بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنيك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

مشروع التخرج

التصميم الانشائي " لمستشفى امراض نفسيه و عقليه " المقترح انشاؤه في مدينة الخليل

فريق العمل

عمرو الدباس جهاد الطويل

إشراف

د.ماهر عمرو

2013

الخليل- فلسطين

جامعة بوليتكنك فلسطين
Palestine Polytechnic University
(PPU)
The Library المكتبة
الرقم التسلسل ١٢٩٥٦
ACC.
رقم التصنيف
Class.

التصميم الانشائي "لمستشفى" المقترح انشاؤه في مدينة الخليل

فريق العمل:

عمرو الدباس جهاد الطويل

جامعة بوليتكنك فلسطين- ٢٠١٣م

إشراف:

د.ماهر عمرو

ملخص المشروع

تتلخص فكرة هذا المشروع في التصميم الإنشائي لمستشفى في مدينة الخليل والمقترح بناؤه على أرض مدينة الخليل بحيث يشمل المشروع تصميم كافة التفاصيل الإنشائية اللازمة.

يتكون المبنى من اربع طوابق، ويتميز التصميم المعماري للمشروع بأنه تم بأسلوب يقوم على تعدد الكتل الفراغية وتوزيعها بشكل متناسق من الناحية الجمالية والوظيفية ، إضافة إلى أنه تم الاهتمام من قبل المصمم المعماري عند توزيع الكتل بتوفير الراحة وسهولة وسرعة الوصول للمستخدمين ، وتكمن اهمية المشروع في تنوع العناصر الإنشائية في المبنى مثل الجسور والأعمدة والجسور المدلى والبلاطات الخرسانية وغيرها.

سيتم التصميم - إن شاء الله - بناءا على متطلبات كود الخرسانة الأمريكي (ACI_318) وستتم الاستعانة ببعض برامج التصميم الإنشائي مثل Autocad2007, Office2007,Safe,Etabs, Atir وغيرها ومن الجدير بالذكر انه تم استخدام الكود الاردني لتحديد الاحمال الحية ، و سيتضمن المشروع دراسة إنشائية تفصيلية من تحديد و تحليل للعناصر الإنشائية والأحمال المختلفة المتوقعة ومن ثم التصميم الإنشائي للعناصر و إعداد المخططات التنفيذية لجميع العناصر الإنشائية التي تكوّن الهياكل الإنشائية للمبنى.

والله ولي التوفيق

The Structural Design of a Hospital in Hebron

WORKING TEAM:

amro aldabbas **jehad altaweel**

Palestine Polytechnic University -2013

SUPERVISOR:

DR.MAHER AMOE.

Project Abstract

The main aim of this graduation project is to make the structural design for all structural members of a Hospital in the city of hebron ,the Hospital is included 4 floors and any architecturally designed from students in the department of civil and architectural engineering, the architecterd design is special from the aestetic side, it was designed functional and practical, the architecture design checked and corrected and computed,the structural system was checked to be stable against vertical and horizontal forces, primary all of structural members were analyzed and designed,according to the code ACI – 318 , the analysis were carried out by using of several software programs such as Atir…….to determine the magnitude of loads were determined according to the Jordanian codes.

٣,٢ هدف التصميم الإنشائي ٢٢
٣,٣ مراحل التصميم الانشائي ٢٢
٣,٤ الدراسات النظرية للعناصر الإنشائية في المبنى ٢٣
٣,٣,١ الأحمال ٢٣
٣,٣,٢ الأحمال الميتة ٢٣
٣,٣,٣ الأحمال الحية ٢٤
٣,٣,٤ الأحمال البيئية ٢٤
٣,٣,٤,١ الرياح ٢٤
٣,٣,٤,٢ الثلوج ٢٤
٣,٣,٤,٣ الزلازل ٢٥
٣,٥ الاختبارات العملية ٢٥
٣,٦ العناصر الإنشائية ٢٥
٣,٥,١ العقدات ٢٦
٣,٥,١,١ عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد ٢٦
٣,٥,١,٢ عقدات العصب ذات الاتجاهين
٣,٥,١,٢ العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد ٢٧
٣,٥,١,٣ العقدات المصمتة ذات الاتجاهين ٢٧
٣,٥,٢ الجسور ٢٨
٣,٥,٣ الأعمدة ٢٩
٣,٥,٤ الجدران الحاملة (جدران القص) ٢٩
٣,٥,٥ الأساسات ٣٠
٣,٥,٦ الأدراج ٣١
٣,٥,٧ الجدران الاستنادية ٣٢
٣,٧فواصل التمدد ٣٣
٣,٨ برامج الحاسوب التي استخدامها ٣٤
35 **Chapter 4 : Structural Design & Analysis**
36 4.1 Introduction
36 4.2 Determination of Slab thickness
37 4.3 Design of topping
38 4.4 Determination of factored load
38 4.4.1 Determination of dead load
39 4.4.2 Determination of factored dead & live loads
39 4.5 Design of rib 1
41 4.5.1 Design of negtive moment of rib 1
43 4.5.2 Design of positive moment of rib 1
44 4.5.3 Design of shear
46 4.6 Design of Beam(1)
49 4.6.1 Design of Positive Moment1
53 4.6.2 Design of negative moment
55 4.6.3. Design of Shear

57 4.7 Design of colum
60 4.8 Design of footing
65 4.9 Design of stairs
73 4.10 Design of shear wall
80 4.11 Design of strip footing

فهرس الجداول

5 جدول (١-١) الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية ٢٠١١\٢٠١٢
23 جدول (٣-١) الكثافة النوعية للمواد المستخدمة
24 جدول (٣-١) الاحمال الحية

فهرس الأشكال

10 شكل (٢-١) مسقط الطابق الارضي
11 شكل (٢-٢) مسقط الطابق الاول
12 شكل (٢-٣) مسقط الطابق الثاني
13 شكل (٢-٤) مسقط الطابق الثالث
14 شكل (٢-٥) حنائق عامة
15 شكل (٢-٦) الواجهة الشمالية
15 شكل (٢-٧) الواجهة الجنوبية الغربية
16 شكل (٢-٨) الواجهة الجنوبية
17 شكل (٢-٩) الواجهة الجنوبية الشرقية
18 شكل (٢-١٠) وصف الحركة
19 شكل (٢-١١) مقطع a-a
19 شكل (٢-١٢) مقطع b-b
20 شكل (٢-١٣) مقطع c-c
20 شكل (٢-١٤) مقطع d-d

27 شكل (٣-٢) عقدة العصب ذات الاتجاه الواحد
27 شكل (٣-٣): عقده المصمتة ذات الاتجاه الواحد.
28 شكل (٣-٤): عقده المصمتة ذات الاتجاهين.

شكل (٣_٥) عقدة العصب باتجاهين 28
شكل (٣-٦) اشكال الجسور المدلاة والمسحورة 29
شكل (٣-٧) احد أشكال الأعمدة 30
شكل (٣-٨) جدار القص 30
شكل (٣-٩) الأساس المنفرد 31
شكل (٣-١٠) جدار استنادي 31
شكل (٣-١١) الدرج 32
الشكل (٣-١٢) فاصل التمدد بالمبنى 33

الفصل الخامس : النتائج والتوصيات 83

٥ـ١ المقدمة 84
٥ـ٢ النتائج 84
٥ـ٣ التوصيات 85

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.
- fc' = 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 or 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. (Kg/m^3).
- W = width of beam or rib.
- Wu = factored load per unit area.
- Φ = strength reduction factor.
- ε_c = compression strain of concrete = 0.003mm/mm.
- ε_s = strain of tension steel.
- $\acute{\varepsilon}_s$ = strain of compression steel.
- ρ = ratio of steel area .

الفصل الأول

المقدمة

١

١,١ المقدمة.

١,٢ مشكلة المشروع.

١,٣ أهداف المشروع.

١,٤ حدود مشكلة المشروع.

١,٥ المسلمات.

١,٦ فصول المشروع.

١,٧ إجراءات المشروع.

١,١ المقدمة

، بدأت حياة الإنسان في القدم كحياة بسيطة و بسيرة بكافة ملامحها و أشكالها، حيث كان الإنسان يحصل على ما يريد من البيئة المحيطة إما بالصدفة، أو عن طريق التسلسل لوصوله إلى مبتغاه ، إذ انه اتخذ من الكهوف بيوتا ، ومن أوراق الأشجار و جلد الحيوان ثيابا ، ومن الشعلة ضوءا يستنير به من الظلام وكان الإنسان القديم في صراع دائم مع الحياة وما فيها من معوقات ومستجدات.

بعد هذه الحياة البسيطة التي مر فيها الإنسان، أخذت حياته بالرقي و التطور شيئا فشيئا ، وذلك حسب احتياجاته الضرورية في كافة مظاهر الحياة وما يستجد من أمور مختلفة ، ومن اجل هذه الاحتياجات والمتطلبات سعى بدون كلل أو ملل لتحقيق كل ما يحتاج إليه للتأقلم مع ضروريات الحياة الجديدة، وكان من اهم هذه الاحتياجات لتسهيل حيات البشر وخدمتها هي بناء المستشفيات ، التي تلعب دورا عظيما في اغلب دول العالم لخدمة الانسان من الناحيه الصحيه .

تم اختيار هذا النوع من المستشفيات بناء على احتياجات المدينه لمستشفى من هذا النوع ،وذلك لقلة المستشفيات التي تعاني منها مدينة الخليل .

الموقع المقترح للمشروع (فلسطين ، الخليل) حيث تعتبر منطقة الخليل منطقة جنوبية بالنسبة للضفة الغربية ونقطة ذو تعداد سكاني عالي .

يتضمن المشروع تصميم النظام الإنشائي لمستشفى في مدينة الخليل يتكون من طابق أرضي و وطابق أول وأخر ثاني وثالث(روف) وهو مشروع اعتيادي من حيث توزيع العناصر الإنشائية كالأعمدة والجسور بما يتلائم مع المخططات المعمارية ومن ثم تصميم هذه العناصر الإنشائية تجهيز المخططات الإنشائية التنفيذية وذلك من أجل الخروج بمشروع متكامل وقابل للتنفيذ.

١.٢ مشكلة المشروع

يدور البحث حول تصميم العناصر الإنشائية لمستشفى في مدينه الخليل ، حيث يتضمن التصميم الإنشائي مختلف العناصر من البلاطات و الجسور والأعمدة و الأساسات بما يتلائم مع التوزيع الإنشائي لهذه العناصر وما لا يتعارض مع التصميم المعماري للمشروع .

١.٣ أهداف المشروع

اتمام هذا المشروع يحقق الاهداف التالية:

١. اكتساب المهارة في القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشاريع المختلفة وتوزيع عناصره الإنشائية على المخططات، بما يتناسب مع التخطيط المعماري له.
٢. القدرة على تصميم العناصر الإنشائية المختلفة.
٣. تطبيق وربط المعلومات التي تم دراستها في المساقات المختلفة .
٤. اتقان استخدام برامج التصميم الإنشائي.

١.٤ حدود مشكلة المشروع

يقتصر العمل لهذا المشروع على الناحية الإنشائية فقط، حيث سيتم العمل خلال الفصلين الاول والثاني من السنة الدراسية ٢٠١٢-٢٠١٣ م من خلال مقدمة مشروع التخرج في الفصل الاول و مشروع التخرج في الفصل الثاني.

١.٥ المسلمات

١. اعتماد الكود الأمريكي في التصاميم الإنشائية المختلفة (ACI-318-05) .
٢. استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (Safe,Etabs,Atir)
٣. برامج أخرى مثل Microsoft office Word & Power Point.

١.٦ فصول المشروع

يحتوي هذا المشروع على خمسة فصول وهي:

١- الفصل الأول : يشمل المقدمة العامة ومشكلة البحث و أهدافه....
٢- الفصل الثاني : يشمل الوصف المعماري للمشروع.
٣- الفصل الثالث : يشمل وصف العناصر الإنشائية للمبنى.
٤- الفصل الرابع : التحليل والتصميم الإنشائي للعناصر 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 يتناقض مع التصميم المعماري الموضوع ويحقق الجانب الاقتصادي و عامل الأمان.

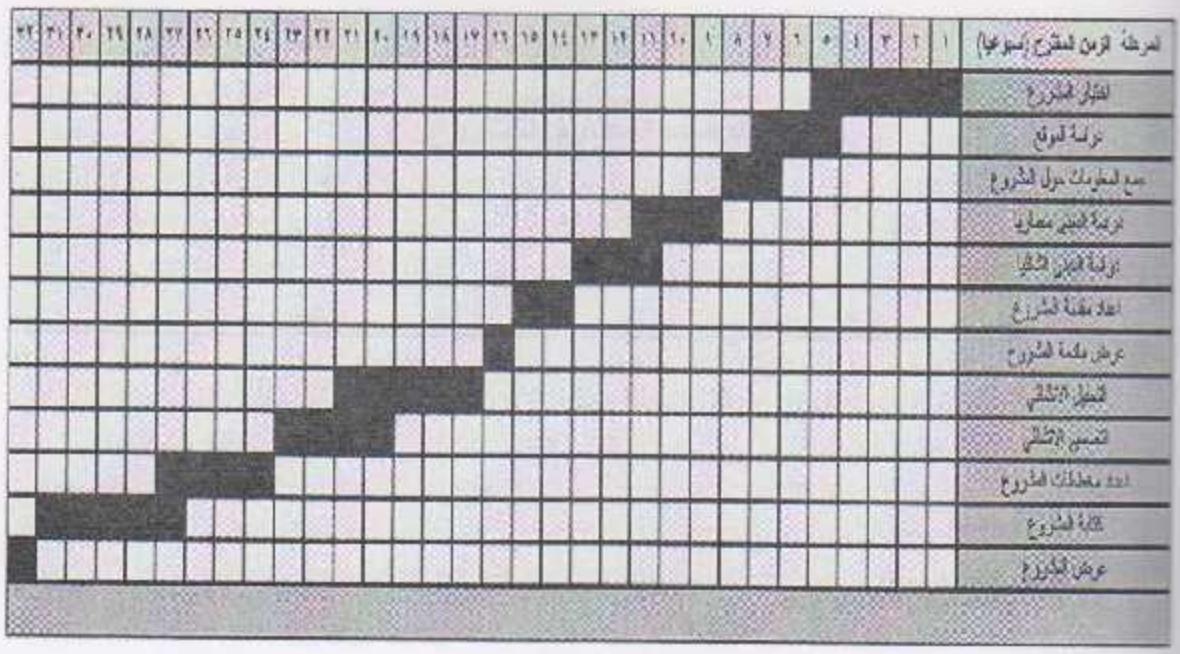
٣) تحليل العناصر الانشائية والأحمال المؤثرة عليها.

٤) تصميم العناصر الإنشائية بناء على نتائج التحليل.

5) التصميم عن طريق برامج التصميم المختلفة.

٦) إنجاز المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ليخرج المشروع بشكله النهائي المتكامل والقابل للتنفيذ.

والجدول التالي يوضح تسلسل أعمال المشروع والزمن اللازم لكل نشاط.



جدول (١-١) الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية (٢٠١٢\٢٠١٣)

الفصل الثاني

الوصف المعماري للمشروع

٢

٢-١ مقدمة.

٢-٢ لمحة عن المشروع.

٢-٣ موقع المشروع.

٢-٤ وصف عناصر المشروع .

٢-٥ وصف الواجهات.

٢-٦ وصف الحركه والمداخل .

٢-٧ المقاطع

٢-١ مقدمة

في النفس البشرية حاجة ماسة للإبداع – كانت ولا زالت – رفعت من خلالها حضارات وأطاحت بأخرى ،وكان سعي الإنسان لتحقيق هذه الغاية كبيرا ، ولم تكد تقضي أجيال حتى جاءت غيرها لتكمل مسيرة الإبداع البشرية المستمرة . وهذا ما يتمثل في يومنا هذا وشاهدة للعيان ، فإبداع الفرعوني بأهراماته والإغريقي بتماثيله ومتاحفه ولحقهم الصيني بسوره العظيم وأكمل غيرهم المشوار.

ومن هنا تكمن أهمية التصميم لأي منشأ أو مبنى و الذي يمر بعدة مراحل ، بحيث تتمثل محطتها الأولى 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، ، بهدف تحقيق الفراغات والأبعاد المطلوبة وتحديد مواقع الأعمدة والمحاور، وتتم في هذه العملية أيضا دراسة الإنارة والتهوية والحركة والتنقل وغيرها من المتطلبات الوظيفية.

وأما كان التصميم من منظور طبي ،فيجب النظر إلى الحاجة المطلوبة منها بقدر الإمكان وعلى أكمل وجه، وهذه الحاجة تكمن في تقديم مستوى رعاية طبية ممتازة وهذا يأتي من خلال التصميم المعماري الجيد للمبنى مع الأخذ بكل الاعتبارات التصميمية الخاصة بالمباني الطبية التي تتمثل في توزيع الأقسام وربطها ببعضها، وفي نفس الوقت فصلها لعدم تأثير احدها على الأخر ،وتوفير المساحات الكافية والخالية من الأعمدة الداخلية في منتصف الفراغات الإنشائية، و توفير التهوية والإضاءة المناسبة والالتزام بالمواصفات والمقاييس الخاصة .

لأداء أي عمل لا بد أن يتم بمراحل عدة حتى يتم انجازه على أكمل وجه, وكذلك لإقامة أي بناء لا بد أن يتم تصميمه على ناحيتين (الناحية المعمارية والناحية الإنشائية) ,ويبدأ ذلك بالتصميم المعماري الذي يحدد شكل المنشأ , ويأخذ بعين الاعتبار تحقيق الوظائف والمتطلبات المختلفة إذ يجري التوزيع الأولي لمرافقه بهدف تحقيق الفراغات والأبعاد المطلوبة ويتم في هذه العملية دراسة الإنارة والعزل والتهوية والتنقل والحركة وغيرها من المتطلبات الوظيفية .

وبعد الانتهاء من عملية التصميم المعماري تبدأ عملية التصميم الإنشائي والتي تهدف إلى تحديد أبعاد العناصر الإنشائية وخصائصها , وذلك اعتماد على الأحمال المختلفة التي تتعرض لها هذه العناصر التي تقوم بدورها بنقل الأحمال إلى الأساسات التي تنقل الأحمال بشكل كامل إلى التربة .

٢-٢ لمحة عن المشروع

من خلال النظر والتامل في الأحوال التي يعيشها الشعب الفلسطيني جراء الاحتلال وما ينتج عن ذلك من دمار وهلاك فكانت هناك حاجه ملحة لإنشاء مستشفى لذوي الاحتياجات الخاصة والأمراض العقلية والنفسية ويحقق متطلبات السلامة والصحة العامة .

وتتلخص فكرة المشروع بعمل تصميم لمستشفى الامراض العقلية والنفسية، بحيث يحقق الأهداف التي ذكرت آنفا ويلبي جميع الاحتياجات التي تطلبها الأسرة الفلسطينية حيث يتكون المشروع من ثلاث طوابق تتنوع فيها الخدمات الوظيفية بشكل مناسب مع الحاجة المبتغية من التصميم.

٢-٣ موقع المشروع

لتصميم اي 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.

يقع موقع المشروع في مدينة الخليل .

٢-٣-١ اهمية الموقع

الموقع الذي تم اختياره لإقامة المشروع عليه في مدينة الخليل كان يحقق الأمور التالية :

- الموقع حدوده واضحة ومفصولا تماما عن المناطق السكنية وتزيد المسافة عن ضعف ارتفاع المبنى المجاور
- تعدد الطرق المؤدية للموقع فهناك طرق فرعية تحيط بالأرض من جميع النواحي وأيضا الموقع قريب من الطريق الرئيسي للمدينة.
- الموقع قريب من كافة الخدمات وهو في منطقة مرتفعة وهادئة، كما أن الموقع على اتصال مع شبكات الطرق الرئيسية
- موقع المستشفى المقترح مخصص كمرفق صحي
- كما أن هناك إمكانية التوسع المستقبلي .

٢-٣-٢ حركة الشمس والرياح

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 العناصر المعمارية

تجثم مدينة الخليل في بطن وادي الخليل، حيث تحصنت خلف تلال الوادي مما أكسبها مقومات دفاعية خاصة جعلتها تتحكم بالبوابة الطبيعية المؤدية إلى سقف مرتفعات القدس وما يليها شمالا و صحراء النقب جنوبا، هذا الموقع المتميز يضفي على الطرز المعمارية السائدة فيها جمالاً ورونقاً خاصاً، وبدأت المدينة شيئاً فشيئاً باكتساب حلة معمارية جديدة ظهرت من خلال الأبنية التي نلحظها عبر أطراف المدينة المترامية والتي تظهر تغيراً ملحوظاً في الطرز المعمارية التي سيطرت على المدينة في أوج ثورتها المعمارية.

٢-٤ وصف عناصر المشروع

يشمل المشروع على أربع طوابق على النحو التالي :

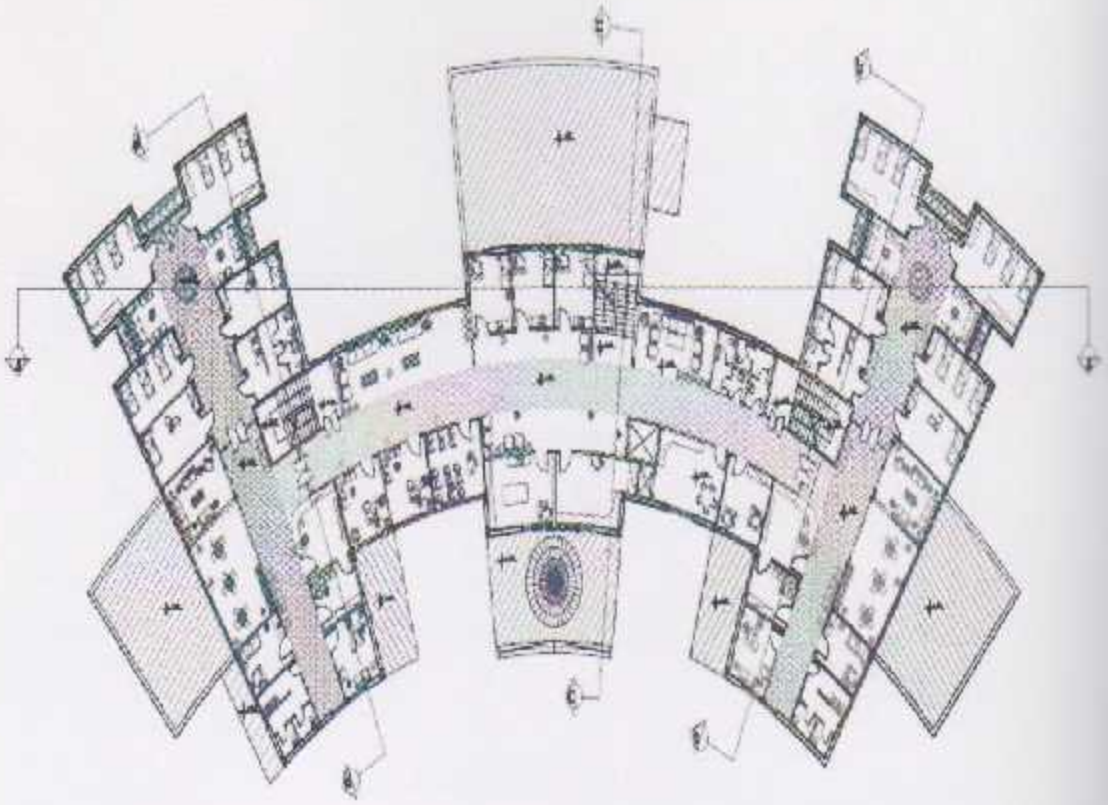
٢-٤-١ الطابق الأرضي :

مساحة هذا الطابق حوالي ١٦٥٠ متر مربع ويحتوي هذا الطابق على المدخل الرئيسي للمستشفى ويوجد ايضا مداخل فرعيه في هذا الطابق و صالة استعلامات عند كل مدخل التي توجه الشخص الزائر الى المكان الذي يريده وكما يوجد في هذا الطابق غرف نوم للمرضى ومكاتب للأطباء وتنوع الخدمات الموجوده من حيث وجود قاعة العاب للمرضى وغيرها من الخدمات الاخرى التي توفر الراحة للمريض كما هو موضح في الشكل (٢-١) .

الشكل(٢-١) مسقط الطابق الأرضي

٢.٤.٢ الطابق الأول :

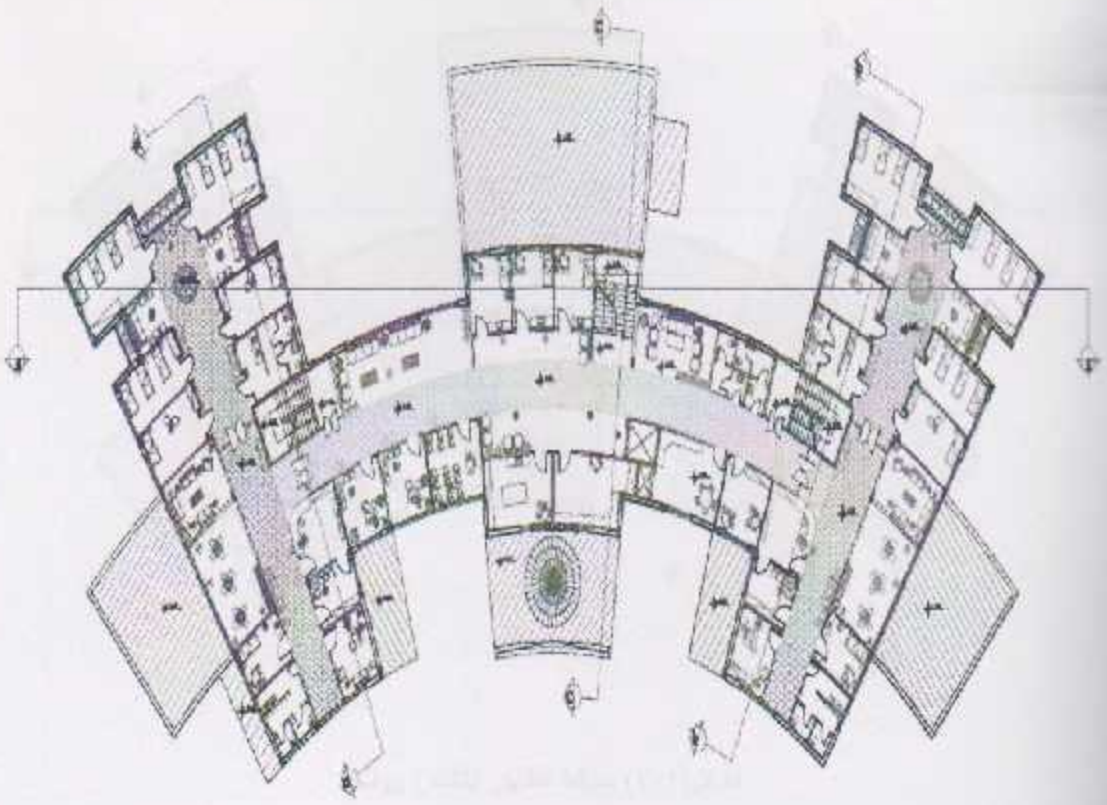
مساحة هذا الطابق حوالي ١٣٤٠ متر مربع حيث يبرز في هذا الطابق وجود القبة التي تعطي المبنى طرازا معماريا و رونقا وجمالا ، وكما يوجد في هذا الطابق مختبرات طبية للفحوصات ومكاتب المرشدين الإجتماعيين والنفسيين و غرف خاصة لمعالجة المرضى المصابين بالأمراض العقلية والنفسية وغيرها من الخدمات الاخرى . كما هو موضح في الشكل (٢-٢) :



الشكل(٢-٢) مسقط الطابق الأول

٢-٤-٣ الطابق الثاني :

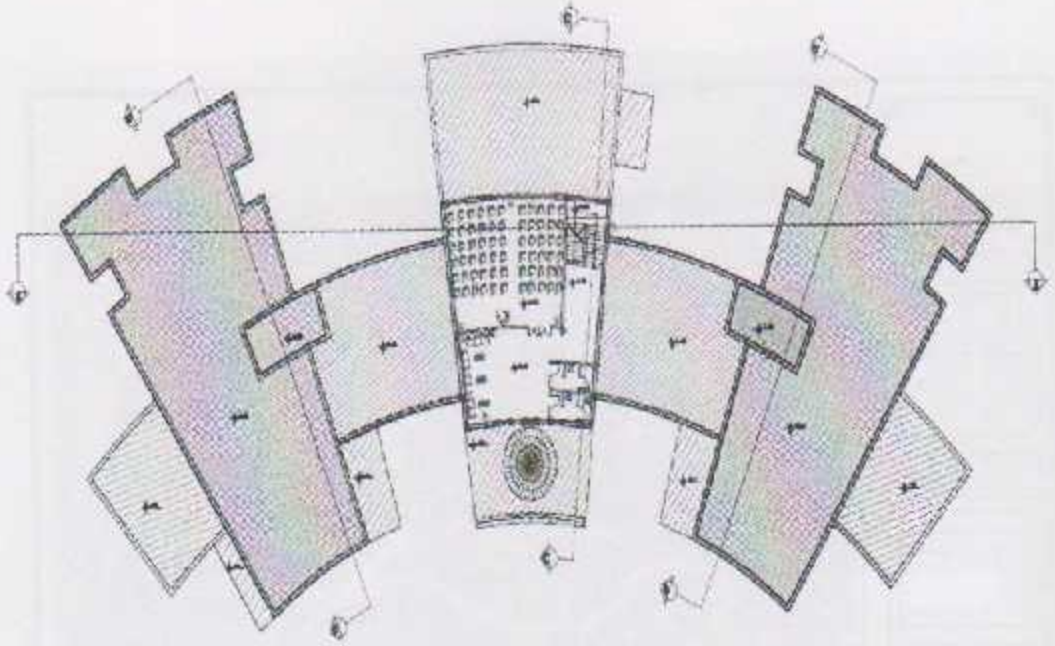
مساحة هذا الطابق حوالي ١٣٤٠متر مربع يحتوي هذا الطابق على مكاتب للادارة والاطباء و ومكاتب للسكرتاريا وغرف لمعالجة المرضى ، ويوجد صالة طعام وقاعة انتظار بالاضافة الى حمامات خاصة للمرضى وغيرها من الخدمات الأخرى كما هو موضح في الشكل (٢-٣) .



الشكل(٢-٣) مسقط الطابق الثاني

٢-٤-٤ الطابق الثالث (روف) :

مساحة هذا الطابق حوالي ٢٠٠ متر مربع الذي هو عبارة عن روف مكون من قاعة انتظار وحمامات خاصة لهذا الطابق ، بالاضافة الى قاعة متعدده الاستخدام كالمؤتمرات والمحاضرات وغيرها من الاستخدامات الاخرى كما هو موضح في الشكل (٢-٤)



الشكل(٢-٤) مسقط الطابق الثالث (روف)

٢-٤-٥ الأدراج والمصاعد :

وتقدر مساحته الأدراج والمصاعد في هذا المستشفى ب (٣٥٠ متر مربع).

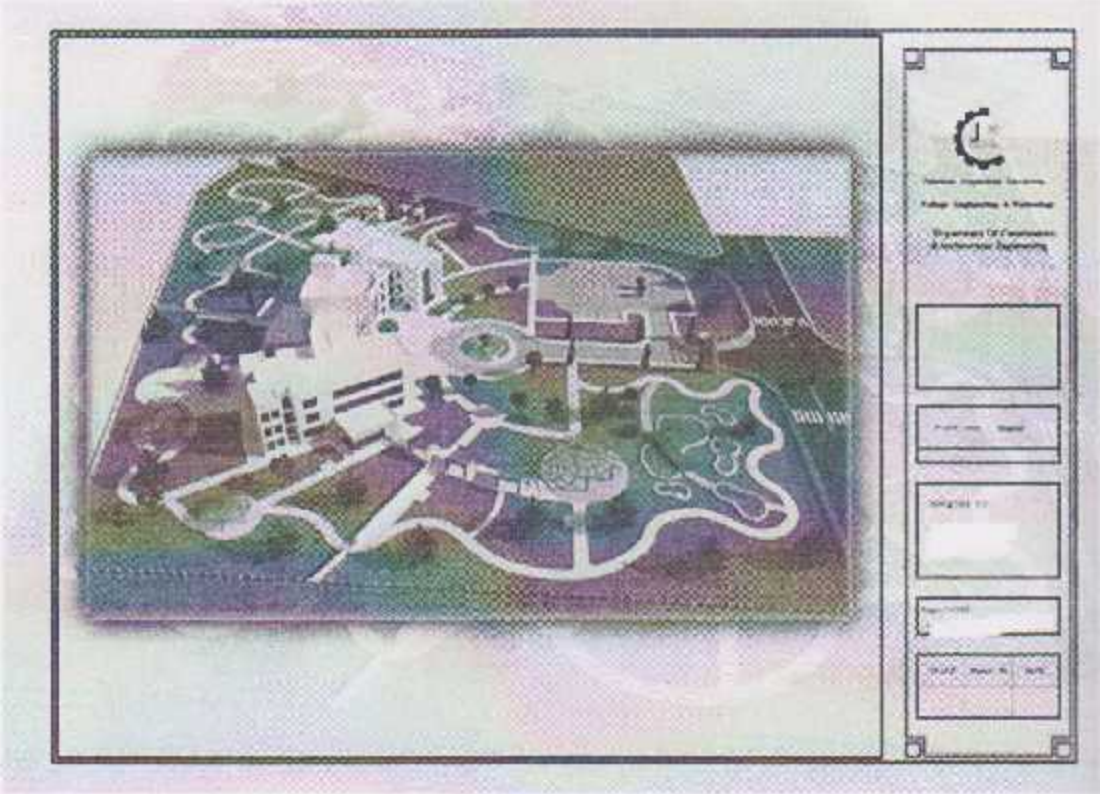
بحيث تتوزع الأدراج والمصاعد في كل الأقسام مما يتيح الفرصة أمام الأشخاص من الانتقال في داخل المستشفى لأي مكان بسهوله . كما هناك أدراج خاصة بالخدمة وأخرى بالطاقم الطبي وأخرى للزوار والمرضى.

٢-٤-٦ مواقف السيارات ـ والمناطق الخضراء والمداخل :

هناك عدة مواقف للسيارات حسب الحالة، فهناك مواقف سيارات للعمال وأيضا للأطباء والممرضين ومواقف سيارات للسكان وللزوار كل منهم له موقف منفصل عن الآخر.

وتعددت المداخل أيضا حسب نوعها فهناك مدخل للطوارئ ومدخل رئيسي للمستشفى ومدخل للخدمه ومدخل للسكن.

وبالنسبة للمناطق الخضراء فهي تتوزع في أرض المستشفى بشكل يتناسق مع المبنى وفيها أماكن للجلوس والترفية عن النفس .



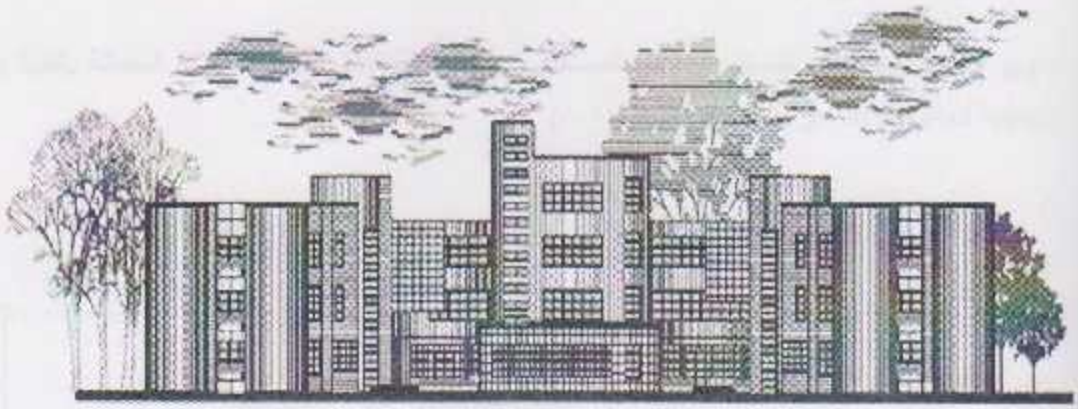
الشكل(٢-٥)حدائق عامة

٢-٥ وصف الواجهات :

لا شك في أن الواجهات المنبثقة من أي تصميم تعطي الانطباع الأول عن المبنى ومدى علاقته مع البيئة المحيطة بل إنها تظهر اختلاف الوظيفة التي تؤديها الفراغات والتي تعكسها الواجهة؛ وهذا يتأتى من خلال نظام الفتحات التي تظهرها الواجهة والتي لا بد وأن تتناسب مع وظيفة هذا الفراغ، أو من خلال المناسيب وتفاوتها .

٢-٥-١ الواجهة الشمالية :

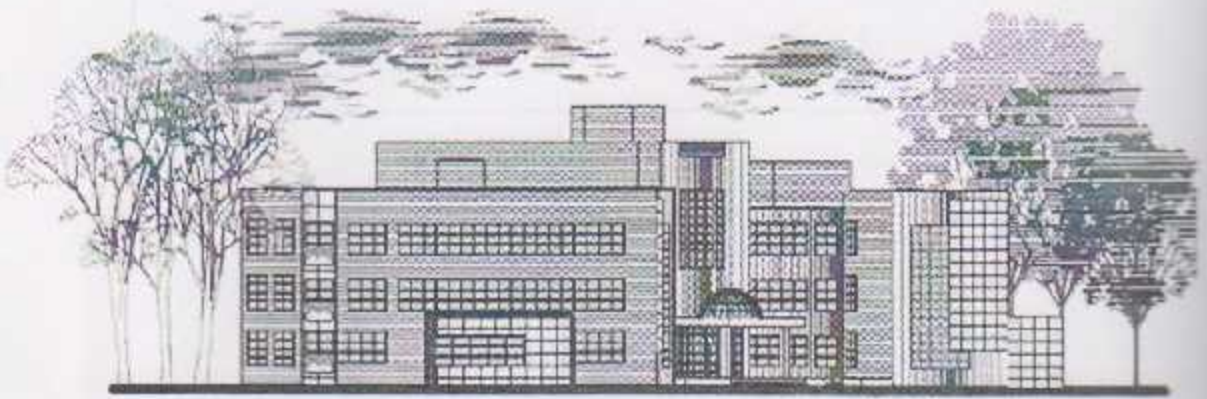
حيث تعطي هذا الواجهة جمالا للمبنى من خلال التداخلات والطرازات المعمارية وكما يظهر في هذه الواجهة وجود المدخل الفرعي للمستشفى من الجهة الشمالية . كما هو في الشكل (٢-٦)



الشكل(٢-٦)الواجهة الشمالية

٢-٥-٢ الواجهة الجنوبية الغربية :

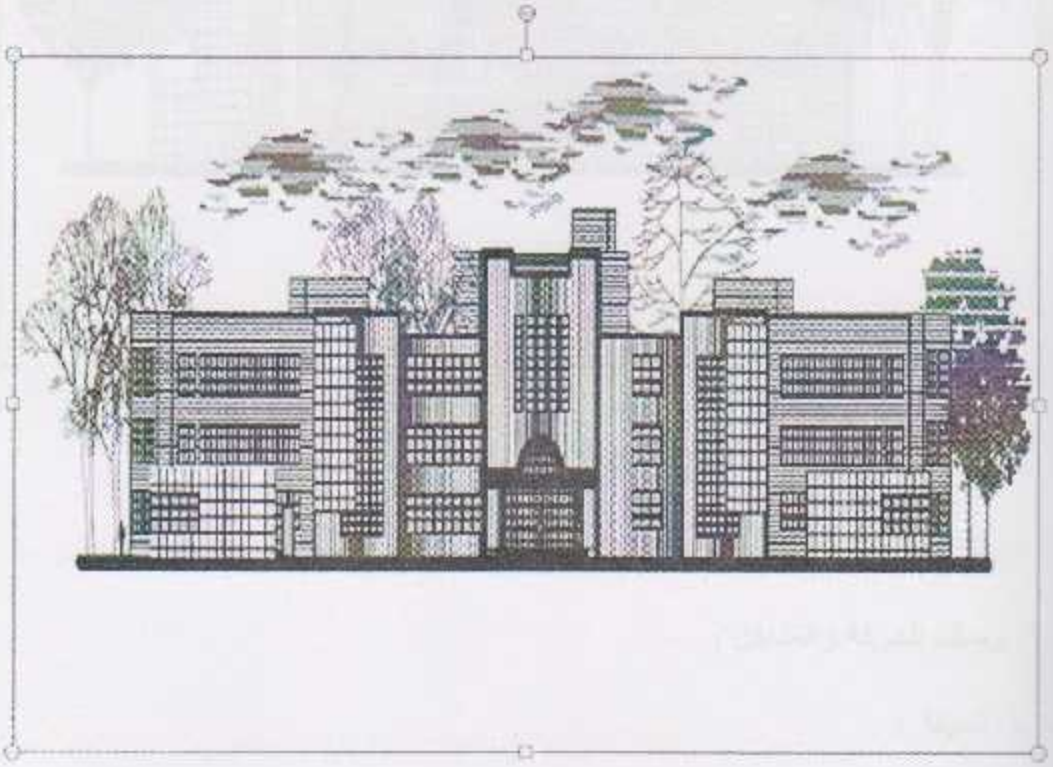
تحتوي هذا الواجهة على المدخل الفرعي للمستشفى من الجهة الشرقية وكما يظهر في هذا الواجهة القبة التي تعطي المبنى جمالا تظهر في باقي الطوابق كما هو في الشكل (٢-٧) .



الشكل(٢-٧)الواجهة الجنوبية الغربية

٢-٥-٣ الواجهة الجنوبية :

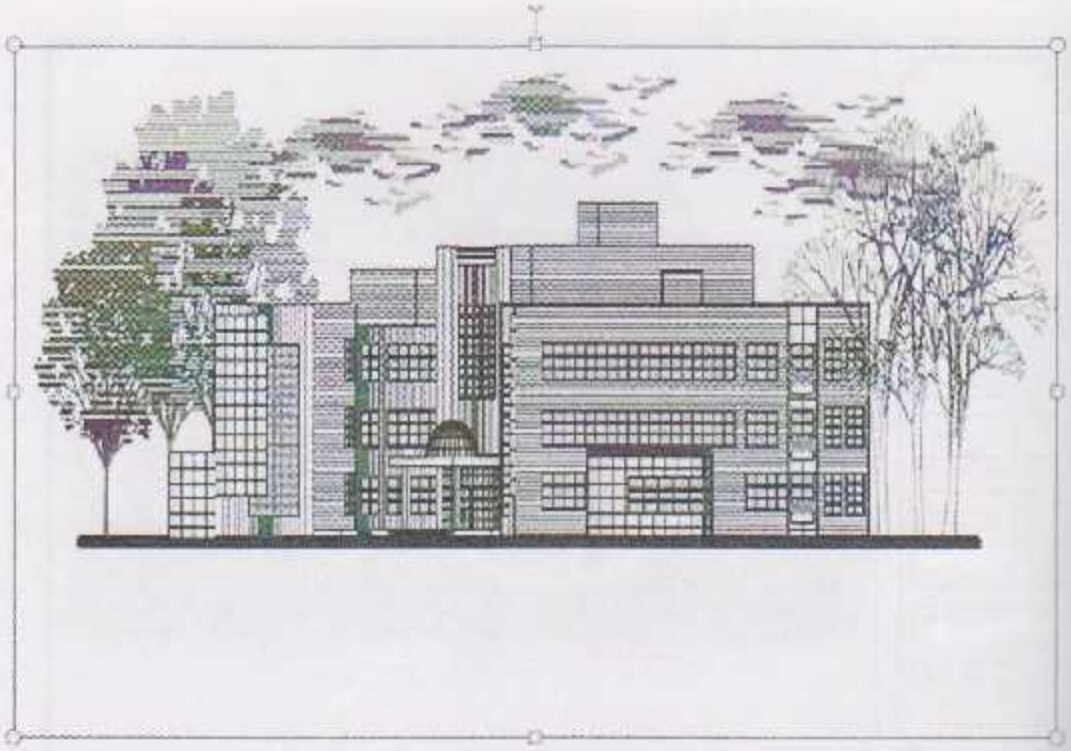
تحتوي هذه الواجهة على المدخل الرئيسي للمستشفى وتتضمن مظاهر معمارية جميلة المتمثلة بالقبة والكتل الزجاجية المتنوعة كما هو موضح في الشكل (٢-٨)



الشكل(٢-٨)الواجهة الجنوبية

٢-٥-٤ الواجهة الجنوبية الشرقية :

تحتوي هذه الواجهة على مدخل فرعي للمستشفى بالإضافة إلى الرونق في الزخرفة واستخدام الكتل الزجاجية كما يظهر في الشكل (٢-٩).



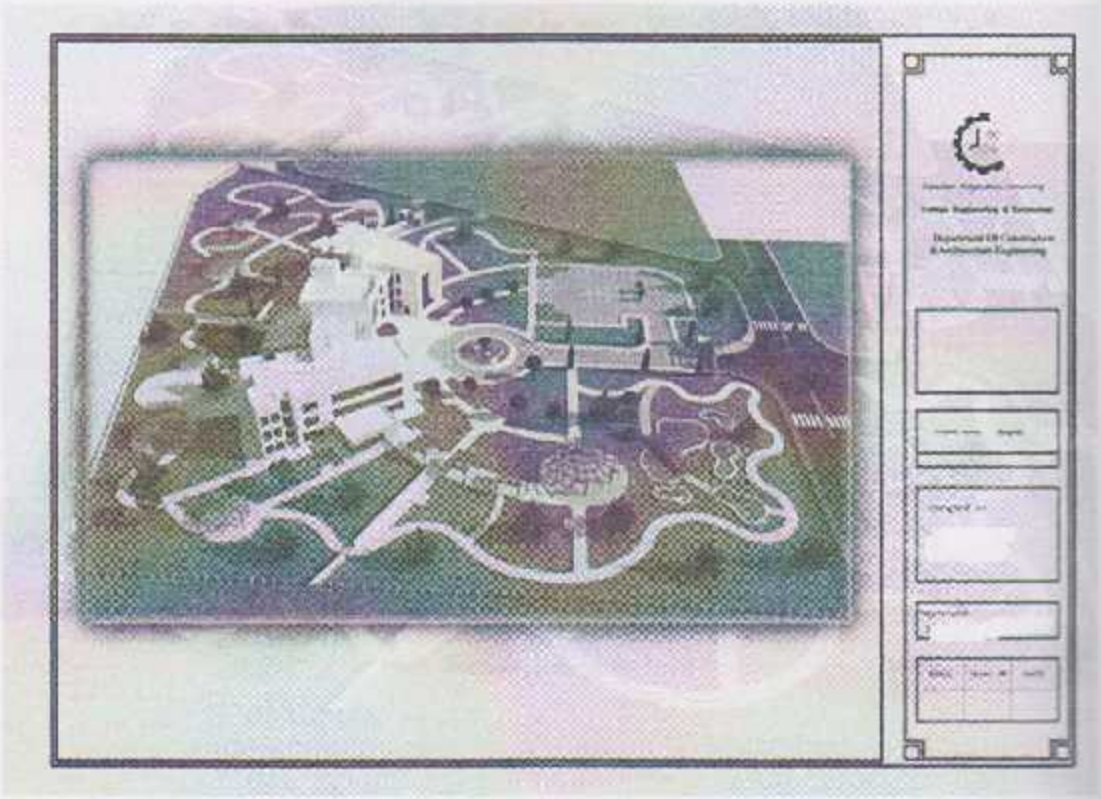
الشكل (٢-٩)الواجهة الجنوبية الشرقية

٢-٦ وصف الحركة والمداخل :

٢-٦-١ الحركة :

تم توزيع الحركة بناءا على المستويات المختلفة لذا فان المساحات والخدمات توضع على الجانب الخارجي للمبنى وفي الداخلي الحركة والممرات ،وهناك عوامل تمكن من الحصول على قياسات واسعة للمبنى والتي تجعل المريض

وتحفزه على البقاء دون أن يشعر لرهبة من المكان .وهذه العوامل هي الانتظام ،الفضاء ،التخصص ،مع تركيب منظم في الاتصال .



وصف الحركة الشكل (٢-١٠)

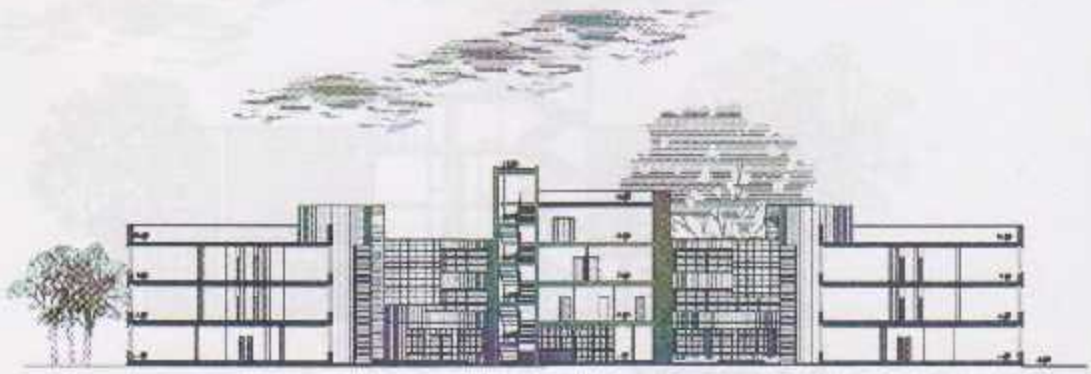
٢-٦-٢ المداخل :

- حيث يوجد فى هذا المستشفى اربع مداخل توصل الى بقية الطوابق الاخرى .

- المدخل الرئيسي للمستشفى من الطابق الأرضي من فراغ رئيسي موزع لأكثر من مكان .
- الاتصال الرئيسي من طريق محيط بالمستشفى .
- يوجد مداخل فرعية للمستشفى فى الطابق الأرضى .

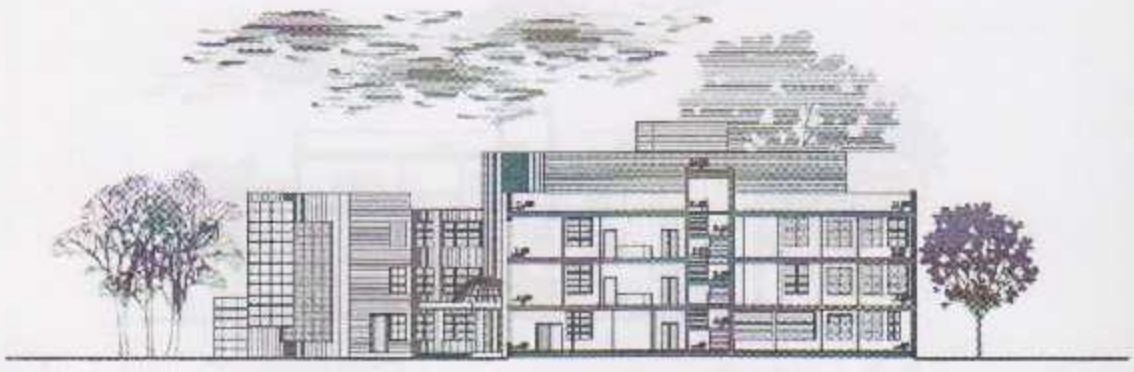
٢-٧ المقاطع : حيث تم عمل أربع مقاطع في هذا المشروع على النحو التالي :

٢-٧-١ مقطع (a-a) :- كما في الشكل (٢-١١)



Section a-a Sc: 1-200

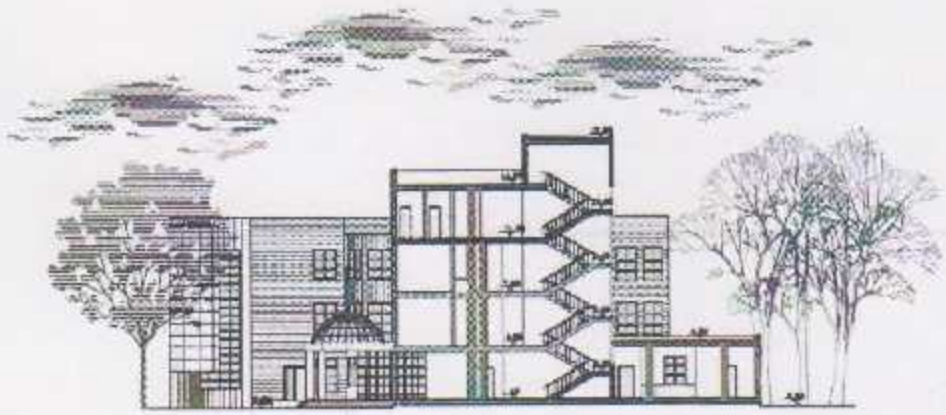
2-7-2 مقطع (b-b) : - كما في الشكل (٢-١٢)



Section b-b Sc: 1-200

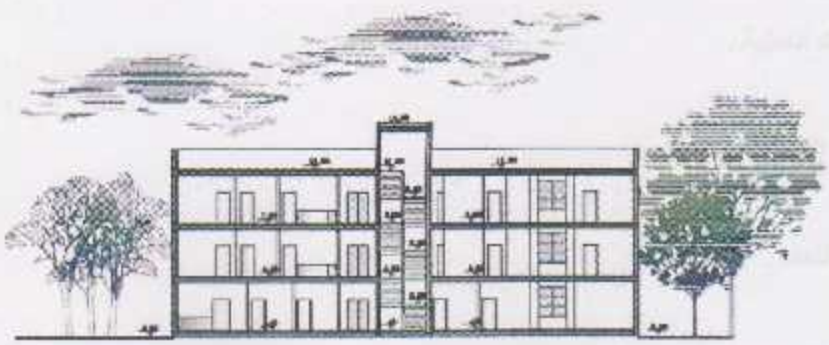
٢-٧-٣ مقطع (c-c) : -

مقطع خاص في الدرج كما هو في الشكل (٢-١٣)



Section c-c Sc: 1–200

٢ -٧-٤ مقطع (d-d) -: كما في الشكل (٢-١٤)



Section d-d Sc: 1–200

الفصل الثالث

الوصف الإنشائي

٣

٣.١ المقدمة .

٣.٢ هدف التصميم الإنشائي .

٣.٣ مراحل التصميم الإنشائي

٣.٤ الدراسات النظرية للعناصر الانشائية في المبنى .

٣.٥ الاختبارات العملية .

٣.٦ العناصر الإنشائية .

٣.٧ فواصل التمدد .

٣.٨ برامج الحاسوب التي تم استخدامها.

٣.١ مقدمة

من خلال الوصف المعماري الكامل للمبنى لا بد من تطبيق الأفكار و المقترحات الموجودة في الوصف المعماري في التصميم الإنشائي الذي يتماشى مع المتطلبات المعمارية والقوانين الهندسية إذ يعتمد التصميم الإنشائي بشكل أساسي على تصميم كافه العناصر الإنشائيه بحيث تقاوم كافة الأحمال التي تؤثر عليها و بالتالي يجب وصف كافة هذه العناصر وصفاً دقيقاً يلبي متطلبات الحسابات الانشائية لهذا المشروع بالإضافة للحفاظ على الطابع المعماري وعدم تغييره .

٣.٢ هدف التصميم الإنشائي

يهدف التصميم الانشائي بشكل أساسي الى إنتاج منشأ متقن ومتزن من جميع النواحي الهندسية والإنشائية ومقاوم لجميع المؤثرات الخارجية من أحمال ميتة وحية وأيضا أحمال بيئية من تأثير الزلازل و الرياح و الثلوج. وبالتالي يتم تحديد العناصر الإنشائية بناء على:

- الأمان (Safety): يتم تحقيقه عبر اختيار مقاطع للعناصر الانشائية قادرة على تحمل القوى و الإجهادات الناتجة عنها.
- التكلفة (Cost): يتم تحقيقها عن طريق مواد البناء ومقاطع مناسبة و كافية للغرض الذي ستستخدم من أجله.
- حدود صلاحية المبنى للتشغيل (Serviceability) من حيث تجنب أي هبوط زائد (Deflection) و تجنب التشققات (Cracks) التي تؤثر سلبا على المنظر المعماري المطلوب.
- الشكل و النواحي الجمالية للمنشأ.
-

٣.٣ مراحل التصميم الانشائي

يمكن تقسيم مراحل التصميم الإنشائي إلى مرحلتين رئيستين :

المرحلة الأولى : وهي الدراسة الاولية للمشروع من حيث طبيعة المشروع وحجمه بالاضافة لفهم المشروع من جميع جوانبه المختلفة .

المرحلة الثانية : تتمثل في التصميم الانشائي لكل جزء من اجزاء المنشأ بشكل مفصل ودقيق وفقا للنظام الانشائي الذي تم اختياره وعمل التفاصيل الانشائية اللازمة للمشروع .

٣.٤ الدراسات النظرية للعناصر الإنشائية في المبنى

تعتبر الدراسة النظرية جزء رئيسي ومهم يجب القيام به لإتمام عملية التحليل والتصميم، حيث أنه من خلالها يمكن الوصول إلى أفضل ما يكون من عمليات التحليل، لذلك يجب دراسة العناصر الإنشائية بشكل جيد وتحديد الأحمال الواقعة على كل عنصر للوصول إلى التصميم المتين والآمن وطريقة العمل المناسبة.

٣.٤.١ الأحمال

لابد للعناصر الإنشائية التي يتم تصميمها أن تكون قادرة على مقاومة الأحمال الواقعة عليها دون حدوث إنهيار للعنصر الانشائي ومن هذه الأحمال: الأحمال الميتة، الأحمال الحية، والأحمال البيئية.

٣.٤.٢ الأحمال الميتة

هي أحمال تنجم عن وزن المبنى الذاتي الذي يتكون من أوزان مواد البناء المستخدمة حيث تتضمن جميع العناصر الانشائية و التجهيزات الثابتة فهي أحمال تلازم المبنى بشكل دائم، ثابتة المقدار والإتجاه.

وفيما يتعلق بالكثافة النوعية للمواد المستخدمة فهي كالتالي:

الرقم المتسلسل	المادة المستخدمة	الكثافة المستخدمة (KN/m^3)
1	البلاط	٢٣
2	المونة	٢٢
3	الخرسانة المسلحه	٢٥
4	الطوب	٩
5	القصارة	٢٢
٦	الرمل	١٧

الجدول (٣-١) الكثافة النوعية للمواد المستخدمة اعتمادا على الكود الاردني للأحمال

٣.٤.٣ الأحمال الحية

وهي الأحمال التي تتعرض لها العناصر الانشائية المختلفة بحكم استعمالاتها المختلفة ، او استعمالات جزء منها ، بما في ذلك الأحمال الموزعة والمركزة، وهي تشمل :

١. الأحمال الساكنة، والتي يمكن تغيير اماكنها من وقت لأخر، والتي تشمل اوزان الاشخاص مستخدمي المبنى وتشمل ايضا أثاث البيوت ، والأجهزة والالات غير المثبتة، والمواد المخزنة ،
٢. الأحمال الديناميكية، كالأجهزة التي ينشأ عنها اهتزازات تؤثر على المنشأة .

الجدول التالي (٢_٣) يبين الاحمال الحية في المشروع والمحددة بالرجوع الى الكود الاردني .

الرقم المتسلسل	طبيعة الاستخدام	الحمل الحي (KN/m²)
١	المباني السكنيه	5.0
٢	المخازن	5.0
٣	الاجراج	5.0
٤	المطاعم	5.0

جدول الاحمال الحية (٢-٣)

٣.٤.٥ الاحمال البيئية

هي النوع الثالث من الأحمال التي يجب تأخذها بعين الاعتبار عند التصميم، وهذه الأحمال تتمثل في:

٣.٤.٥.١ الرياح

عبارة عن قوى افقية تؤثر على واجهات المبنى وعموديه تؤثر على الاسقف ويظهر تأثيرها في المباني المرتفعة وهي القوى التي تؤثر بها الرياح على الأبنية أو المنشآت أو أجزائها، وتكون موجبة إذا كانت ناتجة عن ضغط وسالبة إذا كانت ناتجة عن شد، ولم يتم اعتماد قوى الرياح في هذا المشروع .

٣,٤,٥,٢ الثلوج

هي الأحمال التي يمكن أن تتعرض لها الاسقف بفعل تراكم الثلوج، ويمكن تقييم أحمال الثلوج اعتمادا على العوامل التالية:

- ارتفاع المنشأة عن سطح البحر.
- ميلان السطح المعرض لتساقط الثلوج.

٣,٤,٥,٣ الزلازل

من أهم الاحمال البيئية التي تؤثر على المبنى و هي عبارة عن قوى أفقية و رأسية يتولد عنها عزوم منها عزم الالتواء وعزم الإنقلاب، ويمكن مقاومتها باستخدام جدران القص المصممة بسماكات و تسليح كافي يضمن سلامة المبنى عند تعرضه لمثل هذه الأحمال ، ويتم تحديد أحمال الزلازل وقوى القص اعتماداً ورجوعا إلى الكود الامريكي (UBC).

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 .

٣.٦ العناصر الإنشائية المكونة للمبنى:

تتكون جميع المباني عادة من مجموعة من العناصر الإنشائية التي تتكاتف لكي تحافظ على استمرارية وجود المبنى وصلاحيته للاستخدام البشري، ومن أهم هذه العناصر، العقدات والجسور والأعمدة والجدران الحاملة والأساسات وغيرها.

و يحتوي المشروع على العناصر التالية :

٣.٦.١ العقدات

هي عبارة عن العناصر الإنشائية القادرة على نقل القوى الرأسية بسبب الأحمال المؤثرة عليها إلى العناصر الإنشائية الحاملة في المبنى مثل الجسور والجدران والأعمدة، دون تعرضها إلى تشوهات.

توجد أنواع مختلفة وعديدة شائعة الاستعمال من العقدات الخرسانية المسلحة ، منها ما يلي :

١. البلاطات المفرغة (Ribbed Slabs) وتقسم إلى :

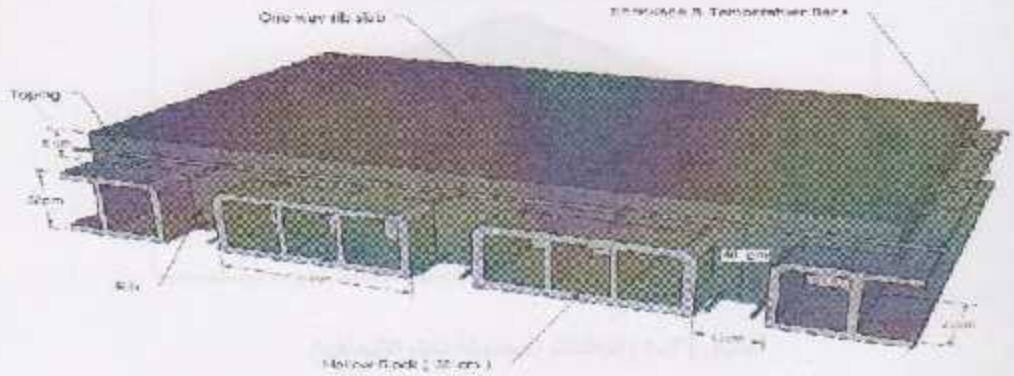
- عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab) .

٢. البلاطات المصمتة (Solid Slabs) وتقسم إلى :

- العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slab)
- العقدات المصمتة ذات الاتجاهين (Two way solid slab).

٣,٦,١,١ عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab):

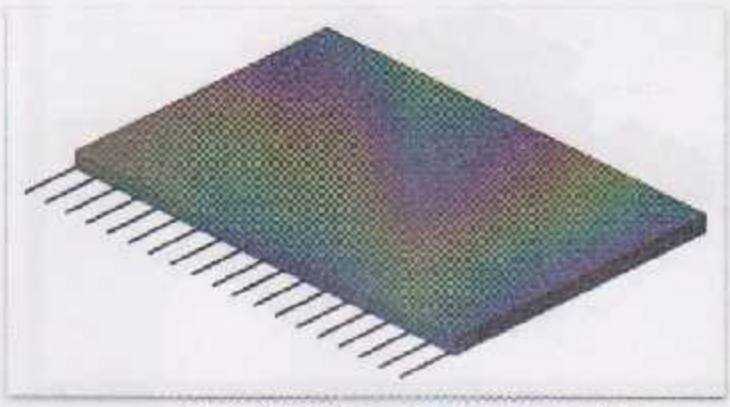
إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في هذه البلاد وتتكون من صف من الطوب بليه العصب، ويكون التسليح باتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (٣-٢).



الشكل (٣-٢): عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد.

٣,٦,١,٢ العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slab):

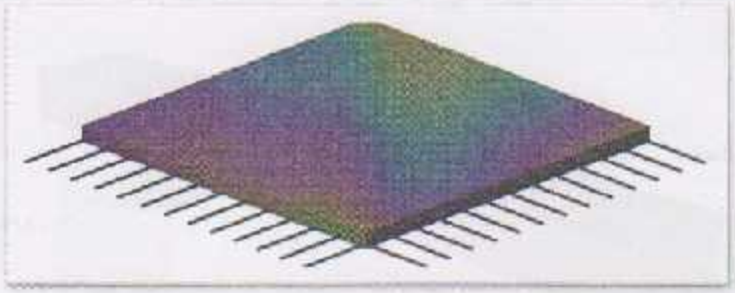
تستخدم في المناطق التي تتعرض كثيرا للأحمال الحية، وذلك تجنبا لحدوث اهتزاز نظرا للسماكة المنخفضة، كما في الشكل (٣-٣) :



الشكل (٣-٣): العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد.

٣.٦.١.٣ العقدات المصمتة ذات الاتجاهين (Two way solid slab) :

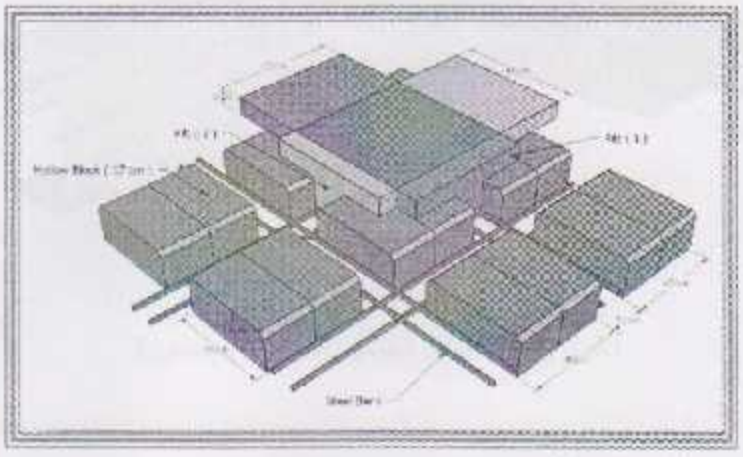
تستخدم في حال كانت الأحمال المؤثرة أكبر من المقدار الذي تستطيع العقدة المصمتة ذات الاتجاه الواحد مقاومتها، وعند ذلك يتم اللجوء إلى تصميم هذا النوع من العقدات و ذلك لأنها تستطيع مقاومة الأحمال بشكل أكبر حيث يوزع التسليح الرئيسي فيها باتجاهين موضحه في الشكل (٣-٤).



الشكل (٣-٤) العقدات المصمتة ذات الاتجاهين

٣.٦.١.٤- عقدات العصب ذات الاتجاهين (Tow Way Rib Slabs):-

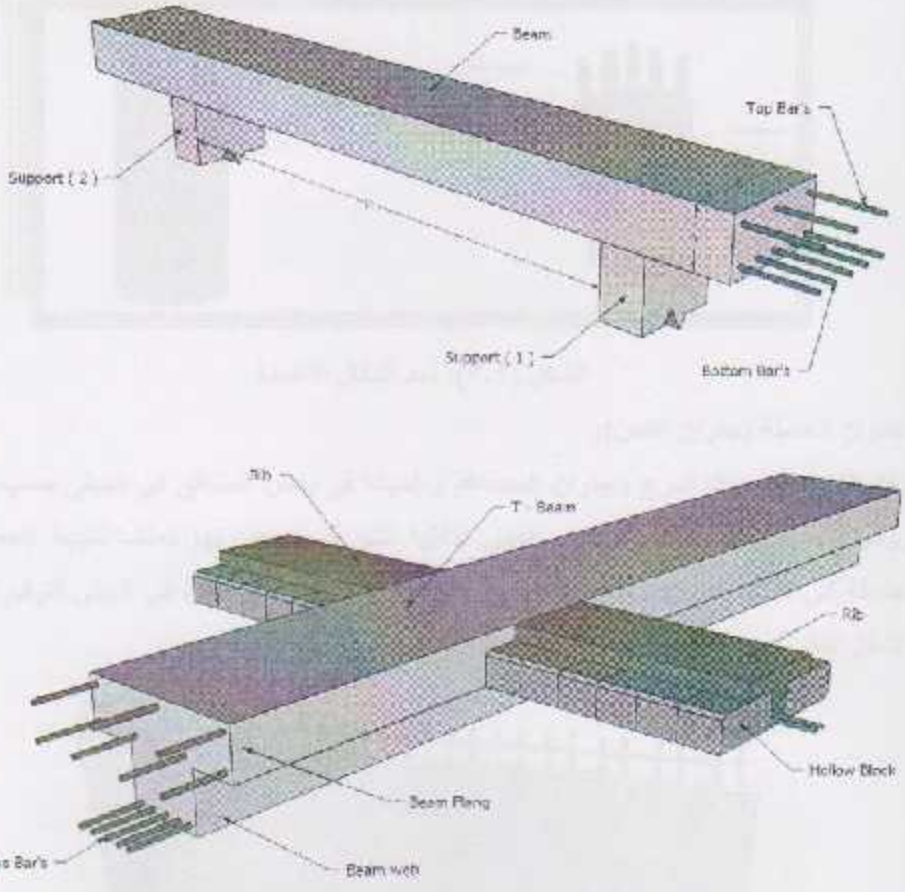
و عقدات العصب في اتجاهين فتستخدم في حالةالمساحات الكبيرة نسبيا ، خاصة عندما تكون مسافات البحور للعقدة متقاربة و تكون المسافات أكثر من ٦م ويتم توزيع الحمل في جميع الاتجاهات ويراعى عند حساب وزنها طوبتين وعصب في الاتجاهين كما في الشكل (٣-٥).



العقدة ذات العصب باتجاهين الشكل (٣-٥)

٣.٦.٢ الجسور:

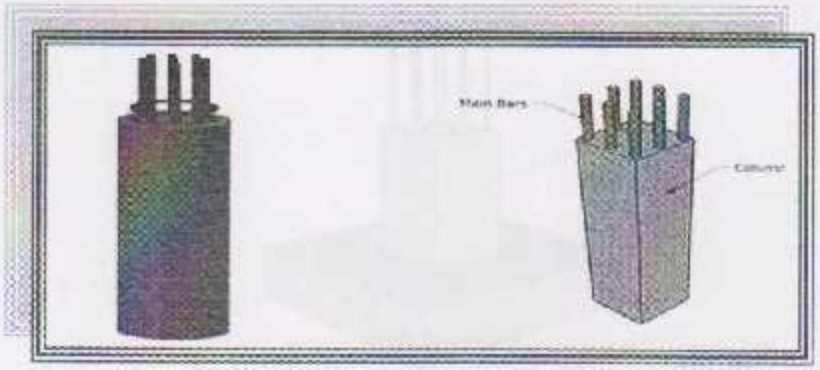
وهي عناصر إنشائية أساسية في نقل الأحمال من الأعصاب داخل العقدة إلى الأعمدة ،وهي نوعين، جسور مستورة (مخفية داخل العقدات) والجسور المدلاة "Droop Beams" وهي التي تبرز عن العقدة من الأسفل، ونظرا للمسافات المختلفه بين الأعمدة في المبنى المراد تصميمه في هذا المشروع ،فضلاً عن الأحمال الواقعة،فإن الجسور التي سوف تستخدم في العقدة ستكون جسور مستورة وأخرى مدلاة تقوم بنقل أحمال الأعصاب إليها.



الشكل (٣-٦) أشكال الجسور المدلاة و المستورة.

٣.٦.٤ الأعمدة:

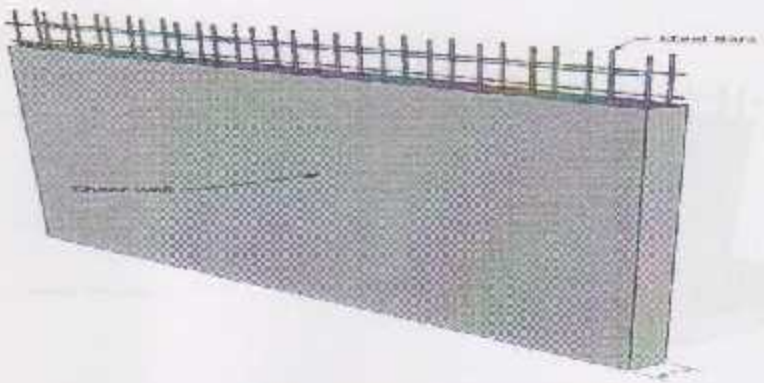
تعتبر الأعمدة العضو الرئيس في نقل الأحمال من العقدات والجسور إلى الأساسات، وبذلك فهي عنصر إنشائي ضروري لنقل الأحمال وثبات المبنى. لذلك يجب تصميمها بحيث تكون قادرة على حمل وتوزيع الأحمال الواقعة عليها ،و هي متنوعة من حيث المقطع وطريقة العمل .



الشكل (٣-٧): أحد أشكال الأعمدة.

٣.٦.٥ الجدران الحاملة (جدران القص):

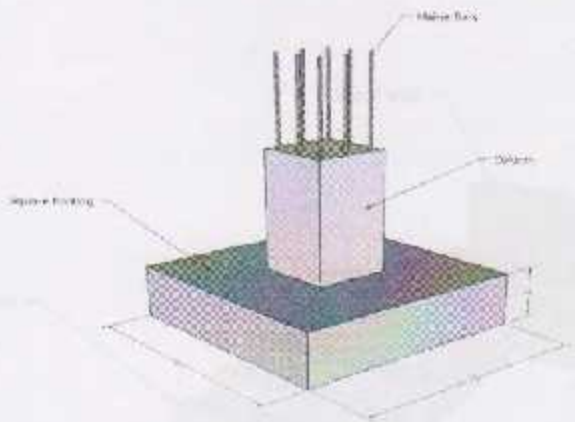
هي الجدران التي تحيط ببيت الدرج وجدران المصاعد و أحيانا في بعض المناطق في المبنى حسب ما تقتضي الحاجة ووظيفة جدران القص مقاومة قوى القص الافقية التي قد يتعرض لها المنشأ نتيجة لاحمال الزلازل والرياح اضافة الى كونها جدران حاملة ، ويراعى توفرها في اتجاهين متعامدين في المبنى لتوفير ثبات كامل للمبنى والشكل التالي يبين جدار قص مسلح الشكل (٣-٧)



الشكل (٣-٨): جدار القص.

٣.٦.١ الأساسات:

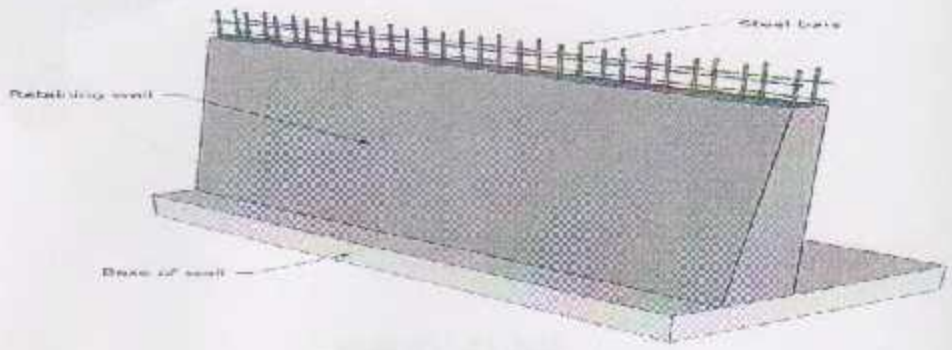
بالرغم من أن الأساسات هي أول ما يبدأ بتنفيذها عند بناء المنشأ، إلا أن تصميمها يتم بعد الانتهاء من تصميم كافة العناصر الإنشائية في المبنى وهي على عدة أنواع منها : المنفصلة والمزدوجة ، الشريطية والشكل التالي يبين نوع من الاساس الشكل (٣-٩)



الشكل (٣-٩) : الأساس المنفرد

٣.٦.٢ الجدران الاستنادية

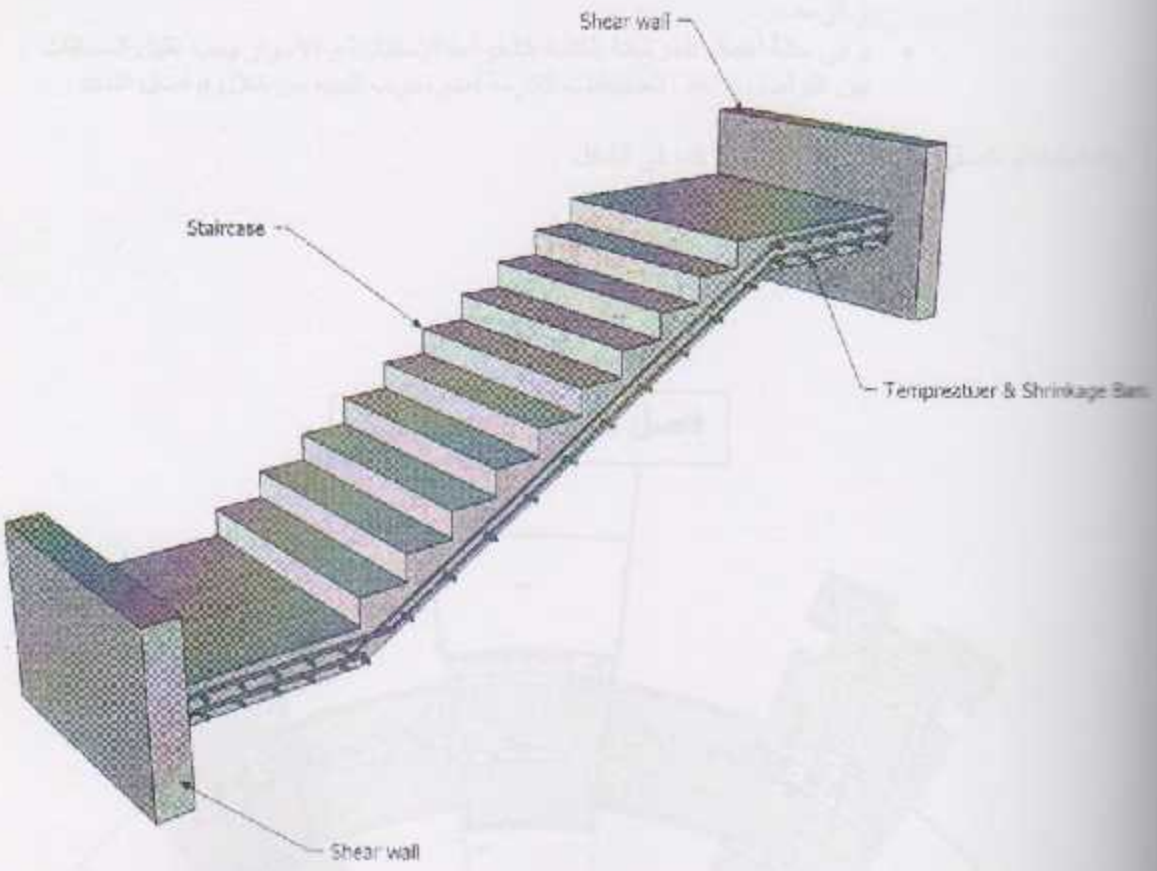
تستخدم هذه الجدران لمنع أي انزلاق في الموقع وحيث تصمم وتنفذ هذه الجدران الاستنادية على اسس ومعايير يحددها الكود الامريكي كما في الشكل (٣_١٠).



جدار استنادي الشكل (٣-١٠)

٣.٦.٧ الادراج:

عبارة عن عناصر معمارية تستخدم للانتقال الرأسي بين المستويات المختلفة المناسيب، ولم استخدامها في مشروعنا بشكل واضح والشكل (٣-١٠) يبين مقطع عام للدرج.



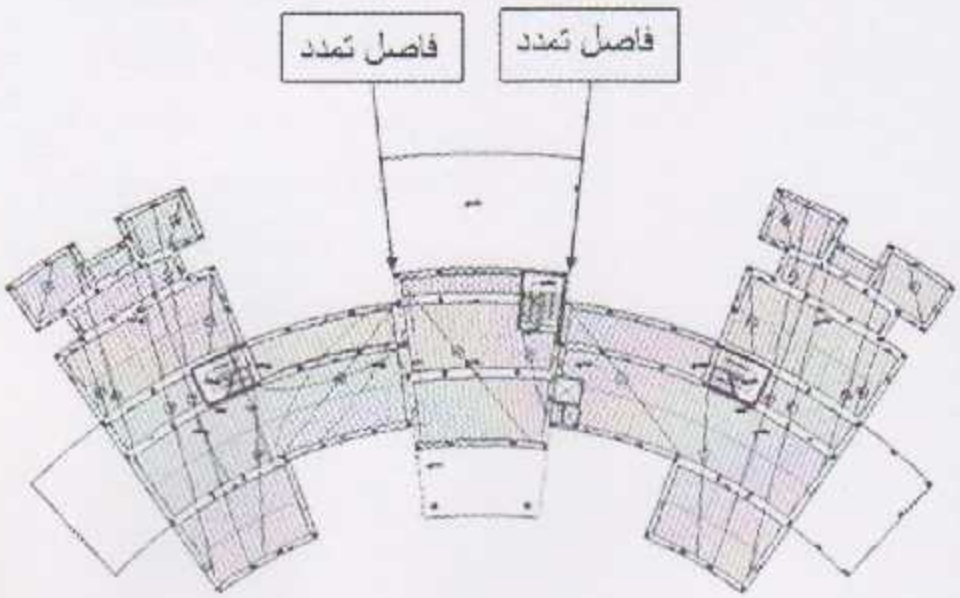
الشكل (٣-١١): الدرج .

٣.٧ فواصل التمدد (Expansions Joints):

يمكن تحديد المسافة القصوى بين فواصل التمدد للمنشآت العادية كما يلي :

- من ٤٠ إل ٤٥ م في المناطق المعتدلة كما هو الحال في فلسطين .
- من ٣٠ إل ٣٥ م في المناطق الحارة .
- و يمكن زيادة هذه المسافات بشرط الأخذ بعين الاعتبار تأثير عوامل الانكماش و التمدد و الزحف .
- و في حالة أعمال الخرسانة الكتلية كالحوائط الإستنادية و الأسوار يجب تقليل المسافات بين الفواصل و اخذ الاحتياطات اللازمة لمنع تسرب المياه من خلال فواصل التمدد .

وتم استخدام فاصلي تمدد في هذا المشروع كما في الشكل .



فواصل التمدد في المشروع الشكل (٣-١٢)

٣-٨ برامج الحاسوب التي تم استخدامها :

١- AutoCAD 2010
٢- Microsoft office 2007
٣- Atir software
٤- Safe software
٥- Etabs software

Chapter 4

Structural Analysis & Design

4

4.1 Introduction.

4.2 Determination of Slab Thickness.

4.3 Design of Topping.

4.4 Determination of Factored Load.

4.5 Design of Rib 1.

4.6 Design of Beam14.

4.7 Design of long column.

4.8 Design of isolated footing F9.

4.9 Design of Stairs

4.10 Design of shear wall

4.11 Design of strip footing.

4.1 Introduction

The project consists of several structural members that will be designed according to the ACI – 318 code and by using the finite element method using different computer software such as "ATIR" to find the internal forces, moments and deflections for the all structural members in order to design it.

4.2 Determination of Slab Thickness

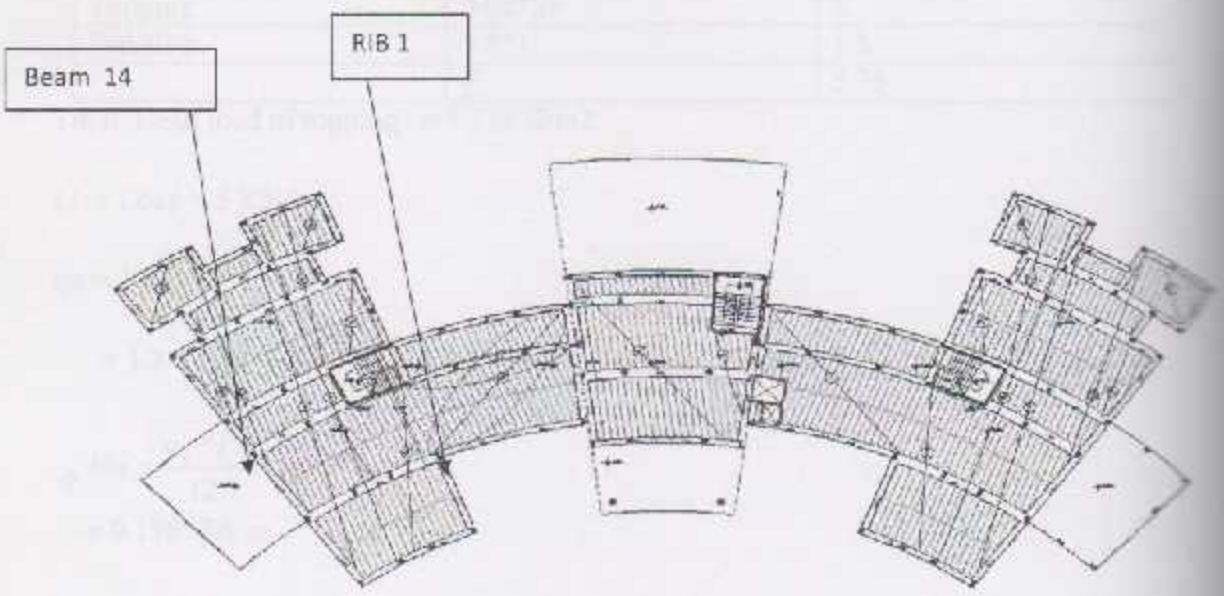


Figure (4-1): ground Floor Slab.

According to ACI-Code-318-05, the minimum thickness of nonprestressed beams or one way slabs unless deflections are computed as follow

h_{min} for one-end continuous = L/18.5

– 6.72 /18.5 – 36.3 cm.

h_{min} for both-end continuous = L/21

= 6.9/21 – 32.8 cm

The controller slab thickness is 35cm.

Select Slab thickness **h= 35cm** with block 27cm & Topping 8cm.

4.3 Design of Topping.

Dead load from:	Δ *γ*1	kN/m
Tiles	0.03*23	0.69
Mortar	0.02*22	0.44
Coarse sand	0.07*16	1.12
Topping	0.08*25	2.
Partition	1.5*1	1.5
	Σ	5.75

Total Dead load of topping = 5.75KN/m2.

Live Load = 5 KN/m^2

qu = 1.2 DL + 1.6 LL

= 1.2 * 5.75 + 1.6 * 5 = 14.9 KN/m^2. (Total Factored Load)

$$\rightarrow Mu = \frac{q_u * l^2}{12} = 14.9 * 0.4^2 / 12$$

$$= 0.1986 KN.m.$$

$$\rightarrow Mn = 0.42\sqrt{fc'} * \frac{bh^2}{6}$$

$$= 0.42\sqrt{24} * \frac{1000 * 80^2}{6} = 2.19 KN.m$$

$$\rightarrow \phi * Mn = 0.55 * 2.19 = 1.2 KN.m.$$

$$\phi * Mn = 1.2 > Mu = 0.1986 KN.m.$$

No structural reinforcement is needed. Therefore, shrinkage and temperature reinforcement must be provided.

For the shrinkage and temperature reinforcement:

$\rho = 0.0018$

Use Φ8 = 0.5mm

$As = \rho * b * h = 0.0018 * 1000 * 80 = 144 mm^2$.

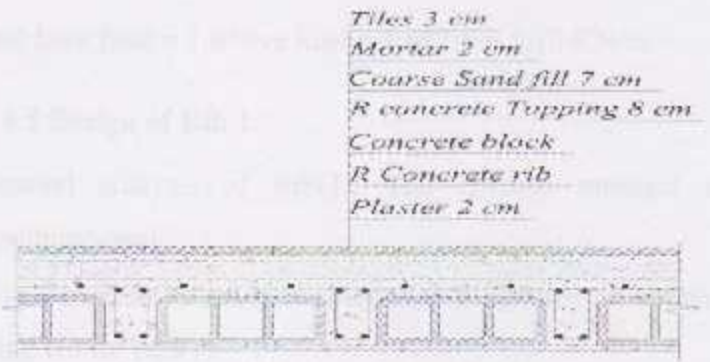
Spacing <50/144=0.35m

Select s=20cm

Use Φ8 @ 20 cm c\c in both directions.

4.4 Determination of factored Load for Ribs(1):

4.4.1 Determination of Dead load



TYPICAL SECTION IN RIBED SLAB

Tiles → 0.03*0.52*23 = 0.3588 KN/m.

Mortar → 0.02*0.52*22 = 0.2288 KN/m.

Sand Fill →0.07*0.52*16= 0.5824 KN/m.

Topping → 0.08*0.52*25 = 1.04 KN/m.

Block → 0.4*0.27*9 = 0.972 KN/m.

Plaster → 0.02*0.52*22 = 0.0.2288 KN/m.

Partition→ 1.5*0.52 = 0.78 KN/m.

Rib→0.12*0.27*25= 0.81KN/m.

Nominal Total Dead Load = 5.0 kN/m of rib

Nominal Total live load = 5 * 0.52 = 2.6kN/m of rib

Total Dead Load (service)= 5.0008/0.52= 9.617 KN/m2

Nominal Total Dead Load = 4.32kN/m of rib

Nominal Total live load = 5 * 0.54 = 2.7kN/m of rib

4.4.2 Determination of factored dead & live load

Factored dead load = 1.2*Dead load = 1.2*5.0008 = 6.0K/m.

Factored Live load = 1.6*live load = 1.6*2.6 = 4.16 KN/m.

4.5 Design of Rib 1.

- Structural analysis of Rib(1). The envelop moment and shear (for all load combinations).
- Using the structural analysis and design programs, we obtain the envelope moment diagram for Rib(1).

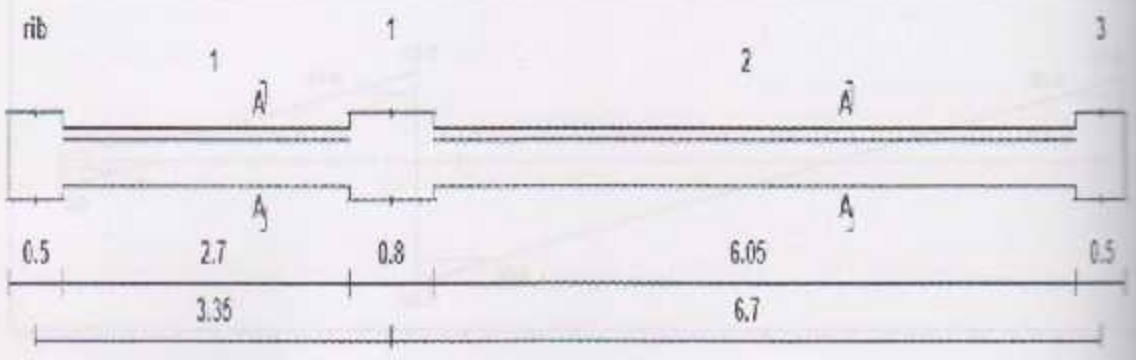


Figure 1.(rib 1 geometry)

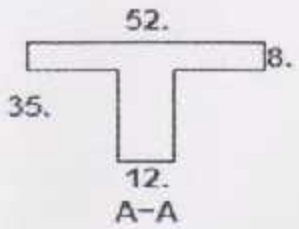


Figure 2. Rib section

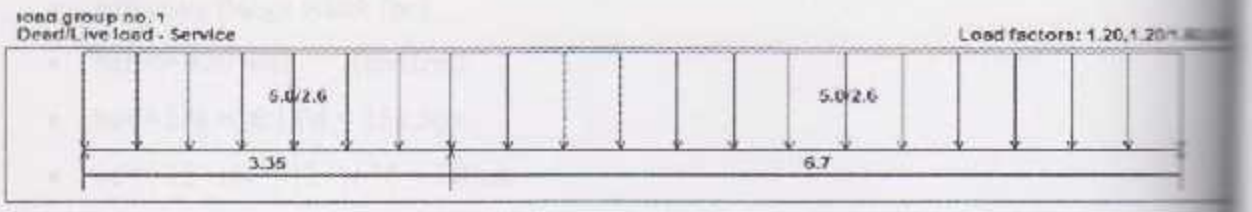


Figure 3.loading of rib 1

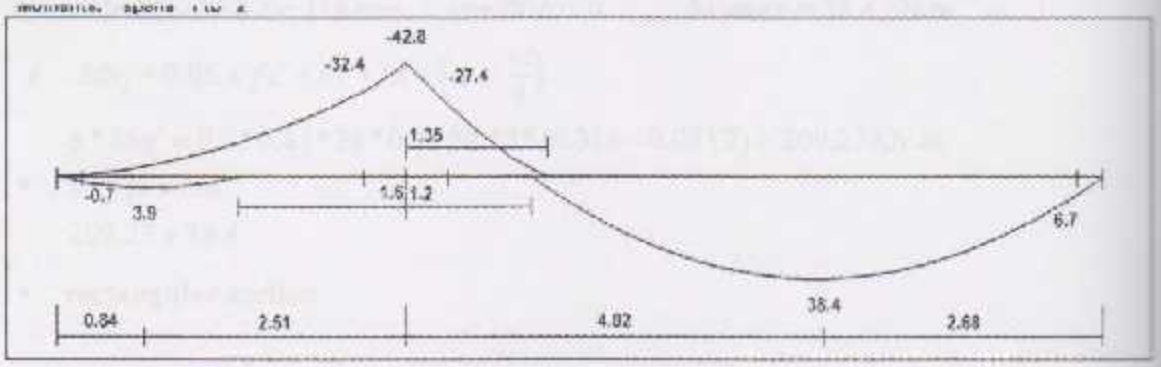


Figure 4.Moment Envelop diagram

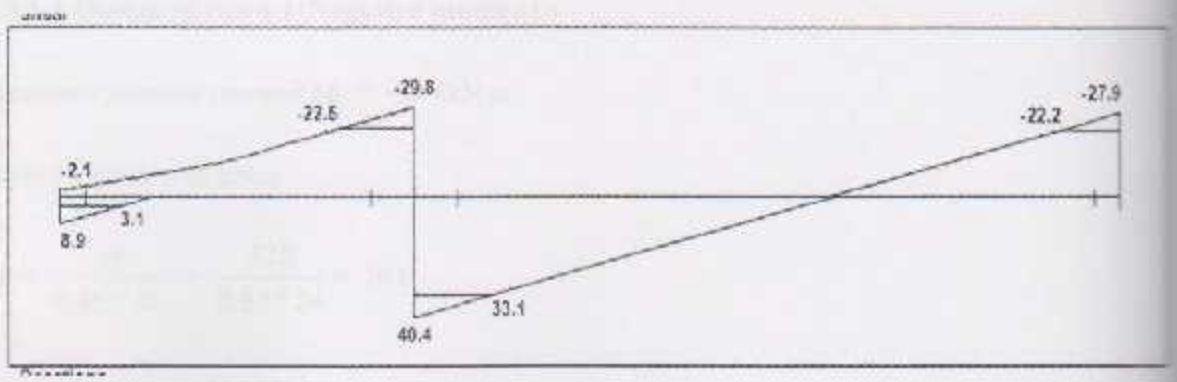


Figure 5.sheer Envelop diagram

- **Effective Flange width (b_f) .....*ACI-318-02 (8.10.2)***
- Effective flange width (be)
- beff<= 520 mm. **(control)**
- be<= L/4 = 6.14\4 = 153.5cm.
- be<= 12+16t = 12+16*8 = 140cm
- **→beff<= center to center between rib = 52cm**
- **Check rectangular section or T-section**
- d= 350-20-8-8= 314 mm. use Φ16 Mumax = 38.4 kN.m
- $Mn_f = 0.85 * fc' * bf * hf * \left(d - \frac{hf}{2}\right)$

  $\phi * Mnf = 0.9 * 0.85 * 24 * 0.08 * 0.52 * (0.314 - 0.08 \backslash 2) = 209.27 KN.m.$
- $\phi * Mn > mu$

  209.27 > 38.4
- **rectangular section**

4.5.1 Design of moment of rib1:

4.5.1.1 Design of Span 1(Negative moment):

Maximum negative moment Mu = -32.4kN.m

Mn= 32.4/ 0.9 = 36 kN.m

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.6$$

$$Kn = \frac{Mn}{b * d^2} = \frac{36 * 10^{-3}}{0.12 * (0.314)^2} = 3.043 \text{ Mpa}$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mKn}{fy}}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.6)(3.043)}{420}}\right) = 7.885 * 10\text{^-}3$$

As= pbd

Asreq7.885*10^-3 (12) (31.4) = 2.97 cm^2

$$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI - 10.5.1)$$

$$As_{min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(12)(31.4) \geq \frac{1.4}{420}(12)(31.4)$$

$As_{min} = 1.098 < 1.256$ ..... the larger is control

$As_{min} = 1.256 cm^2$

ASreq>ASmin

# of bars = As/ As_{bar} = 2.97/1.54=1.93 bars * Note $A_{\Phi 14}$= 1.54 cm^2

Use 2 Φ 14 mm

Select 2 Φ 14mm , As provided = 2*1.539 = 3.079

- **Check for strain**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$402 * 420 = 0.85 * 120 * 24 * a$$

$$a = 68.97 mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{68.97}{0.85} = 81.14 mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{314 - 81.14}{81.14} X0.003$$

$\varepsilon_s = 8.61 * 10^{-3} > 0.005$

OK

4.5.1.2 Design of Span 2(of Positive moment):

Maximum positive moment $Mu = 38.4$kN.m

Mn = 38.4 / 0.9 = 42.667 kN.m

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.6$$

$$\text{Kn} = \frac{Mn}{b * d^2} = \frac{42.667 * 10^{-3}}{0.52 * (0.314)^2} = 0.832 \text{ Mpa}$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mKn}{fy}}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.832)(20.6)}{420}}\right) = 2.024*10\text{^-}3$$

Asreq = 2.024*10^-3 (520) (314) = 3.31 cm^2

$$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI - 10.5.1)$$

$$As_{min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(12)(31.4) \geq \frac{1.4}{420}(12)(31.4)$$

$As_{min} = 1.098 < 1.256$ ..... the larger is control

$As_{min} = 1.256 cm^2$

ASreq>ASmin

# of bars = As/ As_{bar} = 3.31/2.01=1.64 bars * Note $A_{\Phi 16} = 2.01$ cm²

Use 2 Φ 16 mm

Select 2 Φ 16mm . As provided = 2*2.01=4.02cm2

- **Check for strain**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$402 * 420 = 0.85 * 120 * 24 * a$$

$$a = 68.97mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{68.97}{0.85} = 81.14mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{314 - 81.14}{81.14} X0.003$$

$$\varepsilon_s = 8.61 * 10\text{^}-3 > 0.005$$

OK

4.5.3 Design of shear of rib 1

Vu max=33.1KN

Use 8 with two legs

AV=2*50=100mm2

Check for items

1- Φ Vc= Φ * $\frac{\sqrt{fc'}}{6}$ bw * d

- 0.75 * $\frac{\sqrt{24}}{6}$ 120 * 314= 23.14 KN

Φ Vc≤Vu

Not control

2-1/2Φ Vc≤ Vu ≤ Φ Vc

Φ Vc= 23.14 KN

1/2Φ Vc= 23.14/2= 11.57

11.55 ≤33.1 ≤ 23.2

NOT CONTROL

3- Φ Vc≤ Vu ≤ Φ Vc+Φ Vcmin

Φ Vsmin ≥ 0.75 $(\frac{1}{3})$ * bw * d = 0 .75*$(\frac{1}{3})$*120*314*10^-3= **9.45 KN.**

≥ 0.75 $(\frac{\sqrt{24}}{16}$ * bw * d − 0.75 * $\frac{\sqrt{24}}{16}$ * 120 * 314 * 10^-3 = 11.57KN. **(control)**

23.14+11.57=34.71KN

IS OK Case 3

Av/sreq≥bw/3fy

Sreq=3*2*50*10^-6*420/.12= 1.05 m

Av/sreq≥(1/16)* $\frac{\sqrt{fc'}}{fy}$ x bw

Sreq=2*50*10^-6*16*420/0.12*(24)^1/2=1.14m

SMAX ≤ d/2 ≤600

SMAX < 314/2 =157mm

Select S= 12.5cm<d/2------- ok

Select 2leg Φ8/15cm c/c

4.6 Design of Beam (14) :

Dead load serves from :	ō * γ * b	KN/m
Self	0.35*25*.5	4.375
Rc rib	2.09/.52	4
	∑	14.12

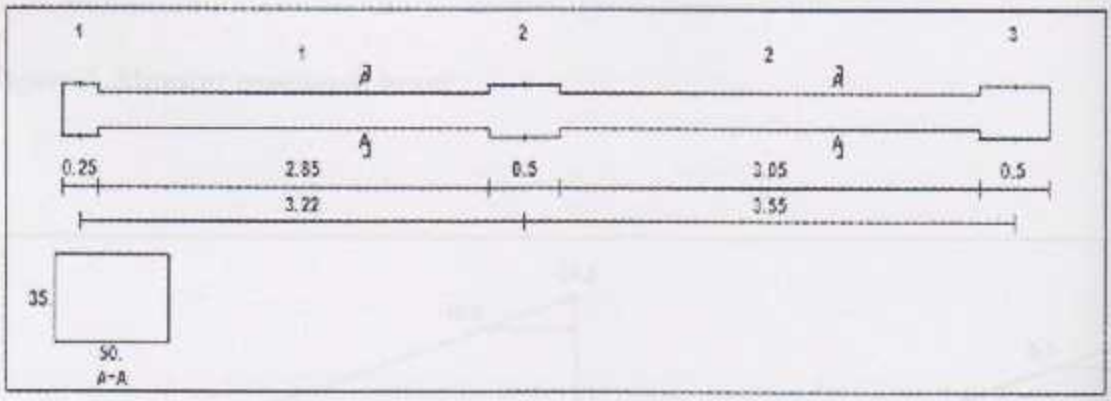


Figure 6.Beam 25

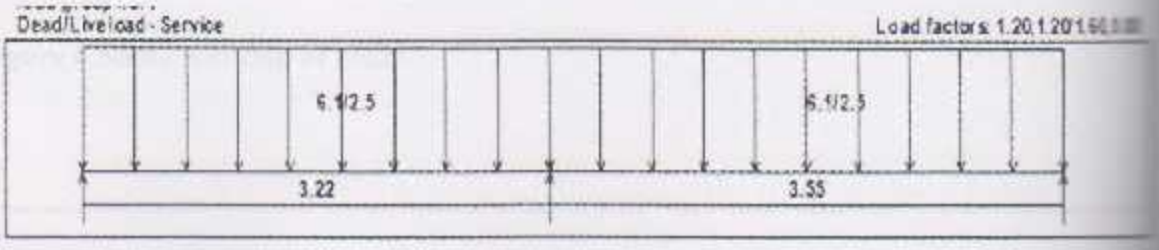


Figure 7.loading of beam

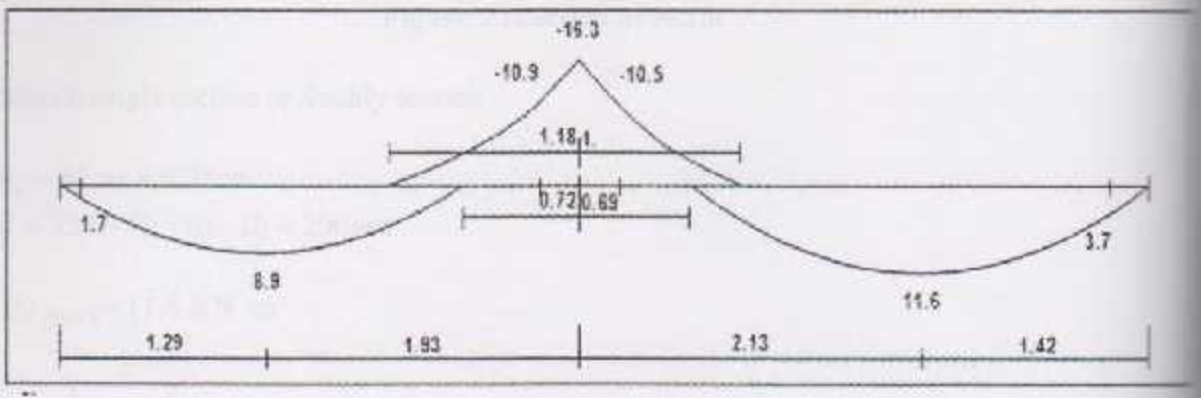


Figure 7. Moment envelop of beam

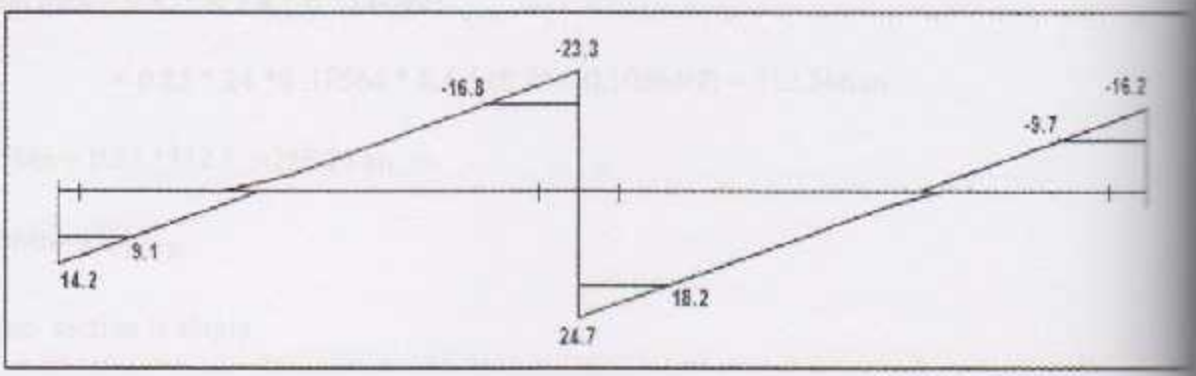


Figure 8.Shear envelop of beam

Factored			
DeadR	8.51	31.03	10.02
LiveR	5.67	16.96	6.17
MaxR	14.18	47.99	16.19
MinR	7.48	38.93	9.32
Service			
DeadR	7.09	25.86	8.35
LiveR	3.55	10.6	3.86
MaxR	10.63	36.46	12.2
MinR	6.45	30.8	7.91

Figure 9.reaction of beam

*check single section or doubly section

$b_w = 50cm, h = 35cm$

$d = 350 - 40 - 10 - 10 = 290mm$

Mu_{max}= **11.6 KN .m**

$$C = \frac{3}{7} d = \frac{3}{7} * 290 = 124.28mm .$$

a = B *c = 0.85 * 124.28 = 105.64mm .

Mn max = 0.85* fc * a * b * (d- a/2)

= 0.85 * 24 *0 .10564 * 0.5 * (0.29 – 0.10564/2) – 312.5kn.m

ΦMn = 0.82 *312.5 –256.23 kn .m

ΦMn> Mu **max**

The section is singly.

4.6.1 Design for flexure

4.6.1.1 Design of posittive moment

Mu=8.9KN @span1

$b_w = 50cm, h = 35cm$

$d = 350 - 40 - 10 - 10 = 290mm$

Mn = 8.9 / 0.9 = 9.889 kN.m

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.6$$

$$Kn = \frac{Mn}{b*d^2} = \frac{9.889*10^{-3}}{0.5*(0.290)^2} = 0.24 \text{ Mpa}$$

$$\rho = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2mKn}{fy}})$$

$$\rho = \frac{1}{20.6}(1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.24)(20.6)}{420}}) = 5.748*10\text{^-}4$$

As (500) (290)(5.748*10^-4) 81.66 mm^2

$$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI - 10.5.1)$$

$As_{min} = 422.83 < 483.33$

$As_{min} = 483.3 mm^2$

Asmin>Asreq

# of bars = As/ $As_{\phi 12}$ 483.33/113 =4.27 bars

* Note $A_{\phi 12} = 113.1$ mm²

Select 5Φ12 =565 mm²

- Chick for strain

  Tension = compression

As * fy = 0.85 * * b * a

$565*420 = 0.85*800*24*a$

$a = 23.26mm$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{23.26}{0.85} = 27.37mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{290 - 27.37}{27.37} X0.003$$

$\varepsilon_s = 0.028 > 0.005$

Ok

جامعة بوليتكنك فلسطين
Palestine Polytechnic University
(PPU)
The Library المكتبة
Acc. ..... الرقم التسلسل
Class. ..... رقم التصنيف

- **Check for spacing between the bar**

$$S = \frac{500 - 2*40 - 2*10 - 5*12}{4}$$

$$S = 85\,mm \geq \frac{4}{3}\text{M.A.S}$$

$$\geq 25\,mm$$

$$\geq \text{db} = 12\,mm$$

Mu=11.6kn .m @span2

$b_w = 50cm, h = 35cm$

$d = 350 - 40 - 10 - 10 = 290mm$

Mn = 11.6 / 0.9 = 12.889 kN.m

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.6$$

$$\text{Kn} = \frac{Mn}{b*d^2} = \frac{12.889*10^{-3}}{0.5*(0.290)^2} = 0.31\ \text{Mpa}$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mKn}{fy}}\right)$$

ρ = 7.353*10^-4

As = 7.353*10^-4 (500) (290) = 106.62 mm^2

$$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI - 10.5.1)$$

$As_{min} = 422.83 < 483.33$

$As_{min} = 483.3mm^2$

Asmin>Asreq

# of bars = As/ As_{bar} 483.33/113 =4.27 bars

* Note $A_{\Phi 12}$ = 113.1 mm²

Select 5Φ12 =565 mm²

Check for strain

Tension = compression

As * fy = 0.85 * * b * a

565 * 420 = 0.85 * 800 * 24 * a

$a = 23.26mm$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{23.26}{0.85} = 27.37mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{290 - 27.37}{27.37} X0.003$$

$\varepsilon_s = 0.028 > 0.005$

Ok

- **Check for spacing between the bar**

$$S = \frac{500 - 2*40 - 2*10 - 5*12}{4}$$

$$S = 85\,mm \geq \frac{4}{3}\,\text{M.A.S}$$

$$\geq 25\,mm$$

$$\geq db = 12\,mm$$

4.6.2 Design of Negative moment

Mu=10.9 Kn .m @span2

$b_w = 50cm, h = 35cm$

$d = 350 - 40 - 10 - 10 = 290mm$

Mn = 10.9 / 0.9 = 12.111 kN.m

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.6$$

$$Kn = \frac{Mn}{b*d^2} = \frac{12.111*10^{-3}}{0.5*(0.290)^2} = 0.288 \text{ Mpa}$$

$$\rho = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2mKn}{fy}})$$

$$\rho = \frac{1}{20.6}(1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.288)(20.6)}{420}}) = 6.91*10\text{^-4}$$

As=6.91*10^-4(500) (290) = 100.146 mm^2

$$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI - 10.5.1)$$

$As_{min} = 422.83 < 483.33$

$As_{min} = 483.3 mm^2$

Asmin>Asreq

# of bars = As/ As_{bar} 483.33/113 =4.27 bars

* Note $A_{\Phi 12}$ = 113.1 mm^2

Select 5Φ12 =565 mm^2

Check for strain.

Tension = compression

As * fy = 0.85 * * b * a

$$565*420 = 0.85*800*24*a$$

$$a = 23.26mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{23.26}{0.85} = 27.37mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{290 - 27.37}{27.37} \text{X} 0.003$$

$$\varepsilon_s = 0.028 > 0.005$$

Ok

- **Check for spacing between the bar**

$$S = \frac{500 - 2*40 - 2*10 - 5*12}{4}$$

$$S = 85\,mm \geq \frac{4}{3}\text{M.A.S}$$

$$\geq 25\,mm$$

$$\geq db = 12\,mm$$

4.6.3 Design of shear

4.6.3.1 Design of Span 1

Use Φ8 with two legs

$Av = 2 \times 50 = 100\ mm^2$

$Vc = \frac{\sqrt{fc'}}{6} bw * d$

$= \frac{\sqrt{24}}{6} * 0.5 * 0.29 * 1000$

$= 145kN$

$\Phi Vc = 0.75 * 145 = 108.75\ kN$

$\Phi Vsmin \geq 0.75 (\frac{1}{3}) * bw * d = 0.75 * (\frac{1}{3}) * 500 * 290 * 10^{-3} = 36.25kN$.control

$\geq 0.75 (\frac{\sqrt{fc'}}{16}) * bw * d = 0.75 (\frac{\sqrt{24'}}{16}) * 500 * 290 * 10^{-3} = 33.3kN$.

$\Phi Vsmin = 36.25kN$.

$Vu = 16.8\ kN$ (From shear Envelope)

1. *Item*1 : $\Phi Vc \geq Vu$

$\Phi Vc = 1.1 * \Phi \frac{\sqrt{fc'}}{6} \times b_w \times d$

$= \Phi Vc = 1.1 * 0.75 \times \frac{\sqrt{24}}{6} \times 5000 \times 290 * 10^{-3}$

$= 97.67kN$

Since $\Phi Vc \geq Vu$

control

No minimum shear reinforcement for concrete, according to ACI – 318. However Φ8/20 cm stirrups is used

4.6.3.2 Design of Span 2

Use Φ8 with two legs

$Av = 2 \times 50 = 100\ mm^2$

$Vc = \frac{\sqrt{fc'}}{6} bw * d$

$= \frac{\sqrt{24}}{6} * 0.5 * 0.29 * 1000$

$= 145 kN$

$\Phi Vc = 0.75 * 145 = 108.75\ kN$

$\Phi Vsmin \geq 0.75 (\frac{1}{3}) * bw * d = 0.75 * (\frac{1}{3}) * 500 * 290 * 10^{-3} = 36.25\ kN$.control

$\geq 0.75 (\frac{\sqrt{fc'}}{16}) * bw * d = 0.75 (\frac{\sqrt{24'}}{16}) * 500 * 290 * 10^{-3} = 33.3\ kN$.

$\Phi Vsmin = 36.25\ kN.$

$Vu = 18.2\ kN$ (From shear Envelope)

2. *Item*1 : $\Phi Vc \geq Vu$

$\Phi Vc = 1.1 * \Phi \frac{\sqrt{fc'}}{6} \times b_w \times d$

$= \Phi Vc = 1.1 * 0.75 \times \frac{\sqrt{24}}{6} \times 5000 \times 290 * 10^{-3} = 97.67 kN$

Since $\Phi Vc \geq Vu$

control

No minimum shear reinforcement, according to ACI – 318. However Φ8/20 cm stirrups is used

4.7 Design of column.(27)

4.7.1 Design of Longitudinal Reinforcement :

Select column (C1) for design

Pu = 3533.45KN

Pn = 3533.45/(0.75) = 4711.3 KN

ρg = 1.5%

$$Pn = 0.8 * Ag\{0.85 * fc' + \rho g(fy - 0.85 fc')\}$$

$$4711.3 * 10^{-3} = 0.8 * Ag[0.85 * 24 - 0.015 * (420 - 0.85 * 24)]$$

$$Ag = 0.223 m^2$$

$$X = 4 * \sqrt{0.233}/3.14 - 0.61\,m$$

Use 65cm with $Ag = 3318.30 cm^2 > Ag_{eq} = 2922.46\ cm^2$

4.7.2 Check Slenderness Effect :

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

Lu: Actual unsupported (unbraced) length.

K: effective length factor (K= 1 for braced frame).

R: radius of gyration = 0.25D = $\sqrt{\frac{I}{A}}$

Lu = 3.3 m

M1&M2 =1

K=1 , According to ACI 318-2002 **(10.10.6.3)** The effective length factor, *k*, shall be permitted to be taken as 1.0.

$$\left(\frac{Klu}{r}\right) \le (34 - 12\left(\frac{M1}{M2}\right) \le 40 \text{.....} \quad \text{ACI 10-12-2}$$

$$\frac{1 * 3.3}{0.25 * 0.5} = 26.4 > 22$$

$\therefore$ *long Coloumn*

$$EI = 0.4\frac{E_c I_g}{1+\beta_d} \quad \text{.....[ACI318-2002 (Eq. 10-15)]}$$

$$E_c = 4750\sqrt{fc'} = 4750*\sqrt{24} = 23270.15Mpa$$

$$\beta_d = \frac{1.2DL}{Pu} = \frac{2204.5}{3533.45} = 0.62$$

$$I_g = \frac{3.14*D4}{64} = \frac{3.14*0.65\text{^}4}{64} = 8.76*10^{-3}m^4$$

$$EI = \frac{0.4*23270.15*8.76*10^{-3}}{1+0.62} = 50.33MN.m^2$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KLu)^2} \quad \text{.....ACI318-2002(Eq. 10-13)}$$

$$P_c = \frac{3.14^2*50.33}{(1.0*3.3)^2} = 45.57MN.$$

$$Cm = 0.6 + 0.4\left(\frac{M1}{M2}\right) \quad \text{.....ACI318-2002(Eq.10-16)}$$

$$Cm = 1 \text{ .....According to ACI318-2002(10.10.6.4)}$$

$$\delta_{ns} = \frac{Cm}{1-(Pu/0.75P_c)} \geq 1.0 \quad \text{.....ACI318-2002(Eq. 10-12)}$$

$$\delta_{ns} = \frac{1}{1-(3533.45/0.75*45.57*10^3)} = 1.12 > 1$$

$$e_{min} = 15 + 0.03*D = 15 + 0.03*650 = 34.5mm = 0.0345\,m$$

$$e = e_{min} \times \delta_{ns} = 0.030*1.12 = 0.039\,m$$

$$\frac{e}{h} = \frac{0.039}{0.65} = 0.06$$

From Interaction Diagram

$$\frac{\phi P_n}{A_g} = \frac{3533.45}{0.332}*\frac{145}{1000} = 1544.1\ Psi$$

$$\rho_g = 0.012$$

$A_s = \rho * Ag = 0.012*0.332 = 39.84cm^2$

$$\text{Use } \Phi 18 \gg \#ofbar = \frac{39.84}{2.55} = 15.6$$

Use 16 Φ 18 with As = 40.5 cm² >As_{req} = 39.84 cm²

- **Check for spacing between the bar**

$$S = \frac{650 - 2*40 - 2*10 - 18}{1}$$

$S = 542\ mm$

$$\text{Clear space} = \frac{3.14*542 - 16*18}{15}$$

Clear space $= 94.25\ mm$

4.8Design of isolated footing (F9)

4.8.1 Load Calculation :

Total factored load = 3533.45 KN.

Total services load = 2667.68 KN.

Column Dimensions = 65cm.

Soil density = 18 Kg/cm3.

Allowable soil Pressure = 400 KN/m2.

Assume footing to be about (75 cm) thick.

live load =5 KN/m2.

q_{allow} =400 - 5 - 0.65*18 - 0.75*25 = 364.55kN/m^2

4.8.2 Determination of Footing Area :

$$A = \frac{2667.68}{364.55} = 7.32\ m^2$$

➔ L= 2.71 m

Try 2.75* 2.75 m with area =7.56 m^2> A_{req} =7.32 m^2

Determinate q_u = 2667.68/7.56 = 352.75 KN/m^2

4.8.3 Determine the depth of footing based on shear strength:

Assume h = 75 cm ..... d = 750-75-20 = 655 mm

- **Check for one way shear strength**

Critical Section at $\frac{a}{2}+d$

$$\frac{a}{2}+d=\frac{0.65}{2}+0.655=0.98m$$

$$Vu=352.75*(\frac{2.75}{2}-0.98)*2.75=383.175KN$$

$$\phi.Vc=\phi.(\frac{1}{6}*\sqrt{fc'}*b_o*d)$$

$$\phi.Vc=0.75*\frac{1}{6}*\sqrt{24}*2750*0.655=1103.04KN$$

$$\phi.Vc=1103.04KN>Vu=383.175KN$$

$\therefore$ *Safe*

- **Check for two way shear action (punching)**

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

$$\phi.V_c=\phi.\frac{1}{6}\left(1+\frac{2}{\beta_c}\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d$$

$$\phi.V_c=\phi.\frac{1}{12}\left(\frac{\alpha_s}{b_o/d}+2\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d$$

$$\phi.V_c=\phi.\frac{1}{3}\sqrt{f_c'}\,b_o d$$

Where:

$$\beta_c=\frac{Column\ Length\ (a)}{Column\ Width\ (b)}=\frac{65}{65}=1.0$$

b_o = Perimeter of critical section taken at (d/2) from the loaded area

$$b_o=4(d+a)=4(65+65.5)=522cm$$

α_s = 40 for interior column

$$\phi V_c = \phi.\frac{1}{6}\left(1+\frac{2}{\beta_c}\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{6} * \left(1+\frac{2}{1.0}\right) * \sqrt{24} * 5220 * 0.655 = 6281.28KN$$

$$\phi V_c = \phi.\frac{1}{12}\left(\frac{\alpha_s}{b_o/d}+2\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{12} * \left(\frac{40 * 0.655}{5.02}+2\right) * \sqrt{24} * 5020 * 0.655 = 7348.23KN$$

$$\phi V_c = \phi.\frac{1}{3}\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{3} * \sqrt{24} * 5220 * 0.655 = 4187.53KN$$

$\phi V_c = 4187.53KN$ ..... *Control*

$Vu_c = Pu - FR_b$

$FR_b = \sigma_{bu} * area\ of\ critical\ section$

$Vu_c = 2667.68 - [383.175 * (0.65 + 0.655) * (0.65 + 0.655)] = 2015.123KN$

$\phi Vc = 4187.53KN > Vu_c = 2015.123KN$..... *satisfied*

4.8.4 Design for Bending Moment:

$$Mu = 352.75 * 2.75 * \frac{0.95^2}{2} = 437.74KN.m$$

Mu –437,74KN.m for both side

Using Reinforced Concrete.

$$Mn = \frac{437.74}{0.9} = 486.38KN.m$$

$$Kn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{486.38 \times 10^{-3}}{2.75 \times 0.655^2} = 0.42Mpa$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times Rn}{f_y}}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{20.588}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times 20.588\times 0.42}{420}}\right) = 1.011*10^{-3}$$

$$As_{Req.} = \rho * b * d = 1.011*10^{-3} * 275 * 65.5 = 18.21\ cm^2$$

$$As_{Shrinkage} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 275 * 75 = 37.13 cm^2$$

$$As_{Req.} = 18.21 < As_{Shrinkage} = 37.13 cm^2$$

Select $13\phi 20 ....As_{Provided} = 43.98 cm^2 > 37.13 cm^2 .....ok$

Select $13\phi 20 ....As_{Provided} = 40.82 cm^2 > 37.13 cm^2 .....oK$

Check of strain:

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$4398 * 420 = 0.85 * 24 * 2750 * a$$

$$a = 32.93 mm$$

$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{32.93}{0.85} = 38.74 mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{655 - 38.74}{38.74} X0.003$$

$$\varepsilon_s = 0.0477 > 0.005$$

$\Rightarrow$ OK

4.8.5 Development Length of main Reinforcement for Mu1 :

$$ld_{req} = \frac{9}{10} * \frac{F_y}{\lambda\sqrt{f_c}} * \frac{\psi_e\psi_s\psi_t}{\frac{ktr+cb}{db}} * db$$

$Ktr = 0$ *(No stripes)* $\qquad cb = 75 + 20 = 95cm$

$$\frac{ktr + cb}{db} = \frac{0 + 95}{20} = 4.75 > 2.5$$

$$\frac{ktr + cb}{db} = 2.5$$

$$ld_{req} = \frac{9}{10} * \frac{420}{1 * \sqrt{24}} * \frac{1 * 1 * 0.8}{2.5} * 20 = 493.78\ mm$$

$Ld_{available} = 1075-75 = 1000mm$

$Ld_{available}$= 1000 mm > ld_{req} = 493.78mm

- not required hook

4.8.6 Design of dowels :

P_u= 3533.4 KN

$\phi.Pn = \phi.(0.85 fc' Ag)$

$\phi.Pn = 0.65 * [0.85 * 24 * 3.14 * (325 * 325)] / 1000 = 4397.85KN$

$But\ Pu = 3533.4 < \phi.Pn = 4397.85KN$

Dowels are not required for load transfer.

But use the minimum reinforcement of dowels:

$As_{min} = 0.005 * Ag = 0.005 * 32.5 * 32.5 * 3.14 = 16.58cm^2$

Use the column bars as a dowels

Select 18Φ16

$As_{Provided} = 36.18cm^2 > As_{Req.} = 16.58cm^2$

$Ld_{(1)req} = \frac{0.24 fy}{\sqrt{fc}} db = \frac{0.24 * 420}{\sqrt{24}} 2.0 = 41.1cm$.

$Ld_{(2)req} = 0.043 \times fy \times db = 0.043 \times 420 \times 2.0 = 36.1cm$

$Ld_{(2)req} = 36.1cm < Ld_{(1)req} = 41.1cm$ ➔ control

$Ls = 0.071 \times fy \times db = 0.071 \times 420 \times 1.6 = 47.7\ cm > 41.1cm$

Ls = 47.7cm

Available Ld = 75 – 7.5 – 2 * 2.0 = 63.5 cm.

Available Ld = 63.5 cm > Ls = 47.7cm

Using hook $\geq 16 * \phi$

Required length of hook $\geq 16 * \phi \geq 16 * 1.6 = 25.6cm$

Use Hooks= 30cm > 25.6cm

4.9Design of Stairs :

4.9.1 Determination of Slab Thickness:

L = 1.8/2+2.88 +0.5 = 4.28 m.

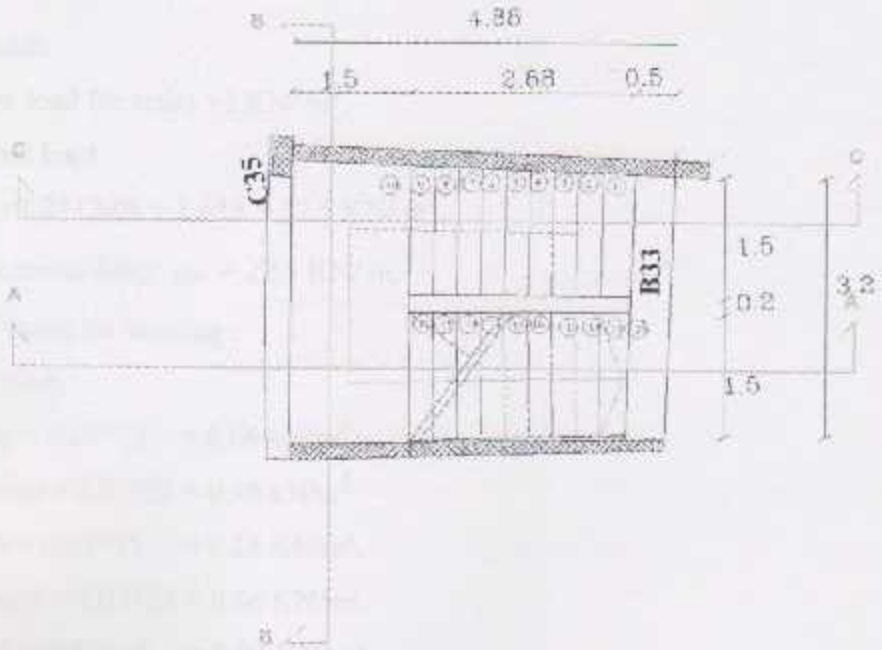
$h_{req} = L/20$

$h_{req} = 4.28 / 20 = 21.4$ cm .....take h= 25 cm.

⇒ **Use h = 25cm.**

$\theta = \tan^{-1}(18/32) = 29.35°$

$\cos\theta = 0.87$



STAIR (2)

From Ground to first floor

Figure (4-10) : Stairs plan

4.9.2 Load Calculations at section (A-A):

4.9.2.1 Load on Stringer:

Dead Load:

Tiles = 0.03*22*((0.32+0.18)/0.30) = **1.01 KN/m.**

mortar = 0.02*23 *((0.18+0.33)/0.3) = **0.751 KN/ m.**

Plaster = (0.03*23)/ (Cos 29.36) = **0.79 KN/ m.**

Steps = ((0.18*0.3)/2) * 25/0.3 = **2.25 KN / m.**

Slab = 0.25 *25/ Cos 29.36 = **7.085 KN/ m.**

Total dead load = **12.08 KN/ m.**

Live load:

Live load for stairs =5 KN/ m^2.

Factored load

qu =1.2*12.08 + 1.6*5 = 22.5 KN/ m^2.

For one meter Strip, qu = 22.5 KN/ m.

4.9.2.2 Load on landing :

Dead Load:

Tiles = 0.03*22 = 0.66 kN/m^2

Mortar =0.02*23 = 0.46 kN/m^2

Slab = 0.25*25 = 6.25 KN/m^2.

Plaster = 0.03*23 = 0.66 KN/m^2.

Total dead load = **8.03 KN/m^2.**

Live load:

Live load for stairs = 5 KN/ m^2.

Factored load

qu =1.2*8.03+ 1.6 *5 = 17.64KN/ m^2.

For one meter Strip, qu = 17.64 KN/ m.

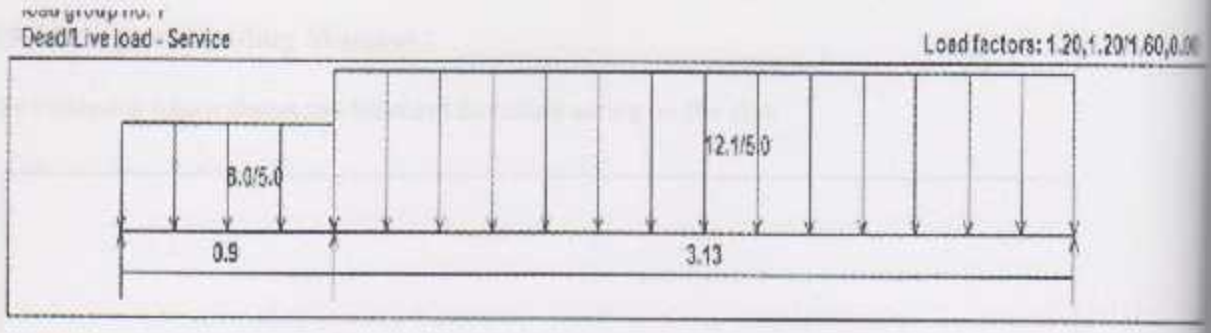


Figure (4-11) : Loads on stairs

4.9.3 Design of Shear :

- Assume Ø 12 for main reinforcement:-

So, d = 250-20 -12 – 218 mm = 21.8 cm

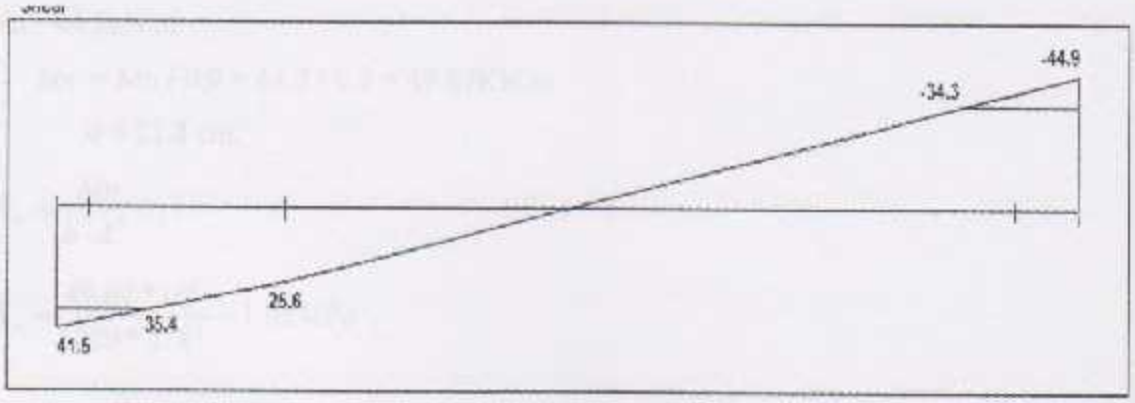


Figure (4-12) : Shear Envelope

Vu = 41.5 KN.

$$\phi Vc = \frac{\phi\sqrt{f_c'} * b_w * d}{6}$$

$$\phi Vc = \frac{0.75 * \sqrt{24} * 1000 * 218}{6} = 133.5KN$$

Vu = 41.5 KN<ϕVc = 133.5 KN.

>>>>No shear Reinforcement is required. So the depth of the stair is OK.

4.9.4 Design of Bending Moment :

The Following figure shows the Moment Envelope acting on the stair

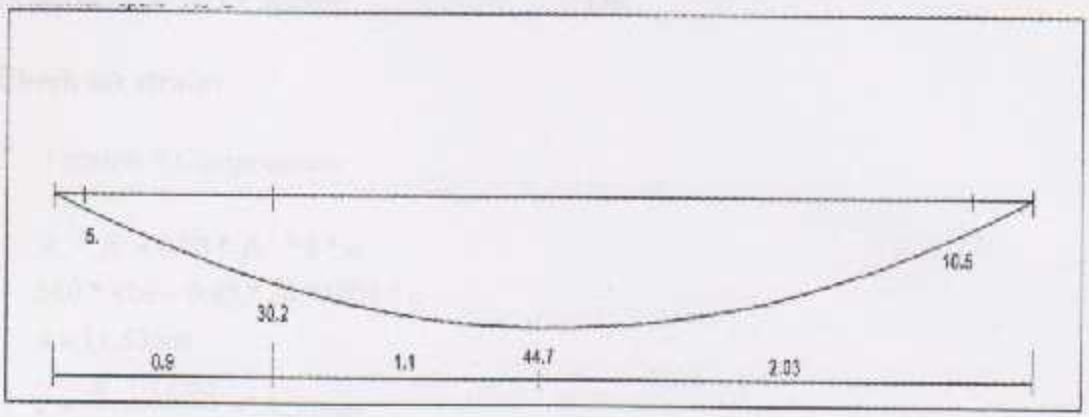


Figure (4-13) : Moment Envelope

Mu =44.7kN.m

Mn = Mu / 0.9 = 44.7 / 0.9 = 49.67KN.m.

d = 21.8 cm.

$$K_n = \frac{Mn}{b \cdot d^2}$$

$$K_n = \frac{49.67 * 10^6}{1000 * 218^2} = 1.05 MPa$$

$$m = \frac{fy}{0.85 \times fc'}$$

$$m = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.588$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mK_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.588}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.588 * 1.05}{420}}\right) = 2.568 * 10^{-3}$$

$As_{req} = 2.568 * 10^{-3} * 100 * 21.8 = 5.6\ cm^2$

$As_{min} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 100 * 25 = 4.5 cm^2$

$As_{min} = 4.5\ cm^2 \leq As_{req} = 5.6\ cm^2$

Use Φ 12 >>> 560/113 = 4.96

Use 1Φ 12 @20 cm c/c ..... with As =(100 /20)*1.13 = 5.65 cm².

As provided = 5.65> As req.....**OK.**

Check for strain:

Tension = Compression

$$A_s * fy = 0.85 * fc' * b * a$$

$$560 * 420 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$

$$a = 11.53mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{11.53}{0.85} = 13.56mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{218 - 13.56}{13.56} * 0.003$$

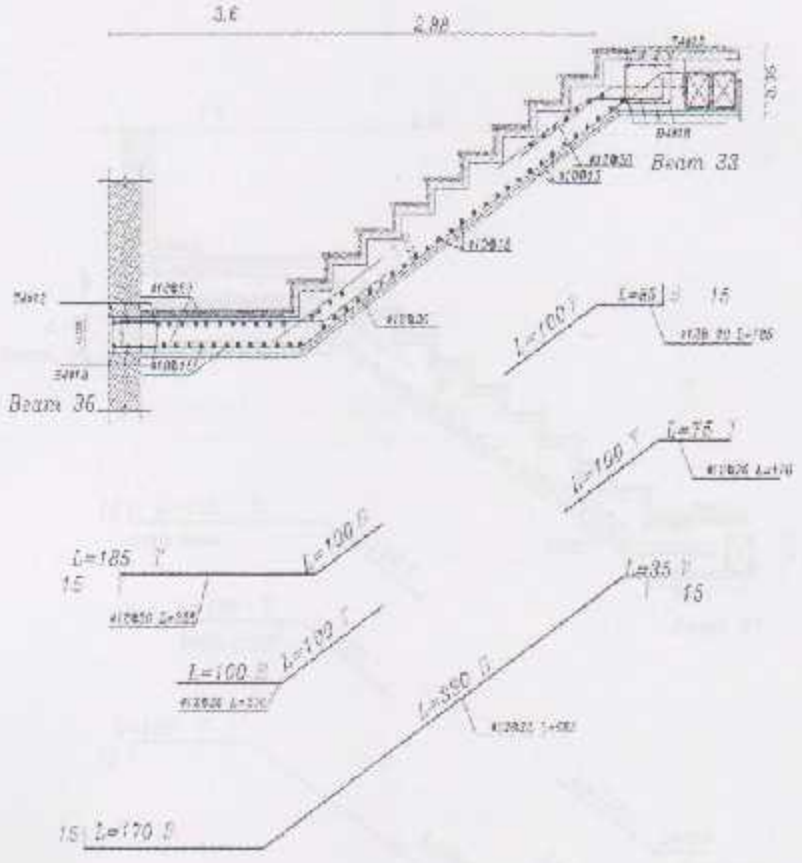
$$\varepsilon_s = 0.0452 > 0.005 \longrightarrow ok$$

4.9.5 Secondary reinforcement:

$$As_{Shrinkage} = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 100 \times 25 = 4.5cm^2$$

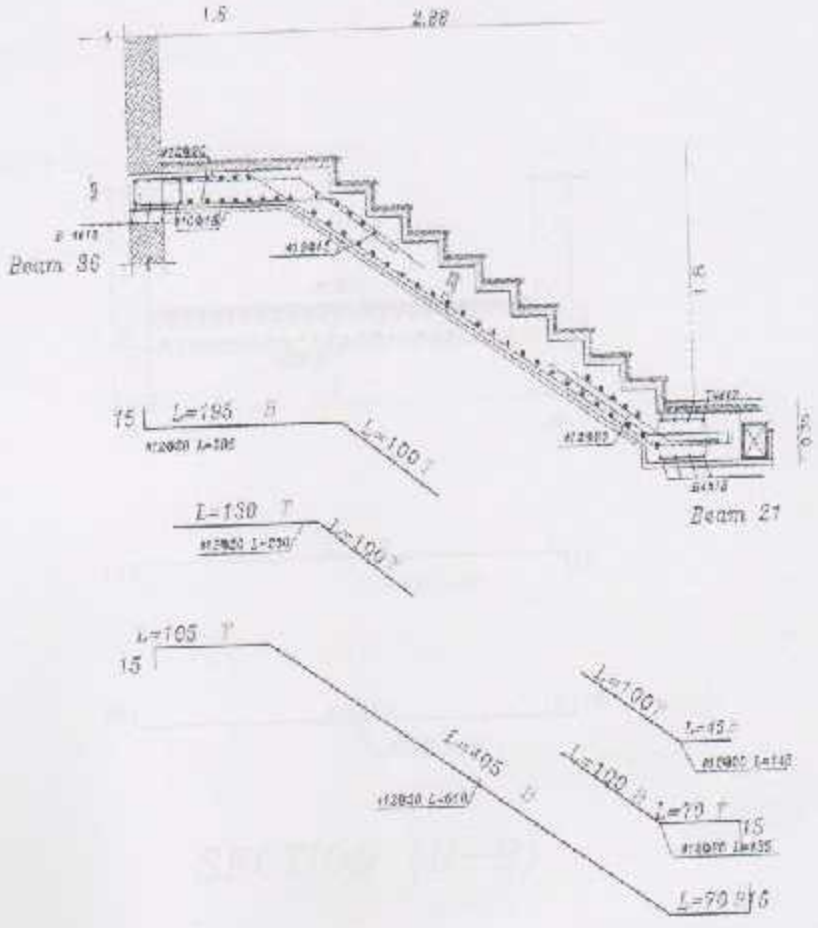
Use Φ10 @ 15 cm ..... With As = (100 / 15)*0.79 = 5.27 cm².

4.9.6 Stairsat section (A-A) Details:



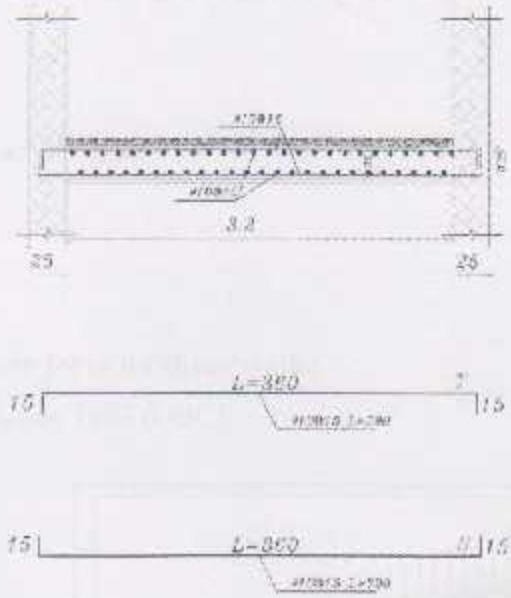
SECTION (A-A)

4.9.6 Stairsat section (c-c) Details:



SECTION (C-C)

4.9.7 landing section() Details



SECTION (B-B)

4.10Design of Shear wall:

Calculation of loads:

$W_{Ground\ Floor}$= Weight of slab – Weight of stairs + 0.5* (Weight of upper columns &walls) = 7700KN

$W_{First\ Floor}$= Weight of slab + Weight of stairs + 0.5* (Weight of upper columns &walls + Weight of lower columns & walls) = 8569KN

$W_{Second\ Floor}$= Weight of slab + Weight of stairs +(٠.٥ Weight of lower columns & walls) = 6961KN

$W_{Total} = W_{Ground} + W_{First} + W_{Second}$

W_{Total} = 23231 KN

Calculation of shear force on shear walls:

From UniformBuilding Code 1997 (UBC):

Z=0.3 zone "3"

R= 5.5

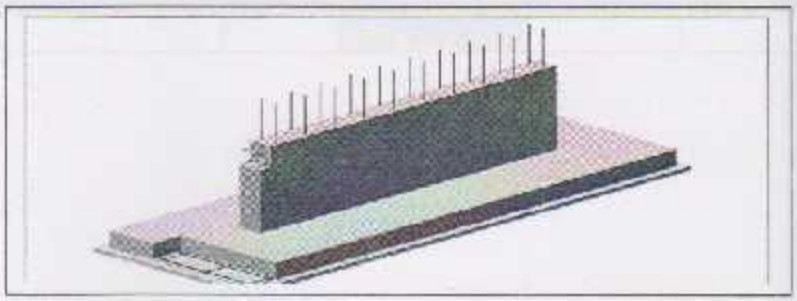
I=1

Ca = 0.24

Cv = 0.24

h_n =12.2

Ct = 0.0488



Where:

Z=Seismic zone factor as given in table 16-1.

R= numerical coefficient representative of the inherent over strength and global ductility capacity of lateral force resisting systems, as set in Table 16-N or 16-P.

I= importance factor given in table 16-K.

Ca = seismic coefficient, as set forth in Table 16-Q.

Ct = numerical coefficient given in section 1630.2.2.

Cv = seismic coefficient, as set forth in Table 16-R.

hi, hn, hx= height in feet (m) above the base to level *i* , *n or x*, respectively.

$T = C_t(h_n)^{3/4}$ Eq.... 30-8 (UBC)

$T = 0.0488(12.2)^{3/4} = 0.32$

$V_1 = \frac{Cv.I}{R.T}W = \frac{0.24*1}{5.5*0.3}*w = 0.145w$

$V \le 0.11*WKN$....*control*

$V \ge 0.03*WKN$

$F_t = 0.07*T*V = 0.07*0.3*2555.41 = 53.7KN$

Table (4 – 1) Calculation of the total Fx.

door	W (KN)	V (KN)	H (m)	Ft (KN)	(V-Ft)	(W*h)	Fx	FX
Second	6907	2555	11.25	53.7	2501	78311	1119	1119
First	8870	2555	7.65	53.7	2501	65560	936	2056
Ground	7700	2555	4.05	53.7	2501	31185	445	2501
∑	23237					175056		

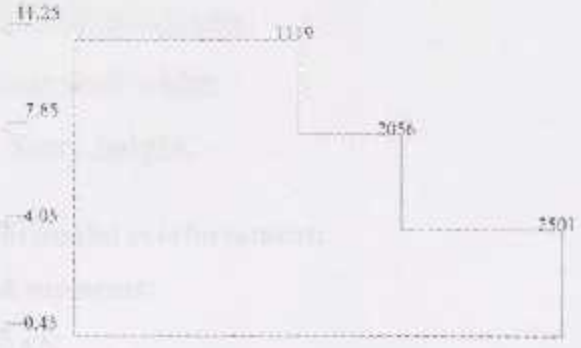


Figure (4-37) : Fx-Diagram

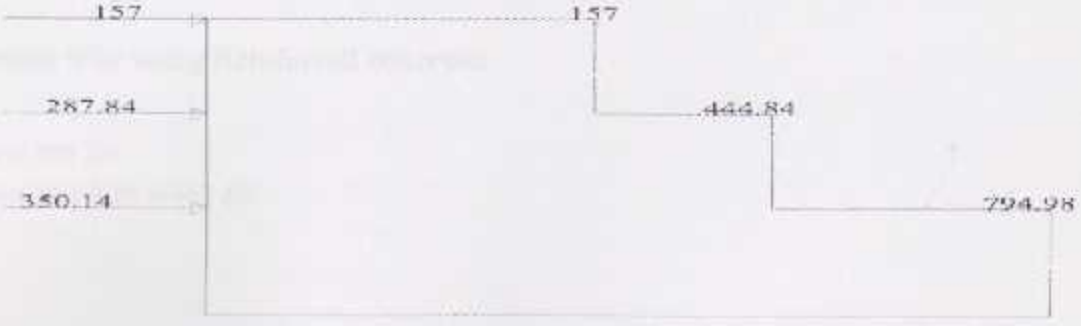


Figure (4-38) : Shear-Diagram for Shear Wall.

Shear Wall Design Parameters:

f_c' =24 MPa

f_y=420 MPa.

h=25 cm. Shear wall thickness.

L_w= 3.53m. shear wall width

Hw=11.25 m. Story height.

Design of the Horizontal reinforcement:

Internal forces & moments:

$$\sum Fx = Vu = 350\,KN$$

Critical Section

$$\frac{Lw}{2} = \frac{3.53}{2} = 1.76m(Control)$$

$$\frac{hw}{2} = \frac{11.25}{2} = 5.62m$$

$$Mu = 3623\,KN$$

Design it by using Reinforced concrete:

$Vu = 350\ KN$

$Vn = Vu / 0.75 = 467\ KN$

Design of shear

$d = 0.8 * Lw = 0.8 * 3.53 = 2.82m$

$Vc_1 = \frac{1}{6} * \sqrt{fc'} * h * d = \frac{1}{6}\sqrt{24} * 0.25 * 2.82 = 576.45KN$

$Vc_2 = \frac{\sqrt{fc'} * h * d}{4} + \frac{N_u * d}{4 * l_w} = \frac{\sqrt{24} * 0.25 * 2.82}{4} + \frac{1 * 2.82}{4 * 3.53} = 933.84KN$

$Vc_3 = \left(\frac{\sqrt{fc'}}{2} + \frac{l_w\left(\sqrt{fc'} + \frac{2 * N_u}{l_w * h}\right)}{\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2}} \right) * \frac{h * d}{10} = \left(\frac{\sqrt{24}}{2} + \frac{.353\left(\sqrt{24} + \frac{2 * 1}{3.53 * 0.25}\right)}{\frac{3623}{388} - \frac{3.53}{2}} \right) * \frac{0.25 * 2.2}{10} = 314$

$324.7 control$

$Vs = Vn - Vc1$

$Vs = 467 - 314.7 = 152.83KN$

$\left(\frac{Av_h}{S2}\right) = \frac{Vs}{Fy * d} = \frac{152.83 * 10^{-3}}{420 * 2.82} = 0.000129 * 10^{-3}m$

$\left(\frac{Av_{h\,min}}{S2}\right) = 0.0025 * h - 0.0025 * 0.25 = 0.625 * 10^{-3}m(Control)$

$S2 = \frac{Lw}{5} = 3530 / 5 = 706mm$

$S2 = 3 * h = 3 * 250 = 750mm$

$select \longrightarrow 2\phi 10 \longrightarrow As = 1.58cm2$

$\frac{Av}{S2} = 0.625mm$

$\frac{158}{S2} = 0.625 \rightarrow S2 = 252.8mm(Control)$

$Select .....S2 = 25cm < Sreq. = 25.28cm$

$S2 selected = 25cm < 75cm < 70cm$

$use....2\phi 10 @ 25cm(c/c) in\ 2layer$

Select 2Φ 10 / 25cm. In tow layer

Design of the Vertical reinforcement:

$$\rho_{min} = (0.0025 + 05(2.5 - \frac{hw}{lw})(\frac{Avh}{S_2 h} - 0.0025))S_1 h_1$$

$$\frac{h_w}{L_w} = \frac{11.25}{3.53} = 3.2 > 2.5$$

$$Avn = 0.0025 \times S_1 \times h_1$$

$$S_1 = \frac{1}{3} L_w = \frac{1}{3} \times 3.53 = 1176.7mm$$

$$S_1 = 3 \times h = 3 \times 250 = 750mm$$

$$Select\ 2\phi 10\ With\ area\ As = 158mm^2$$

$$158 = 0.0025 \times S_1 \times 250$$

$$\therefore S_1 = 252.8mm(Control)$$

$$Select\ S_1 = 25cm < 25.28cm$$

$$S = 25cm$$

$$\longrightarrow Select\ 2\phi 10 / 25cm\ c/c$$

Select 2Φ 10 / 25cm. In tow layer

Design of bending moment:

Mu = 5025.7KN.m

$$C \geq \frac{l_w}{600 * (S_n / h_w)}$$

Assume Sn/hw = 0.007

$$C \geq \frac{3.53}{600 * 0.007} = 0.84$$

$$C_w = C - 0.1 \times L_w$$

$$C_w = 0.84 - 0.1 \times 3.53 = 0.48m$$

$$C_w = \frac{C}{2.0} = \frac{0.84}{2.0} = 0.42m$$

Select The boundary element = 50*cm* > 42*cm*

$$As_t = \frac{Lw}{sl} \times As_v \longrightarrow = \frac{3.53}{0.25} \times 158 = 2230.96 mm^2$$

$$\frac{Z}{Lw} = \frac{1}{2 + (0.85 * \beta * fc * Lw * h) / (As_t * Fy)}$$

$$\frac{Z}{Lw} = \frac{1}{2 + (0.85 \times 0.85 \times 24 \times 3.53 \times 0.25) / (2230.96 \times 10^{-6} \times 420)} = 0.05455$$

$$Mu = 0.9 \times Fy \times 0.5 \times As_t \times Lw \times \left(1 - \left(\frac{Z}{Lw} / 2\right)\right) =$$

$$0.9 * 420 * 0.5 * 1738 \times 10^{-3} \times 3.53 * (1 - \frac{0.05455}{2}) = 1447.83\ kN.m$$

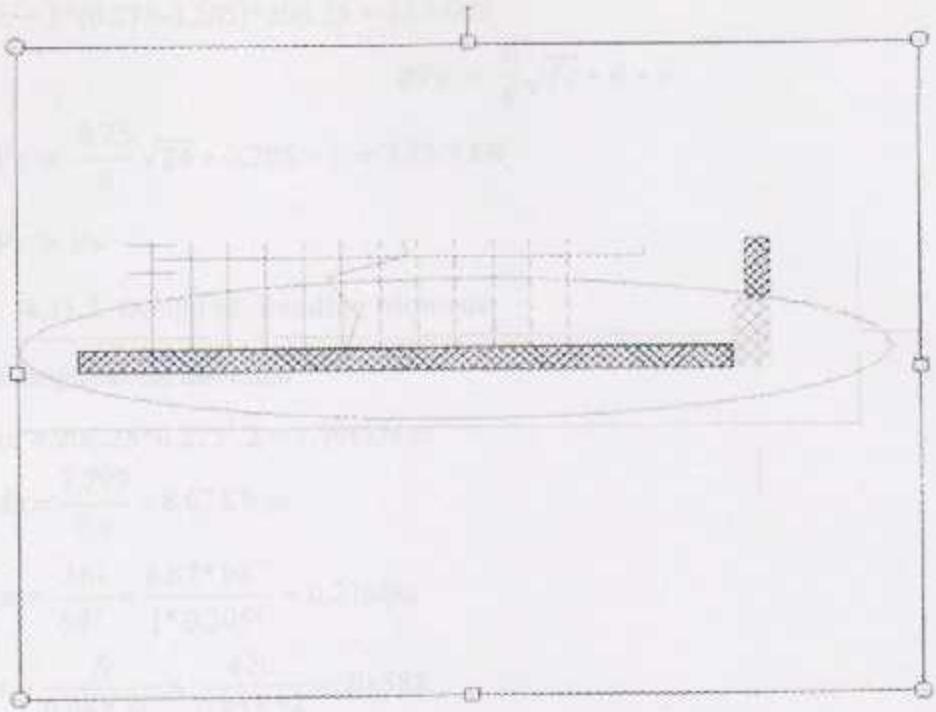
$$Mu_{Design} = 5025.7 - 1447.8 = 3577.87\ kN.m$$

$$Ast = \frac{Mu / \phi}{fy \times (Lw - Cw)} = \frac{3577.87 \times 10^6 / 0.9}{420 \times (3530 - 500)} = 3123.85 mm^2$$

$$As = 3123.85 + (4 \times 79) = 3439.85 mm^2$$

$$\therefore Use \phi 20 \longrightarrow Select\ 11\phi 20 \quad \rightarrow As = 3456.2\ mm^2$$

4.11 Design of strip Footing



4.11.1 Determination of load:

From slab and Wight wall

Total factored load = 165 KN/m.

Soil density = 18 Kg/cm3.

Allowable soil Pressure = 450 KN/m2.

Assume footing to be about (30 cm) thick.

live load =5 kN/m^2

q_{allow} =450 - 5- 2.6*18 – 0.3*25 – 390.7kN/m^2

$\Rightarrow$ For one meter strip

$$A = \frac{165}{390.7} = 0.42\ m^2$$

B = 0.8 m , h= 30 cm

d= 300 – 75 – 20 = 205 mm

q_{ult} = 165/ 0.8 *1 = 206.25kN/m^2.

4.11.2 Check of One Way Shear:

Vu = 1*(0.275-0.205)*206.25 = 14.44kN

$$\emptyset Vc = \frac{\emptyset}{6}\sqrt{fc} * d * b$$

$$\emptyset Vc = \frac{0.75}{6}\sqrt{24} * 0.205 * 1 = 125.5\ kN$$

$$\emptyset Vc > Vu$$

4.11.3 Design of Bending Moment:

In longitudinal direction

Mu = $206.25*0.275^2/2 = 7.799$kN.m

$$Mn = \frac{7.799}{0.9} = 8.67KN.m$$

$$\text{Kn} = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{8.67*10^{-3}}{1*0.205^2} = 0.21Mpa$$

$$m = \frac{fy}{0.85*fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.588$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times m\times Kn}{f_y}}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{20.588}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times 20.588\times 0.21}{420}}\right) = 0.503*10^{-3}$$

$$As_{Req} = \rho * b * d = 0.000503 * 205 * 1000 = 103.12\ mm^2$$

$$As_{Shrinkage} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 300 * 1000 = 540mm^2$$

$$As_{Req} = 103.12 < As_{Shrinkage} = 540mm^2$$

Use ϕ 14

No. = 540/154 = 3.51 , Use 4 bars ϕ 14 at 20 cm c/c

Check of strain:

$As * fy = 0.85 * f_c * b * a$

$616 * 420 = 0.85 * 24 * 1000 * a$

$a = 12.68mm$

$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{12.68}{0.85} = 14.92mm$

$\varepsilon_s = \frac{205 - 14.92}{14.92} X0.003$

$\varepsilon_s = 0.0382 > 0.005$

$\Rightarrow$ OK

In transverse direction :

$A_{smin} = 0.0018 * B * h$

$A_{smin} = 0.0018 * 800 * 300 = 432\ mm^2$

Use ϕ 12

No. = 432/113 = 3.82 , Use 4 bars

Use 4ϕ 12

4.11.4 Development Length of main Reinforcement

$$ld_{req} = \frac{9}{10} * \frac{F_y}{\lambda\sqrt{f_c}} * \frac{\psi_e\psi_s\psi_t}{\frac{ktr+cb}{db}} * db$$

$$ld_{req} = \frac{9}{10} * \frac{420}{1 * \sqrt{24}} * \frac{1 * 1 * 0.8}{2.5} * 14 = 346\ mm$$

$Ld_{available} = 400 - (250/2) - 75 = 200mm$

$Ld_{available} = 200\ mm < ld_{req} = 346mm$

Use Using hook $\geq 16 * \phi$

Required length of hook $\geq 16 * \phi \geq 16 * 1.4 = 22.4$ cm

Use Hooksel. = 25 cm >Hookreq = 22.4cm

الفصل الخامس

النتائج والتوصيات

٥

٥.١ مقدمة.
٥.٢ النتائج .
٥.٣ التوصيات .

٥-١ المقدمه :

في هذا المشروع تم الحصول على مخططات معمارية تفتقد الى الكثير من الامور، بعد دراسة جميع المتطلبات تم اعداد المخططات المعمارية والمخططات الإنشائية الشاملة لمستشفى المقترح انشاؤه في مدينه الخليل .

وتم اعداد المخططات الانشائية بشكل مفصل ودقيق وواضح لتسهيل عملية البناء، ويقدم هذا التقرير شرحا لجميع خطوات التصميم المعمارية والانشائية للمبنى.

٥-٢ النتائج:

1. يجب على كل طالب أو مصمم إنشائي أن يكون قادراً على التصميم بشكل يدوي حتى يستطيع امتلاك الخبرة والمعرفة في استخدام البرامج التصميمية المحوسبة.

2. من العوامل التي يجب أخذها بعين الاعتبار، العوامل الطبيعية المحيطة بالمبنى وطبيعة الموقع وتأثير القوى الطبيعية على الموقع.

3. 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 الاعتبار.

4. برامج الحاسوب المستخدمة :

هناك عدة برامج حاسوب سيتم استخدمها في هذا المشروع وهي:

a) AUTOCAD 2010/2007 : و ذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.
b) Safe,Etabs,ATIR: للتصميم والتحليل الإنشائي للعناصر الإنشائية.
c) (Office XP) : تم استخدامه في أجزاء مختلفة من المشروع مثل الكتابة النصوص والتنسيق وإخراج المشروع.

5. الأحمال الحية المستخدمة في هذا المشروع كانت من كود الأحمال الأردني.

6. 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 ــ من خلال هذه التجربة ــ 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 إختيار 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.

الملاحق

قائمة المصادر والمراجع

١. كودات البناء الوطني الأردني، كود الأحمال والقوى، مجلس البناء الوطني الأردني، عمان، الأردن، ١٩٩٠م.

٢. تلخيص الأستاذ المشرف.

3. Building Code Requirements for Structural Concrete)ACI 318M-05 (and Commentary, USA, 2005.

4. Uniform Building Code (UBC).

APPENDIX (A)

ARCHITECTURAL DRAWINGS

This appendix is an attachment with this project

APPENDIX (S)

STRUCTURAL DRAWINGS

This appendix is an attachment with this project

TABLE 9.5(a)—MINIMUM THICKNESS OF NONPRESTRESSED BEAMS OR ONE-WAY SLABS UNLESS DEFLECTIONS ARE CALCULATED

	Minimum thickness, h			
	Simply supported	One end continuous	Both ends continuous	Cantilever
Member	Members not supporting or attached to partitions or other construction likely to be damaged by large deflections.			
Solid one-way slabs	$\ell/20$	$\ell/24$	$\ell/28$	$\ell/10$
Beams or ribbed one-way slabs	$\ell/16$	$\ell/18.5$	$\ell/21$	$\ell/8$

Notes:
Values given shall be used directly for members with normalweight concrete (density w_c = 2320 kg/m^3) and Grade 420 reinforcement. For other conditions, the values shall be modified as follows:

a) For structural lightweight concrete having unit density, w_c, in the range 1440-1920 kg/m^3, the values shall be multiplied by $(1.65 - 0.003w_c)$ but not less than 1.09.

b) For f_y other than 420 MPa, the values shall be multiplied by $(0.4 + f_y/700)$.

Table (MINIMUM THICKNESS OF NONPRESTRESSED BEAMS OR ONE-WAY SLABS UNLESS DEFLECTIONS ARE CALCULATED

جدول

الأحمال الحية للأرضيات و العقدات

نوع المبنى		الاستعمال (الاشغال)	الحمل الموزع	الحمل المركز البديل
عام	خاص		KN/m2	KN
المباني السكنية والخاصة	المنازل والبيوت والشقق السكنية والأبنية ذات الطابق الواحد.	جميع الغرف بما في ذلك غرف النوم والمطابخ وغرف الغسيل وما شابه ذلك	2.000	1.400
	الفنادق والموتيلات والمستشفيات	غرف النوم	2.000	1.800
	منازل الطلبة وما شابهها	غرف وقاعات النوم	2.000	1.800
المباني العامة	القاعات العامة وقاعات التجمع والمساجد والكنائس وقاعات التدريس والمسارح ودور السينما وقاعات التجمع في المدارس والكليات والنوادي والمدرجات المسقوفة والقاعات الرياضية المغلقة	مقاعد ثابتة مقاعد غير ثابتة	4.000 5.000	- 3.600
	نادي رياضي	-	5.000	-
	غرف المطالعة في المكتبات	من دون مستودع كتب مع مستودع كتب	2.500 4.000	4.500 4.500