting values in equations:*

$$\emptyset V_C = 0.75 \times \frac{1}{6}\left(1 + \frac{2}{1}\right) \times \sqrt{28} \times 4068 \times 517 = 4172.135N$$

$$\emptyset V_C = 0.75 \times \frac{1}{12}\left(\frac{40 * 0.517}{4.068} + 2\right) \times \sqrt{28} \times 4068 \times 517 = 4925.6kN$$

$$\emptyset V_C = 0.75 \times \frac{1}{3} \times \sqrt{28} \times 4068 \times 517 = 2781.42\ kN - CONTROL$$

$$\emptyset V_C = 2781.42kN > V_u = 2269.2kN$$

## 2- Design of Bending Moment :-

Critical Section at the Face of Column

FR = $q_u * \left(\frac{B-a}{2}\right) * L$ = 151.4 * $\left(\frac{2.6-0.75}{2}\right)$ *2.6=364.117 kN

Mu = 151.4*2.6*1.8*1.8/2 = 637.7KN.m

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{637.7 \times 10^6}{0.9 \times 2600 \times 517^2} = 0.109Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85 \times 28} = 17.6$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.58}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 17.6 \times 0.109}{420}}\right) = 0.0022$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.0022\times2600\times517 = 2957.24\ mm^2$

$A_{s,min} = 0.0018*2600*650=3042\ mm^2$

$A_{s,req} = 2957.24\ mm^2 < A_{s,min} = 3042\ mm^2$

**As,req =3042** $mm^2$ **…… is control**

**Check for Spacing :-**

S = 3h = 3*65 = 195cm

$S = 380*\left(\frac{400}{\frac{2}{3}*420}\right) - 2.5*75 = 355.35\ cm$

S = 20 cm **…… is control**

**<u>Use 10ø18 in Both Direction, $A_{s,provided}$= 3042>$A_{s,required}$= 2957.24mm$^2$… Ok</u>**

**Check for strain:-**

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f'_c} = \frac{3042\times420}{0.85\times4000\times28} = 13.4\ mm$

$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{39.52}{0.85} = 15.78mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{517-15.78}{15.78}\right) = 0.0952 > 0.005\ \ldots\ldots \boldsymbol{0k}$$

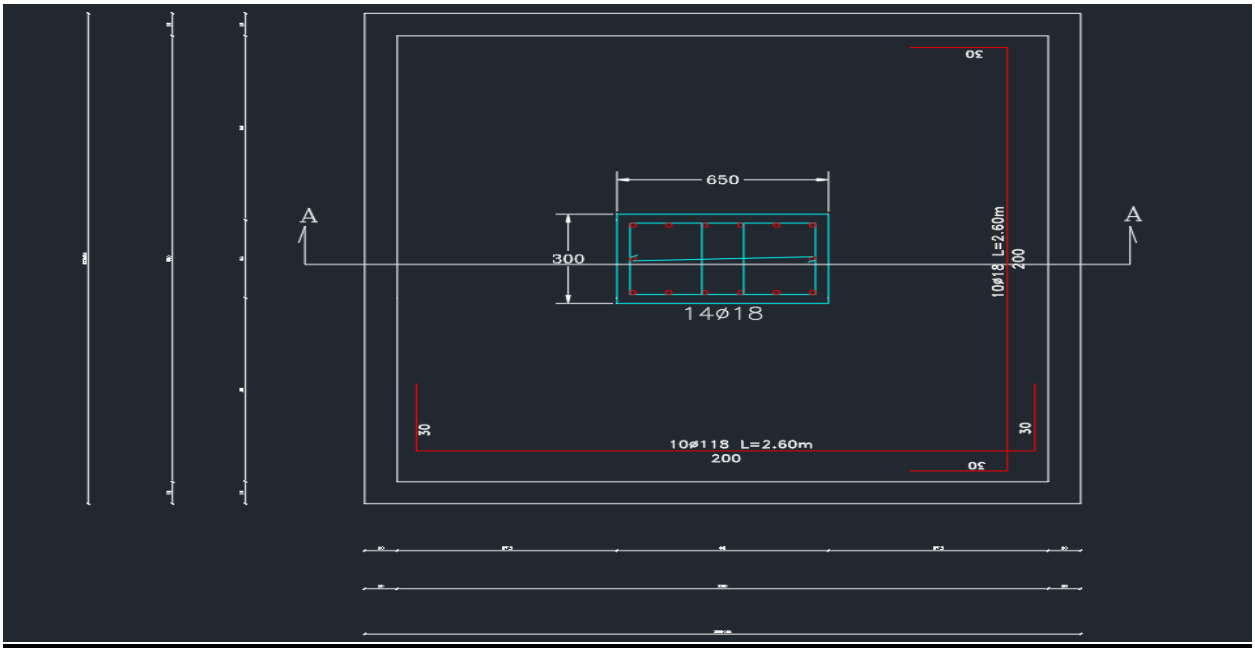



**Fig .(4.20):footing -plan reinforcement**

## 4-11 Design of Shear Wall (sw11):

**Figure (4-19): Shear Wall(3)**.

✓ **Material and Sections:-**

⇒ concrete B300 Fc' = 24 N/mm$^2$

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm$^2$

⇒ Shear Wall Thickness h = 20 cm

⇒ Shear Wall Width Lw =5.90 m

⇒ Shear Wall Height Hw = 20m

## 4-8-1 Design of Horizontal Reinforcement:-

**Σ Fx = Vu = 719.17**

The critical Section is the smaller of:

$\frac{lw}{2}$= *5.90/2 = 2.95 …… control*

$\frac{hw}{2}$= *20/2 =10m*

*Story Highet( Hw) = 4.03ml*

*D= 0.8*Lw = 0.8*5.90= 4.72m*

$$\emptyset V_{nmax} = \emptyset \frac{5}{6}\sqrt{f_c'}hd$$
$$= 0.75 * 0.83 * \sqrt{24} * 200 * 4720 \ = 2878.83KN > V_u \ = 253KN$$

$V_c$is the smallest of :

$$1 - \ V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f_c'}hd = \frac{1}{6}\sqrt{24} * 200 * 4720 = 770.72KN$$ ….. control

$$2 - \ V_c = 0.27\sqrt{f_c'}hd + \frac{N_u d}{4l_w} = 0.27\sqrt{24} * 200 * 4720 + 0 = 1248.65KN$$

$$3 - \ V_c = \left[0.05\sqrt{f_c} + \frac{l_w\left(0.1\sqrt{f_c'} + 0.2\frac{N_u}{l_w h}\right)}{\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2}}\right] hd$$

$$3 - \ V_c = \left[0.05\sqrt{24} + \frac{5.90\left(0.1\sqrt{24} + 0\right)}{-2}\right] 300 * 6.864 = neglected$$

**Vc =**$770.72KN$

$\emptyset * vc + \emptyset vs = vu$

$\emptyset * vs$=vu-$\emptyset * vc$

Vs=vu/$\emptyset - vc$

Vs=253/0.75-770.72= 433.38kn **need reinforcement**

$$\frac{A_{vh}}{S_2} = \frac{v_s}{f_y\ d} = \frac{433.38}{420 * 4720} = 0.0002186\ m2/m$$

$$\rho_t = \frac{A_{vh}}{S_2 * h} = \frac{0.0002186}{0.2} = 0.001093 < 0.0025$$

**- Maximum spacing is the least of :**

$\frac{Lw}{5}$ =5900/5 = 1180 mm

3*h = 3*200 = 600mm

450 mm ……. Control

Select Ø10 ,tow layers

$\rho_t = \frac{A_{vh}}{S_2 * h} = \frac{2 * 78.54}{S_2 * 200} = 0.0025$

Sh=314.16mm

Select Sh=314.16mm≤Smax= 450 mm.

Take Ø10/250

## 4-8-2 Design of Vertical Reinforcement:-

$\frac{A_{vv}}{S_v} = 0.0025 + 0.5\left(2.5 - \frac{h_w}{Lw}\right)(\rho_t - 0.0025) \geq 0.0025$

$\frac{h_w}{Lw} = \frac{20}{5.90} = 3.389$

$for\ this\ wall\ with\ \frac{h_w}{Lw} \geq 2.5, \rho_t = 0.0025$

**- Maximum spacing is the least of :**

$\frac{Lw}{3}$ = 5900/3 = 1966.67 mm

3*h = 3*200 = 600mm

450 mm ……. Control

**Use φ14/300 mm for two layers**

## 4-8-3 Design of Bending Moment:-

$A_{st} = \left(\frac{5900}{200}\right) * 2 * 14 = 826mm^2$

$w = \left(\frac{A_{st}}{L_w h}\right)\frac{f_y}{f_c'} = \left(\frac{826}{5900 * 200}\right)\frac{420}{24} = 0.01225$

$\alpha = \frac{P_u}{l_w h f_c'} = 0$

$$\frac{C}{l_w} = \frac{w + \alpha}{2w + 0.85\beta_1} = \frac{0.01225 + 0}{2 * 0.01225 + 0.85 * 0.85} = 0.0164$$

$$\emptyset M_n = \emptyset \left[ 0.5 A_{st} f_y l_w (1 + \frac{P_u}{A_{st} f_y})(1 - \frac{c}{l_w}) \right]$$

$$= 0.9[0.5 * 826 * 420 * 5900(1 + 0)(1 - 0.0164)] = 905.967KN \geq 745KN.m$$ .... Ok

$$X \geq \frac{Lw}{600*0.015} = \frac{5900}{600*0.015} = 655.56$$

$$Lb \geq \frac{X}{2} = 327.78$$

Since Smallest value of Lb & Mub not require Boundary

٥

# الفصـــــــــل الخامس

## النتائج والتوصيات

٥-١ مقدمة .

٥-٢ النتائج.

٥-٣ التوصيات.

## ٥-١ مقدمة :-

في هذا المشروع تم الحصول على مخططات معمارية تفتقد إلى الكثير من الأمور، بعد دراسة جميع المتطلبات تم إعداد المخططات المعمارية والمخططات الإنشائية الشاملة للمركز الصحي المقترح بناؤه في مدينه البيرة(رام الله).
وتم إعداد المخططات الانشائية بشكل مفصل ودقيق وواضح لتسهيل عملية البناء، ويقدم هذا التقرير شرحا لجميع خطوات التصميم المعمارية والانشائية للمبنى.

## ٥-٢ النتائج :-

١. يجب على كل طالب أو مصمم إنشائي أن يكون قادراً على التصميم بشكل يدوي حتى يستطيع امتلاك الخبرة والمعرفة في استخدام البرامج التصميمية المحوسبة.
٢. من العوامل التي يجب أخذها بعين الاعتبار، العوامل الطبيعية المحيطة بالمبنى وطبيعة الموقع وتأثير القوى الطبيعية على الموقع.
٣. من أهم خطوات التصميم الإنشائي، كيفية الربط بين العناصر الإنشائية المختلفة من خلال النظرة الشمولية للمبنى ومن ثم تجزئة هذه العناصر لتصميمها بشكل منفرد ومعرفة كيفية التصميم، مع أخذ الظروف المحيطة بالمبنى بعين الإعتبار.
٤. لقد تم استخدام نظام عقدات المفرغة(Ribbed Slab) في جميع العقدات نظراً لطبيعة وشكل المنشأ .
٥.برامج الحاسوب المستخدمة:-
هناك عدة برامج حاسوب تم استخدمها في هذا المشروع وهي:-

a. AutoCAD (2018) :- و ذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.
b. ATIR:- للتصميم والتحليل الإنشائي للعناصر الإنشائية.
c. Microsoft Office XP:- تم استخدامه في أجزاء مختلفة من المشروع مثل كتابة النصوص والتنسيق وإخراج المشروع، وإعداد الجداول المرافقة للتصميم.

٦. الأحمال الحية المستخدمة في هذا المشروع كانت من كود الأحمال الأردني.
٧. من الصفات التي يجب أن يتصف بها المصمم، صفة الحس الهندسي التي يقوم من خلالها بتجاوز أية مشكلة ممكن أن تعترضه في المشروع وبشكل مقنع ومدروس.

## ٥-٣ التوصيات :-

لقد كان لهذا المشروع دور كبير في توسيع وتعميق فهمنا لطبيعة المشاريع الإنشائية بكل ما فيها من تفاصيل وتحاليل وتصاميم، حيث نود هنا ـ من خلال هذه التجربة ـ أن نقدم مجموعة من التوصيات، نأمل بأن تعود بالفائدة والنصح لمن يخطط لاختيار مشاريع ذات طابع إنشائي.

ففي البداية، يجب أن يتم تنسيق وتجهيز كافة المخططات المعمارية، بحيث يتم اختيار مواد البناء مع تحديد النظام الإنشائي للمبنى، ولابد في هذه المرحلة من توفر معلومات شاملة عن الموقع وتربته وقوة تحمل تربة الموقع، من خلال تقرير جيوتقني خاص بتلك المنطقة، بعد ذلك يتم تحديد مواقع الجدران الحاملة والأعمدة بالتوافق والتنسيق التام مع الفريق الهندسي المعماري ويحاول المهندس الإنشائي في هذه المرحلة الحصول على أكبر قدر ممكن من الجدران الخرسانية المسلحة، بحيث تكون موزعة بشكل منتظم أو شبه منتظم في كافة أنحاء المبنى؛ ليتم استخدامها فيما بعد في مقاومة أحمال الزلازل وغيرها من القوى الأفقية.

تم بحمد الله