

## **Apéndice 5**



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
PRIMER CENSO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
BOGOTÁ D.C.



MUNICIPIO DE SANTA CRUZ DE LORICA - CORDOBA

PROYECTO

TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO

MODULO CUATRO DEL NUEVO MERCADO PÚBLICO "MERCADO PLAZA"  
MUNICIPIO DE SANTA CRUZ DE LORICA  
DEPARTAMENTO DE CORDOBA COLOMBIA

DISEÑO

 GRUPO CHASADI

EQUIPO DE DISEÑO Y DESARROLLO

ARQ. PABLO ANDRÉS CHAVEZ TORRES  
ING. ROOSEVELT SÁNCHEZ GÓMEZ  
ING. JOSÉ LEONARDO DÍAZ MOLINA

LOCALIZACIÓN



APROBO

ARQ. ING.

CONTIENE

REFORZAMIENTO CIMENTACIÓN

OBSERVACIONES

NOMBRE DEL ARCHIVO

161107 LORICA REFORZAMIENTO

FECHA

SEP 2016

ESCALA

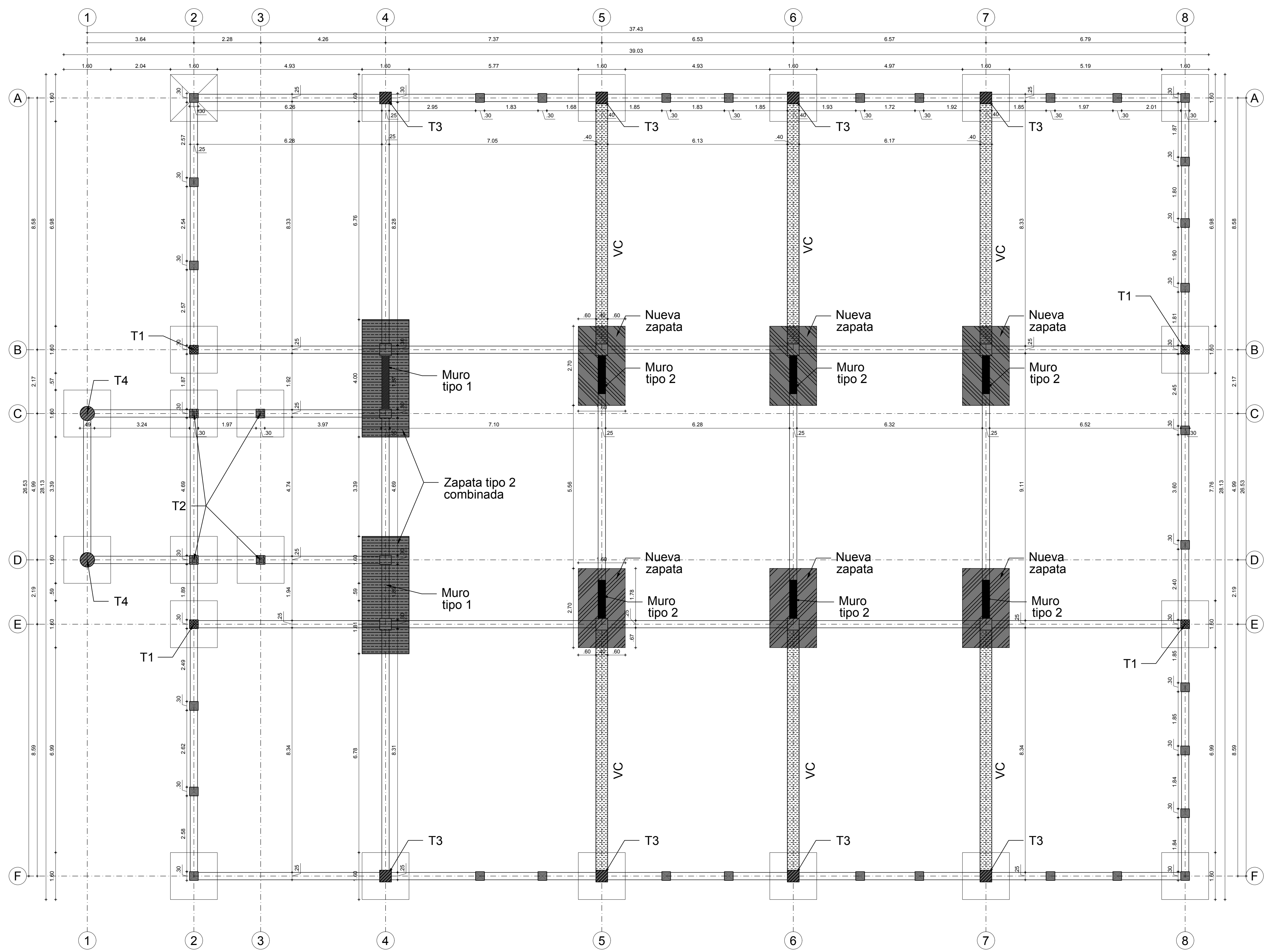
1:75

PLANO

1 DE 7

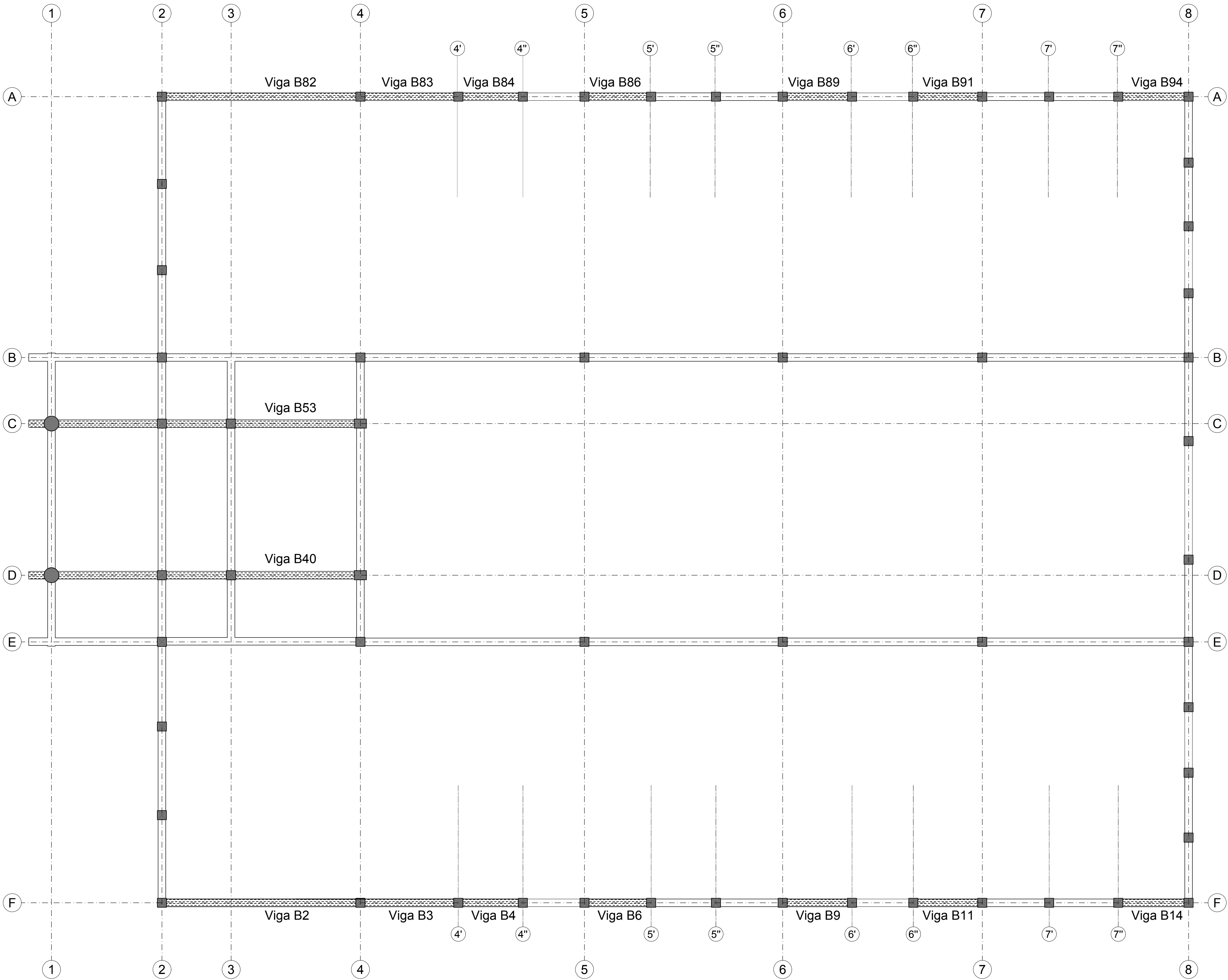
CONSECUTIVO SED

LEVANTAMIENTO



NOTA: LA TOTALIDAD DE LAS VIGAS DEBEN SER INTERVENIDAS  
SEGÚN TRATAMIENTOS INDICADOS EN PLANO N°5 y N°6

- T1= Reforzamiento columna tipo 1
- T2= Reforzamiento columna tipo 2
- T3= Reforzamiento columna tipo 3
- T4= Reforzamiento columna tipo 4
- VC= Viga Cimentación 40X50



| Reforzamiento necesario |     |     |     |
|-------------------------|-----|-----|-----|
| Viga                    | M-  | M+  | M-  |
| B2                      | 1#4 |     | 1#4 |
| B3                      | 1#3 |     |     |
| B4                      |     | 1#3 | 1#3 |
| B6                      | 1#3 |     |     |
| B9                      |     | 1#3 | 1#3 |
| B11                     | 1#3 | 1#3 |     |
| B14                     |     | 1#3 | 1#3 |
| B40                     | 1#3 |     |     |
| B53                     | 1#3 |     |     |
| B82                     | 1#4 |     | 1#4 |
| B83                     | 1#3 |     |     |
| B84                     |     | 1#3 | 1#3 |
| B86                     | 1#3 | 1#3 |     |
| B89                     |     |     | 1#3 |
| B91                     | 1#3 | 1#3 |     |
| B94                     |     | 1#3 | 1#3 |

LOCALIZACIÓN REFORZAMIENTO DE VIGA INTERMEDIA NIVEL 2.83

ESCALA 1/75

NOTA: LA TOTALIDAD DE LAS VIGAS DEBEN SER INTERVENIDAS SEGÚN TRATAMIENTOS INDICADOS EN PLANO N°5 y N°6



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN BOGOTÁ D.C.



MUNICIPIO DE SANTA CRUZ DE LORICA - CORDOBA

PROYECTO

TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO

MODULO CUATRO DEL NUEVO MERCADO PÚBLICO "MERCADO PLAZA" MUNICIPIO DE SANTA CRUZ DE LORICA DEPARTAMENTO DE CORDOBA

DISEÑO

GRUPO CHASADI

EQUIPO DE DISEÑO Y DESARROLLO

ARQ. PABLO ANDRÉS CHAVEZ TORRES  
ING. ROOSEVELT SÁNCHEZ GÓMEZ  
ING. JOSÉ LEONARDO DÍAZ MOLINA

LOCALIZACIÓN



APROBO

ARQ. ING.

CONTIENE

REFORZAMIENTO VIGAS N°2.83

OBSERVACIONES

NOMBRE DEL ARCHIVO

161107 LORICA REFORZAMIENTO

FECHA

SEP 2016

ESCALA

1:75

PLANO

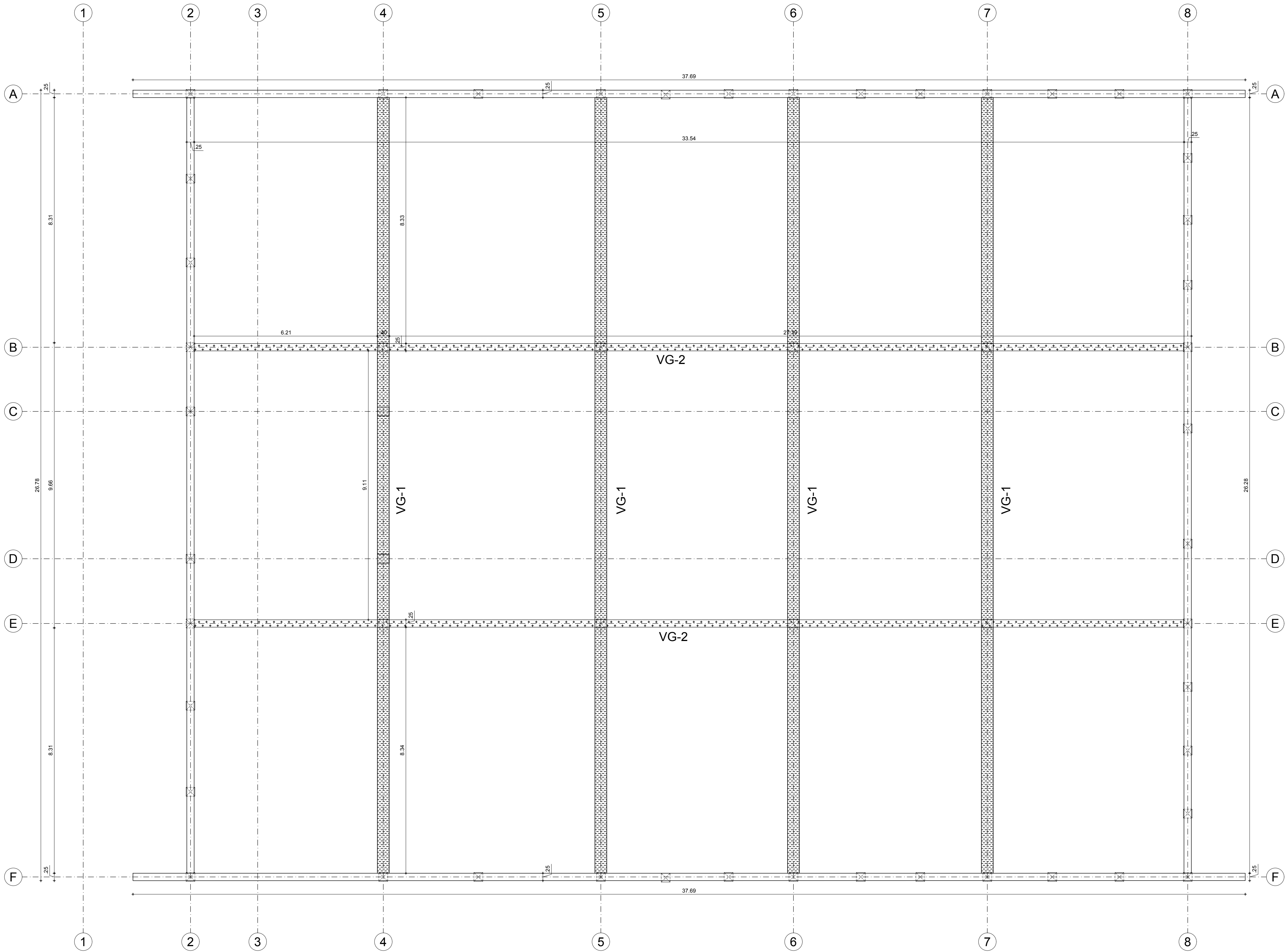
2 DE 7

CONSECUTIVO SED

LEVANTAMIENTO

TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO MODULO 4 DEL NUEVO MERCADO "MERCADO PLAZA" LORICA





**LOCALIZACIÓN DE RECALCE Y REFORZAMIENTO DE VIGAS NIVEL 5.70**  
ESCALA 1/75

NOTA: LA TOTALIDAD DE LAS VIGAS DEBEN SER INTERVENIDAS SEGÚN TRATAMIENTOS INDICADOS EN PLANO N°5 y N°6

- VG1 = 40X50  
VG2 = 25X35



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN BOGOTÁ D.C.



MUNICIPIO DE SANTA CRUZ DE LORICA - CORDOBA

PROYECTO

TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO

MODULO CUATRO DEL NUEVO MERCADO PÚBLICO "MERCADO PLAZA" MUNICIPIO DE SANTA CRUZ DE LORICA DEPARTAMENTO DE CORDOBA COLOMBIA

DISEÑO

**GRUPO CHASADI**

EQUIPO DE DISEÑO Y DESARROLLO

ARQ. PABLO ANDRÉS CHAVEZ TORRES  
ING. ROOSEVELT SÁNCHEZ GÓMEZ  
ING. JOSÉ LEONARDO DÍAZ MOLINA

LOCALIZACIÓN



APROBO

ARQ. ING.

CONTIENE

REFORZAMIENTO  
VIGAS N+5.70

OBSERVACIONES

NOMBRE DEL ARCHIVO  
161107 LORICA REFORZAMIENTO

FECHA  
SEP 2016

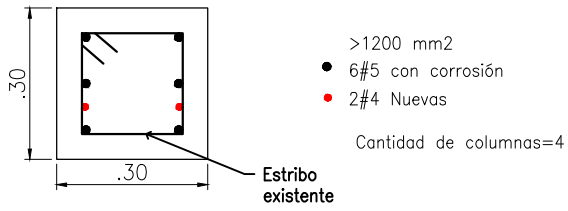
ESCALA  
1:75

PLANO  
3 DE 7

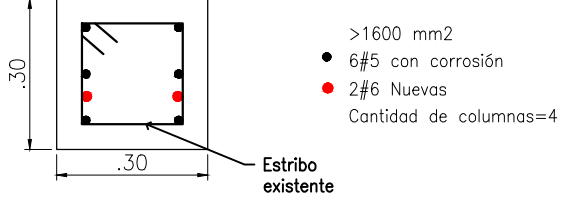
CONSECUTIVO SED

LEVANTAMIENTO

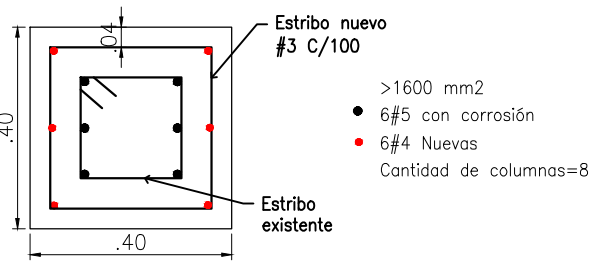
Reforzamiento columna .30x.30 Tipo 1



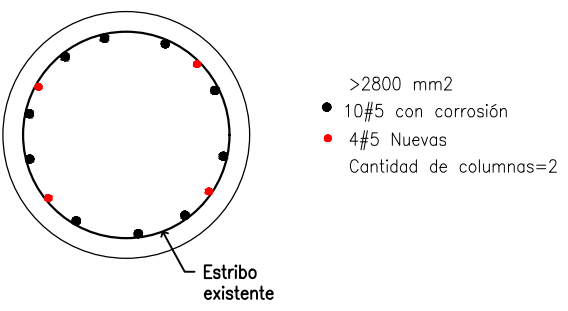
Reforzamiento columna .30x.30 Tipo 2



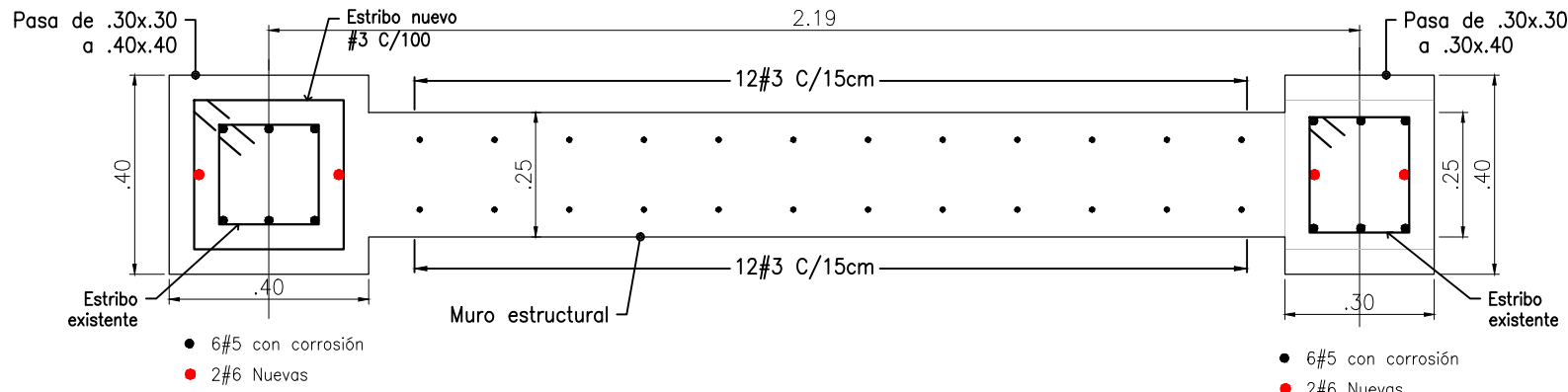
Reforzamiento de columna .30x.30 a columna .40x.40 Tipo 3



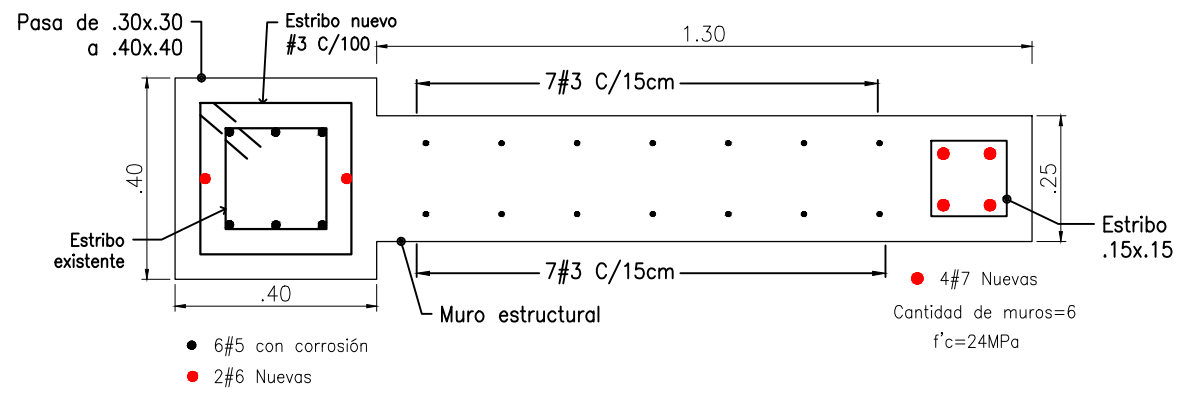
Reforzamiento columna circular diámetro 49cm Tipo 4



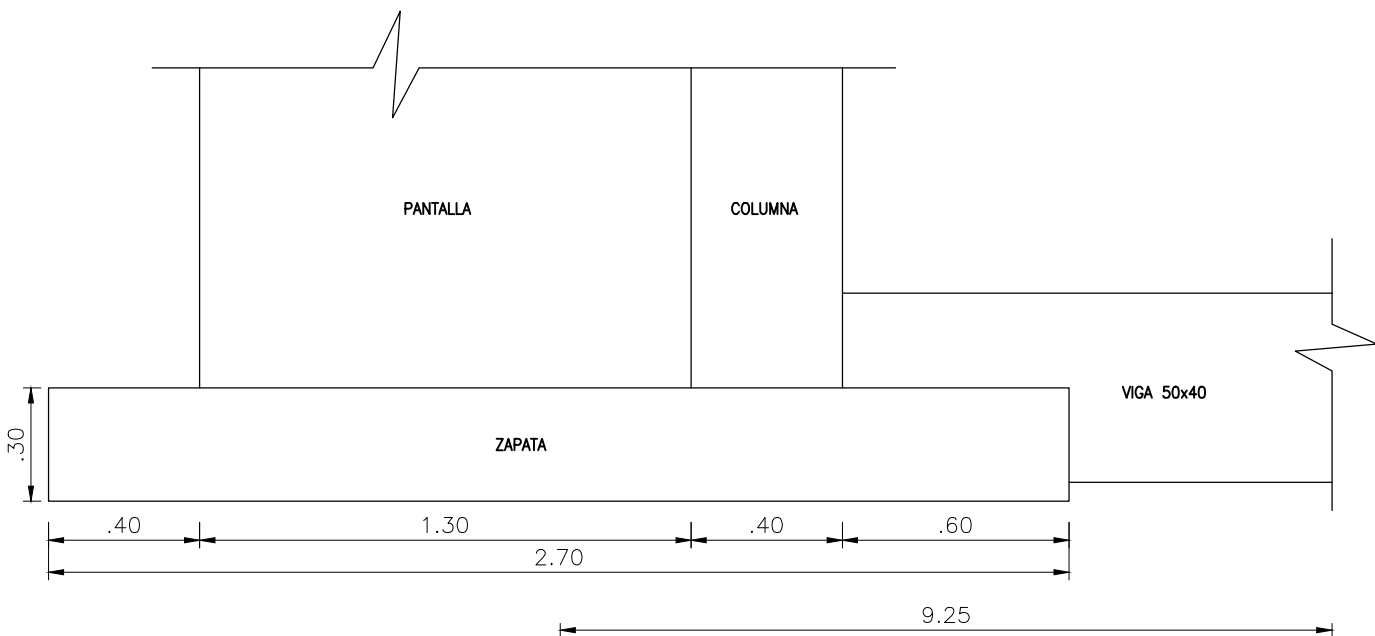
REFORZAMIENTO DE COLUMNAS  
SECCIÓN EN PLANTA  
ESC 1:15



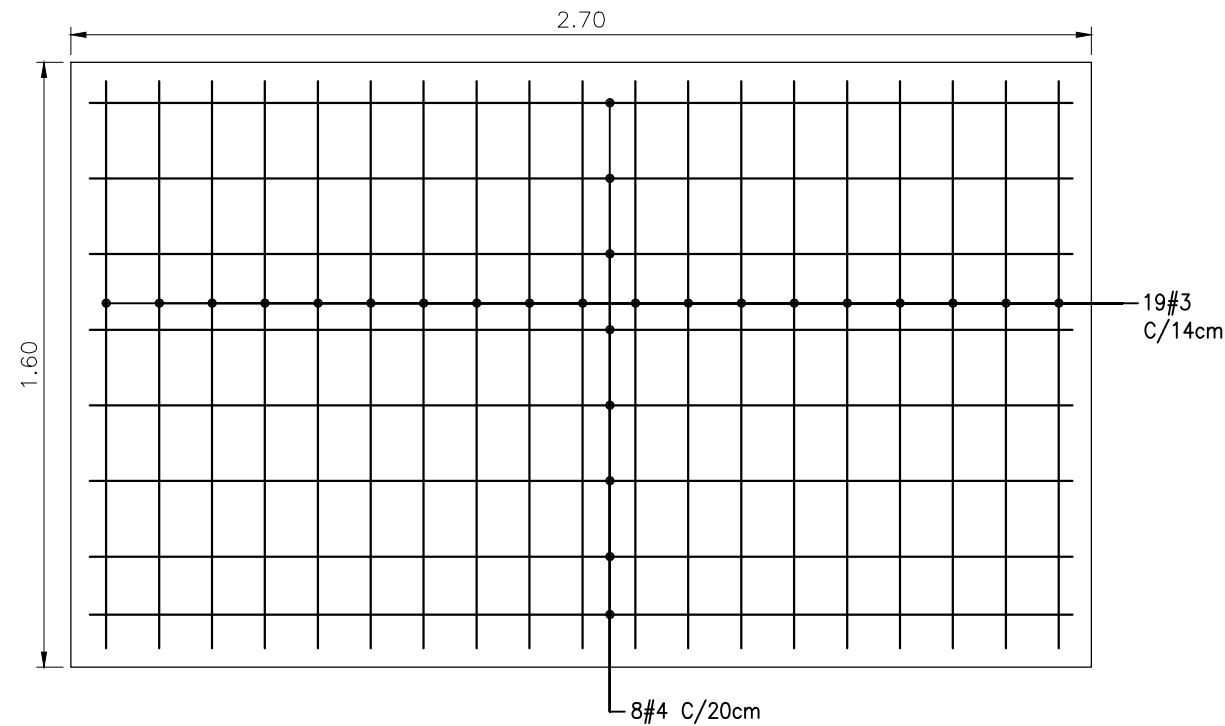
MURO ESTRUCTURAL TIPO 1  
SECCIÓN EN PLANTA  
ESC 1:15



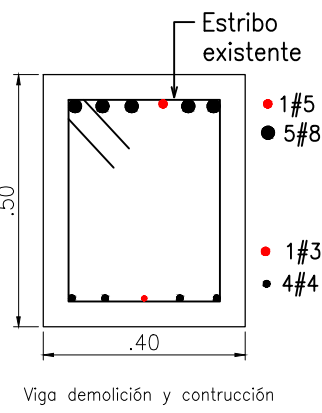
MURO ESTRUCTURAL TIPO 2  
SECCIÓN EN PLANTA  
ESC 1:15



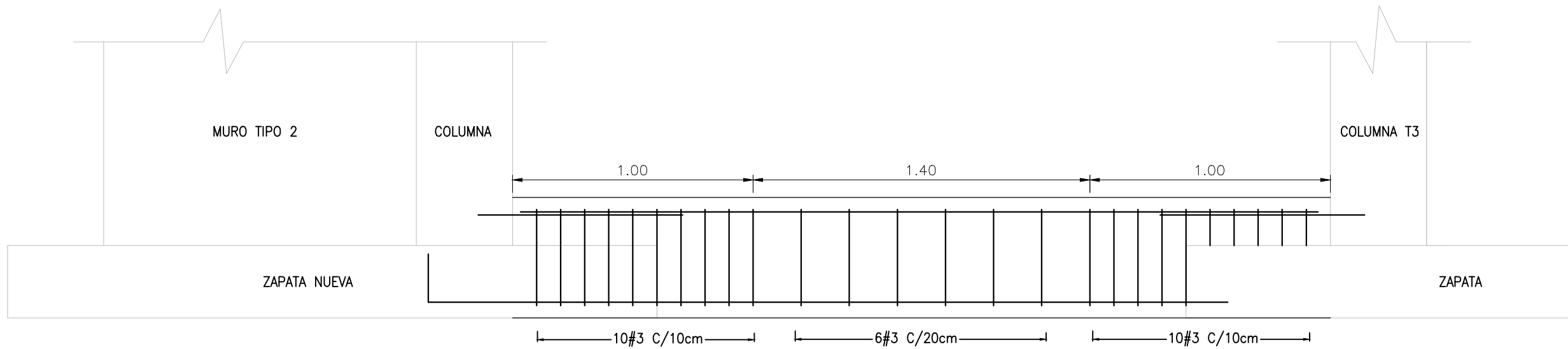
GEOMETRIA NUEVA ZAPATA  
VISTA LATERAL  
ESC 1:20



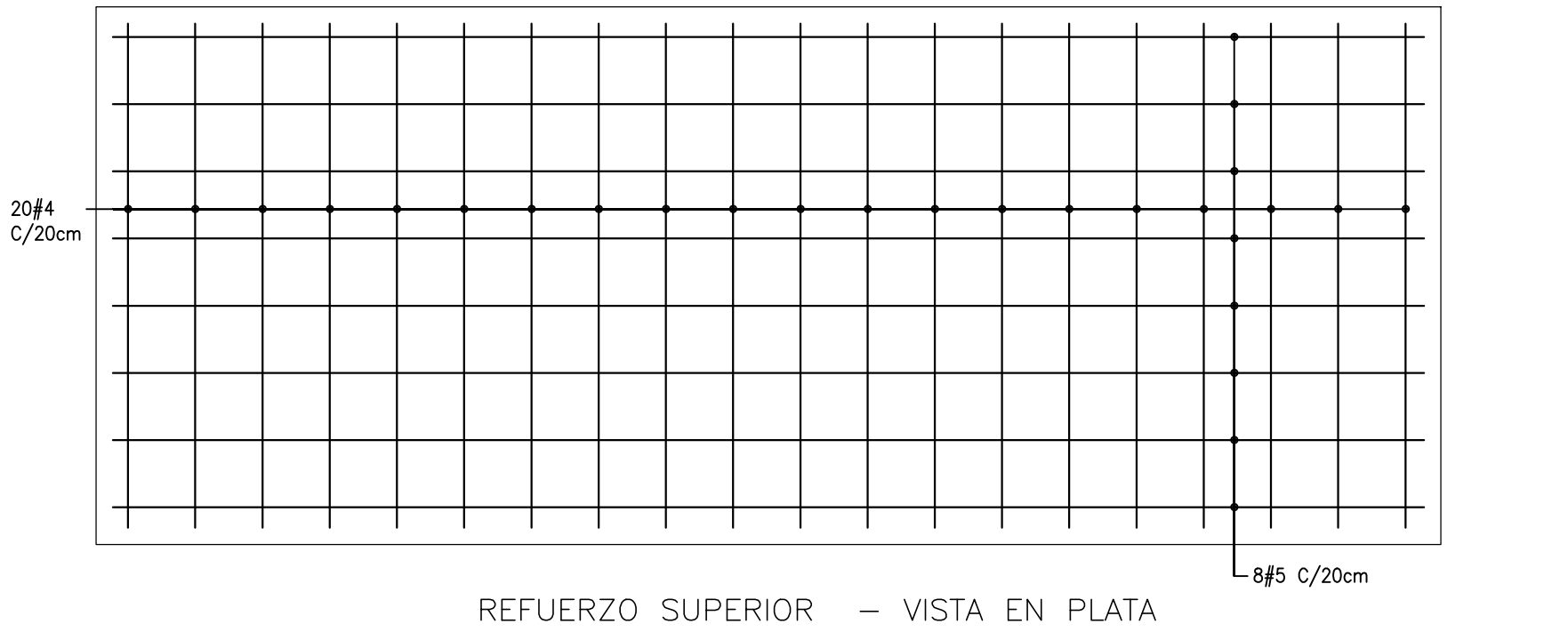
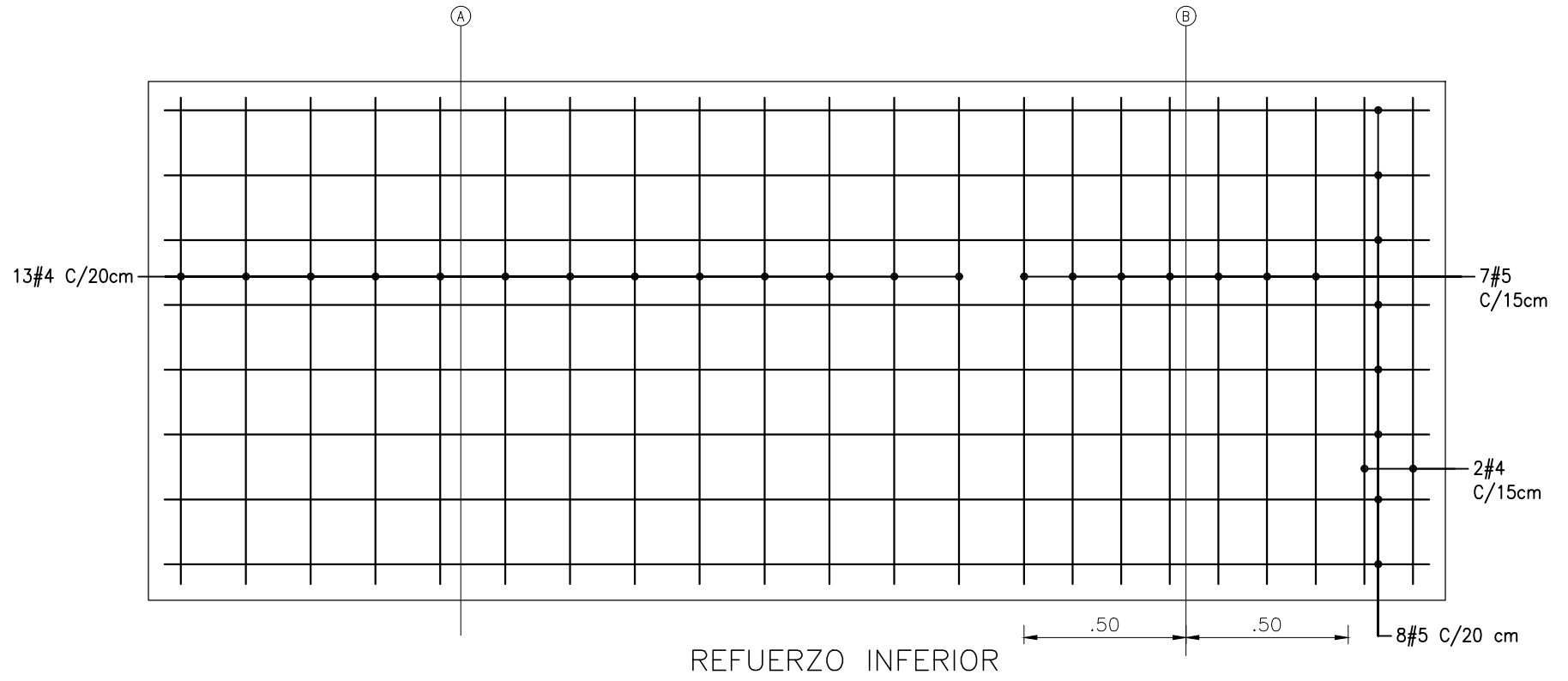
REFUERZO NUEVA ZAPATA  
VISTA EN PLANTA  
ESC 1:20



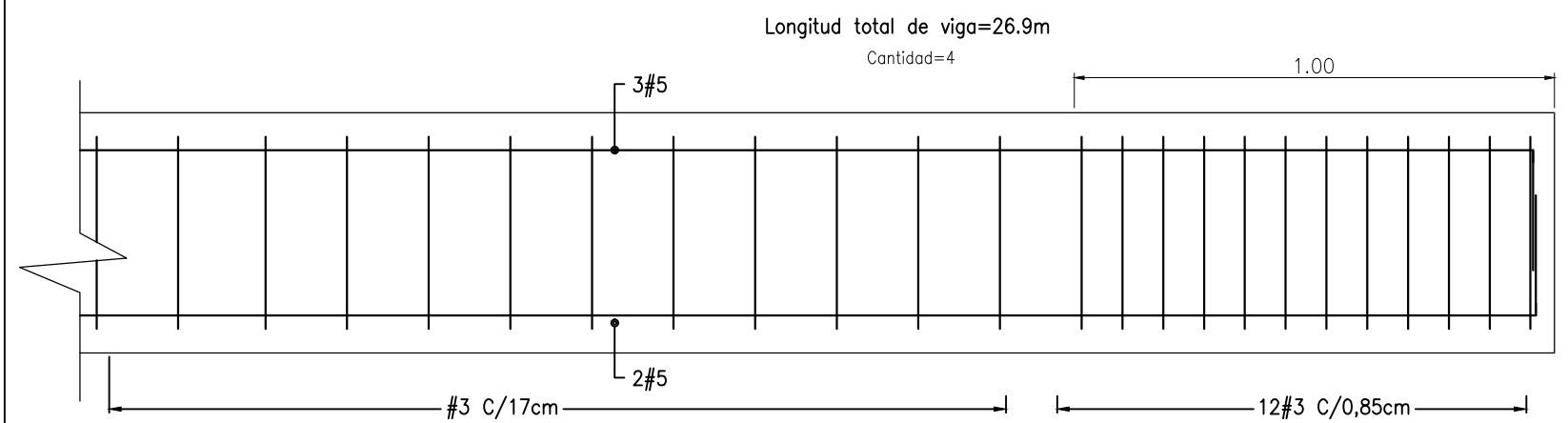
VIGA .50\*.40 (VC)  
VISTA FRONTAL



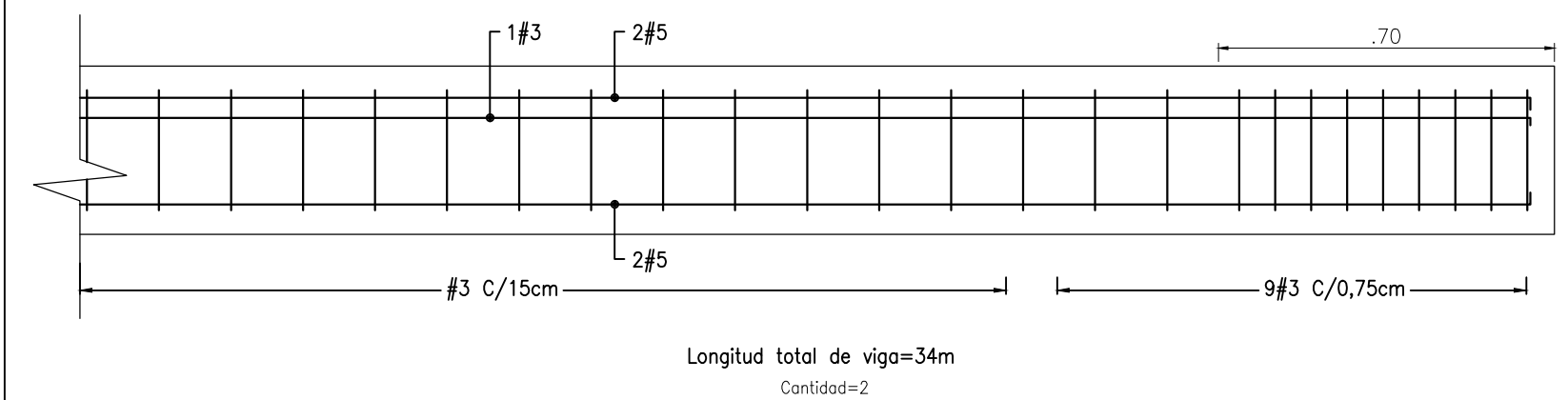
REFUERZO VIGA .50\*.40 — VISTA LATERAL  
ESC 1:20



REFUERZO ZAPATA TIPO 2 — COMBINADA  
ESC 1:20



VG-1 — VIGA .50X.40  
ESC 1:15



VG-2 — VIGA .25X.35  
ESC 1:15



FACULTAD DE CIENCIAS Y  
TECNOLOGÍAS  
  
ESPECIALIZACIÓN EN  
PATOLOGÍA DE LA  
CONSTRUCCIÓN  
BOGOTÁ D.C.



MUNICIPIO DE SANTA  
CRUZ DE LORICA -  
CORDOBA

PROYECTO  
  
TRABAJO PROFESIONAL  
INTEGRADO  
  
MODULO CUATRO DEL NUEVO  
MERCADO PUBLICO "MERCADO PLAZA"  
MUNICIPIO DE SANTA CRUZ DE LORICA  
DEPARTAMENTO DE  
CORDOBA-COLOMBIA



EQUIPO DE DISEÑO Y DESARROLLO  
  
ARQ. PABLO ANDRES CHAVEZTORRES  
ING. ROOSEVELT SANCHEZ GOMEZ  
ING. JOSE LEONARDO DIAZ MOLINA



APROBO  
  
ARQ. ING.

CONTIENE  
  
DETALLES PARA  
REFORZAMIENTOS Y  
RECÁLCE  
ESTRUCTURA

OBSERVACIONES

NOMBRE DEL ARCHIVO  
161107 LORICA  
REFORZAMIENTO

FECHA  
SEP  
2016

PLANO  
4 DE 7

LEVANTAMIENTO



TIPO I

Este tipo de tratamiento se utiliza para intervenir las lesiones de aceros descubiertos y/o oxidados. Esta actividad debe realizarse conforme a las recomendaciones del ACI en sus documentos: boletín 4 del RAP y el manual de rehabilitaciones de concreto.

1. Marque el perímetro del área con las lesiones y de las cuales se debe realizar la reparación. El trazado debe ser de forma cuadrada o rectangular. En esta actividad es importante, demarcar un área mayor que la zona afectada para efectuar una reparación adecuada que no vaya generar inconvenientes de calidad y/o estabilidad, entre otras razones.



Figura 50 Procedimiento de tratamiento: delimitación del área (Emmons, 2012)

2. Generar el corte del área mayor demarcada mediante máquina con disco de corte diamantado, teniendo la precaución de no cortar el acero de refuerzo.



Figura 51 Procedimiento de tratamiento: corte del área (Emmons, 2012)

3. Demoler de forma controlada todo el contorno demarcado, así como el concreto alrededor de las barras de refuerzo en las cuales se haya presentado algún tipo de afectación por corrosión/oxidación. Así mismo, se debe demoler por detrás de las barras de refuerzo afectadas al menos 25 mm.

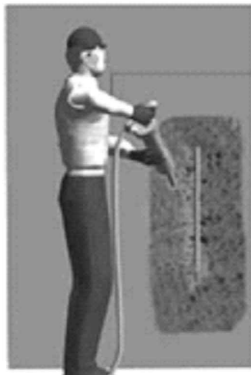


Figura 52 Procedimiento de tratamiento: demolición (Emmons, 2012)

4. Generar el tratamiento sobre cada una de las barras de refuerzo que presente algún tipo de afectación.

El tratamiento consiste, inicialmente, en retirar manualmente mediante lijado o grata metálica o mediante chorro de arena (si el espacio y ambiente lo permite), cualquier producto de oxidación o corrosión del elemento.

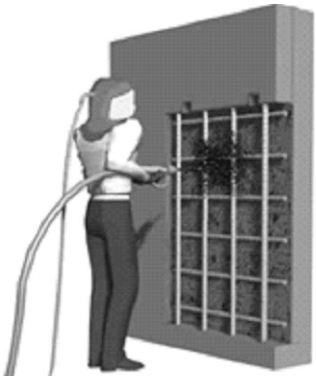


Figura 53 Procedimiento de tratamiento: limpieza del óxido o corrosión (Emmons, 2012)

Una vez se efectúe la respectiva limpieza, se debe verificar mediante herramienta adecuada el diámetro de la barra de refuerzo. Como el acero presenta una pérdida de sección, y esta no satisface los parámetros necesarios en las condiciones evaluadas en el análisis de vulnerabilidad, debe ser reemplazada o reforzada, según sea el caso y la facilidad de operación. También debe considerarse la adición de barras de refuerzo, en el caso de ser necesario.

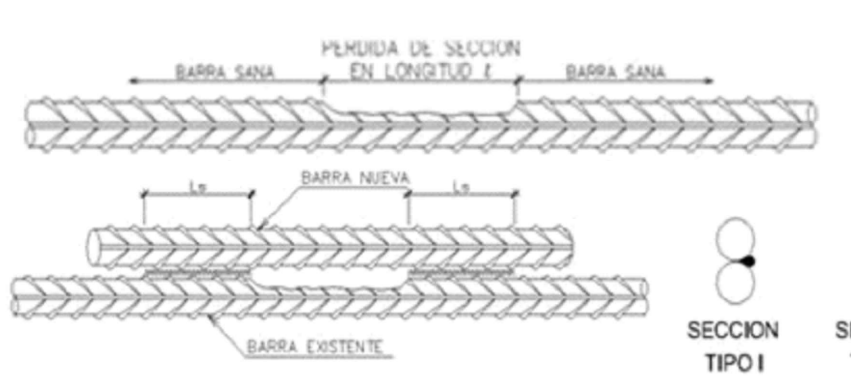


Figura 54 Reparación del acero de refuerzo (Helene & Pereira, 2003)

En caso que la barra presente un diámetro adecuado conforme lo evaluado en el análisis de vulnerabilidad y no haya perdido estrías, esta se puede mantener y dejar en la estructura.

Para el caso de las barras que hayan presentado algún tipo de doblamiento o soldadura que la haya afectado, esta se debe limpiar hasta el perfil de limpieza adecuado. En el sitio se debe decidir si es requerido su corte o reemplazo, o si por el contrario se deja en el sitio (sin contar con su aporte estructural) y se refuerza mediante una nueva barra de refuerzo debidamente empalmada, y anclada para garantizar su respectivo desarrollo.

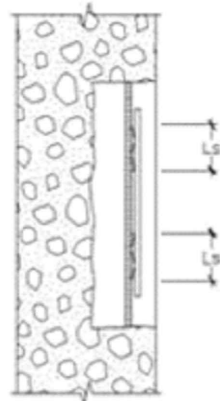


Figura 55 Reparación del acero de refuerzo (Helene & Pereira, 2003)

5. Posteriormente se debe generar el perfil de anclaje adecuado para garantizar la correcta adherencia entre el concreto viejo y el concreto nuevo, y asegurar que el elemento estructural sigue trabajando de forma monolítica al igual que el recubrimiento trabajará de forma eficiente. Para dicha labor se recomienda la utilización de sandblasting, realizando en todo caso ensayos de adherencia o tracción sobre el producto final.

6. Una vez se ha garantizado el perfil de anclaje, se debe realizar el encofrado de las áreas a vaciar y a restituir, definiendo adecuadamente el punto de entrada de la mezcla de acuerdo al tipo de fluidez de la misma. Esta puede ser ascendente o descendente.

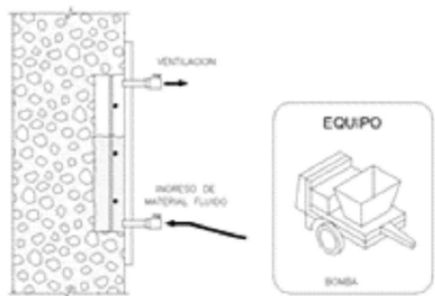


Figura 56 Reparación del acero de refuerzo (Helene & Pereira, 2003)

Antes de colocar debidamente el encofrado se debe aplicar el puente de adherencia, la selección del puente debe ser basado en las siguientes condiciones:

- I) Insensibilidad a la humedad
- II) Adherencia entre superficies húmedas
- III) Resistencias mecánicas altas (Mínimo 40 Mpa)

Se recomienda implementar un producto que cumpla con las especificaciones del “Producto A- Puente de adherencia o de unión”, definidas más adelante en el título “Especificaciones de productos para la intervención de lesiones”. La aceptación del puente de adherencia permite la unión entre concreto viejo y nuevo. Se debe tener especial cuidado con el tiempo máximo de colocación de la mezcla de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.



Figura 57 Procedimiento de tratamiento: vaciado de concreto (Emmons, 2012)

7. Una vez se haya colocado el encofrado se debe realizar el respectivo vaciado de la mezcla, la cual deberá corresponder a un producto con las siguientes características:

- I) Concreto fluido
- II) Baja retracción
- III) Alta manejabilidad (Diámetro 58+- 3 cm)
- IV) Resistencia a la carbonatación

Se recomienda implementar un producto que cumpla con las especificaciones contenidas en el “Producto B- Concreto fluido de baja retracción para reparación estructural”, definidas más adelante en el título “Especificaciones de productos para la intervención de lesiones”.

Se debe efectuar adecuadamente la vibración de la mezcla para garantizar su vaciado adecuado y su colocación.



Figura 58 Procedimiento de tratamiento: curado y acabados (Emmons, 2012)

Finalmente se debe aplicar y llevar a cabo un juicioso curado de las superficies reparadas.

TIPO II

Este tipo de tratamiento se utiliza para intervenir las lesiones de oquedades u hormigueros.

1. Marque el perímetro del área con las lesiones y de las cuales se debe realizar la reparación. El trazado debe ser de forma cuadrada o rectangular.

En esta actividad es importante, demarcar un área mayor que la zona afectada para efectuar una reparación adecuada que no vaya generar inconvenientes de calidad y/o estabilidad, entre otras razones.

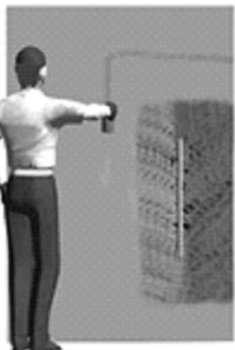


Figura 59 Procedimiento de tratamiento: demarcación del área (Emmons, 2012)

2. Generar el corte del área mayor demarcada mediante máquina con disco de corte diamantado, teniendo la precaución de no cortar el acero de refuerzo sano y protegido.

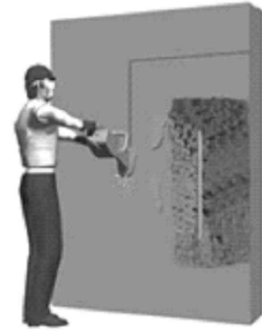


Figura 60 Procedimiento de tratamiento: corte del área (Emmons, 2012)

3. Demoler de forma controlada todo el contorno demarcado, y elimine el hormigón segregado hasta llegar al hormigón sano. Esta actividad se puede realizar de forma manual o mecánica (Chorro de arena, Corte con disco).



Figura 60 Procedimiento de tratamiento: demolición (Emmons, 2012)

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
BOGOTÁ D.C.

MUNICIPIO DE SANTA CRUZ DE LORICA - CORDOBA

PROYECTO

TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO

MODULO CUATRO DEL NUEVO MERCADO PUBLICO "MERCA PLAZA"  
MUNICIPIO DE SANTA CRUZ DE LORICA  
DEPARTAMENTO DE CORDOBA  
COLOMBIA

DISEÑO

GRUPO CHASADI

EQUIPO DE DISEÑO Y DESARROLLO

ARO. PABLO ANDRES CHAVEZ TORRES  
ING. ROOSEVELT SANCHEZ GOMEZ  
ING. JOSE LEONARDO DIAZ MOLINA

LOCALIZACIÓN

APROBO

ARO. ING.

CONTIENE

TRATAMIENTOS Y PRODUCTOS PARA INTERVENCIÓN DE LA ESTRUCTURA. TIPO I Y TIPO II

OBSERVACIONES

NOMBRE DEL ARCHIVO  
161107 LORICA REFORZAMIENTO

FECHA  
SEP 2016

ESCALA  
Sin Escala

PLANO DE  
5 DE 7

CONSECUTIVO SED

TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO MODULO 4 DEL NUEVO MERCADO MERCA PLAZA LORICA

LEVANTAMIENTO



4. Limpie la superficie con aire o agua a presión.

5. Aplicar un puente de adherencia con brocha, cepillo o escoba para garantizar la correcta unión entre el concreto viejo y el nuevo, para esto se recomiendan los productos del paso 6 del tratamiento TIPO-I.



Figura 60 Procedimiento de tratamiento: puente de adherencia (Registrocdt.cl, 2013)

6. Después de aplicar el puente de adherencia y cumpliendo las especificaciones técnicas del producto seleccionado, se procede a la reparación, esta actividad debe realizarse con productos que cumplan con las siguientes características técnicas:

I) Adherencia al concreto >= 1.5 Mpa

II) Alta densidad (>1.95kg/l) y viscosidad

Se recomienda implementar un producto que cumpla con las especificaciones contenidas en el “Producto C- Mortero para reparación de estructuras de concreto”, definidas más adelante en el título “Especificaciones de productos para la intervención de lesiones”.

La aplicación del producto se debe realizar mediante llana o por proyección, y deber ser mientras que el puente de unión se encuentre fresco.

7. Finalmente se debe aplicar y llevar a cabo un juicioso curado de las superficies reparadas.

#### TIPO III

Este tipo de tratamiento se utiliza para intervenir las lesiones de alteraciones en forma y/o dimensión de elementos estructurales

Las alteraciones en forma de elementos estructurales se pueden clasificar en dos (2) grupos:

- Grupo 1: Cuando la alteración en forma corresponde a aumentos significativos de la sección transversal del elemento ocasionando el aumento de las cargas muertas.
- Grupo 2: Cuando las alteraciones son reducciones o disminuciones de la sección transversal que afecta la durabilidad del elemento.

Dependiendo de la clasificación de la lesión se deben realizar dos pasos adicionales mencionados a continuación:

4. Si la lesión se clasifica en el grupo 1, se debe marcar el perímetro del área con la alteración en

forma y realizar el corte de dicho perímetro mediante máquina con disco de corte diamantado, teniendo la precaución de no cortar el acero de refuerzo sano y protegido.



Figura 63 Procedimiento de tratamiento: corte del área (Emmons, 2012)

5. Demoler de forma controlada todo el contorno demarcado hasta tener una sección transversal de elemento deseada o adecuada. (Únicamente para Grupo 1). Se recomienda que tenga una sección mínimamente menor a la sección final.

Los pasos mencionados posteriormente se deben realizar para las lesiones de los grupos 1 y 2.

6. Limpiar la superficie de hormigón existente o la resultante después de realizar los pasos 1 y 2 de esta intervención.

Esta actividad debe realizarse para asegurar la adhesión adecuada entre el hormigón original y el material de nivelación o reperfilado.

Debe realizarse con chorro de agua a alta presión (Mayor a 3000 PSI), chorro de arena o escarificación de mano hasta obtener una superficie rugosa.

4. Después de tener la superficie rugosa se procede a realizar la respectiva reparación de la zona afectada.

Para esta actividad los materiales a utilizar son los mismos recomendados en paso 5 del tratamiento TIPO-II teniendo como límite un espesor de 30 mm.

5. Si los espesores son mayores a 30 mm se deben realizar los pasos 6 a 7 mencionados en la intervención del tratamiento TIPO-I incluyendo los materiales utilizados allí.

#### TIPO IV

Este tipo de tratamiento se utiliza para intervenir las lesiones de defectos o lesiones por juntas frías de construcción

Los defectos o lesiones en juntas frías producen otras lesiones anteriores, como: Fisuras o grietas, hormigueros y humedades. Por tal motivo se debe realizar la respectiva intervención de acuerdo a la lesión que produce no haber ejecutado la junta fría en debida forma. Por lo tanto, se deberán aplicar los diversos procedimientos descritos en este mismo documento.

#### TIPO V

Este tipo de tratamiento se utiliza para intervenir las lesiones de resanes o reparaciones estructurales no conformes.

1. Las reparaciones en elementos estructurales se deben realizar siguiendo los procedimientos establecidos en la intervención del tratamiento TIPO-II o TIPO III.
2. Si son resanes marque el perímetro del área con la lesión. El trazado debe ser de forma cuadrada o rectangular.

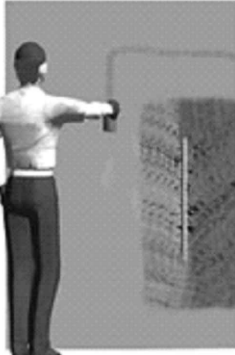


Figura 64 Procedimiento de tratamiento: demarcación del área (Emmons, 2012)

3. Realice la demolición de la zona demarcada. Esta actividad se puede realizar de forma manual o mecánica.

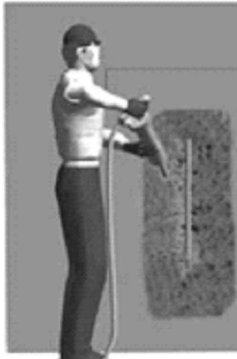


Figura 65 Procedimiento de tratamiento: demolición (Emmons, 2012; VanOcker & Winkler, 2010)

4. Limpie la superficie con aire o agua a presión.

5. Humedezca la superficie y aplique un estuco que cumpla con las siguientes condiciones:

I) No se fisura II) Acabado color blanco

Algunos productos comerciales son: SIKAREPAIR o SIKATOP-122, se debe tener en cuenta las recomendaciones del fabricante. La aplicación del producto debe ser con llana metálica.

#### TIPO VI

Este tipo de tratamiento se utiliza para intervenir las lesiones de otros defectos de instalación o fabricación de elementos estructurales. Realice el mismo procedimiento estipulado para el tratamiento TIPO-II o TIPO-III

#### TIPO VII

Este tipo de tratamiento se utiliza para intervenir las lesiones de carbonatación y/o corrosión

La durabilidad del concreto armado depende de la acción protectora que el concreto ejerce sobre el acero.

Esto se debe a que el concreto forma una barrera que evita el contacto de agentes agresores con el acero de refuerzo. Al existir una reacción entre el dióxido de carbono (CO2) encontrado en la atmósfera con el concreto, genera una disminución progresiva en el pH del mismo.

Este proceso, denominado carbonatación, depende de dos factores fundamentales: el primero corresponde al ambiente y exposición del material y el segundo de las características del concreto, ya sea su resistencia, agregados y el espesor de la capa protectora del acero de refuerzo.

El procedimiento consiste en eliminar la capa de concreto, ya sea por un método manual o de hidrodemolición, que se encuentra afectada por carbonatación. Así como el concreto ubicado en la parte posterior del refuerzo afectado por la corrosión. Con esto se pretende: fundir una capa de concreto sana, recubrir el acero de refuerzo que se encuentra en la estructura para evitar la continuación del proceso de corrosión, y eliminar aquellas otras lesiones que se encuentren en el concreto (VanOcker & Winkler, 2010).

Este procedimiento puede realizarse en los procedimientos ya mencionados en esta sección, donde se

requiera la intervención de elementos de concreto.

A continuación se detallará el procedimiento para remover la capa de concreto deteriorada, así como el procedimiento para su reparación:

1. La hidrodemolición consiste en bombas hidráulicas de alta presión, que van removiendo las capas de concreto a medida que se aplica el chorro de agua.

2. Dependiendo del elemento que requiera de este tratamiento, debe haber una evaluación de los posibles elementos de reforzamiento temporal, con el fin de evitar una pérdida de resistencia de la estructura y su posible colapso. Lo anterior es necesario, ya que al eliminar una cantidad importante de concreto, la capacidad portante de los elementos se verá afectada.

3. Se elimina la capa de recubrimiento del elemento, así como el concreto que se encuentra en la parte posterior del acero de refuerzo; alrededor de 25mm. Si la maquinaria no permite su fácil retiro, debe implementarse un método manual para retirar el concreto necesario para su rehabilitación.

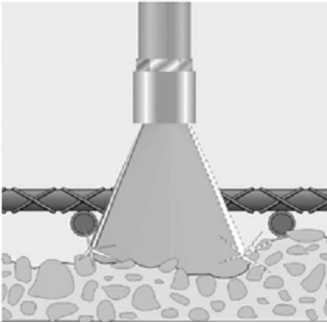


Figura 66 Procedimiento de tratamiento: hidrodemolición (Emmons, 2012; VanOcker & Winkler, 2010)

4. Se debe implementar un sistema de recolección de aguas para evitar la contaminación y problemas ambientales o de los sistemas hidrosanitarios.

5. Luego de la remoción del concreto se debe realizar una inspección que confirme la ausencia de suciedad, polvo, aceites o cualquier elemento que pueda afectar la adherencia del nuevo concreto.

6. Se eliminará la capa de óxido y corrosión que se encuentra en el acero de refuerzo, ya sea por métodos manuales o mecánicos.

7. Una vez el área se encuentre limpia, se recomienda implementar, un puente de adherencia, que sirva como un recubrimiento de protección, que sirva para inhibir la corrosión en el acero de refuerzo.

Se recomienda implementar un producto que cumpla con las especificaciones contenidas en el “Producto C- Mortero para reparación de estructuras de concreto”, definidas más adelante en el título “Especificaciones de productos para la intervención de lesiones”. La aplicación del producto debe ser con llana metálica.

8. Se puede implementar lo descrito en el procedimiento del tratamiento TIPO-I para la rehabilitación del acero de refuerzo, donde sea necesario, así como los procedimientos de vaciado del nuevo concreto.

9. Este tipo de tratamiento puede implementarse con mano de obra y sin necesidad de maquinaria adicional. Sin embargo, los tiempos de rehabilitación se incrementarán sustancialmente.

|                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS<br>PRIMER CUASTRON UNIVERSITARIO DE COLOMBIA<br>FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS<br>ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCION BOGOTÁ D.C. |
|                                                                                                                                                                              |
| MUNICIPIO DE SANTA CRUZ DE LORICA - CORDOBA                                                                                                                                                                                                                     |
| PROYECTO<br>TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO<br>MODULO CUATRO DEL NUEVO MERCADO PUBLICO "MERCA PLAZA" MUNICIPIO DE SANTA CRUZ DE LORICA DEPARTAMENTO DE CORDOBA COLOMBIA                                                                                           |
| DISEÑO<br>GRUPO CHASADI                                                                                                                                                                                                                                         |
| EQUIPO DE DISEÑO Y DESARROLLO<br>ARQ. PABLO ANDRES CHAVEZ TORRES<br>ING. ROOSEVELT SANCHEZ GOMEZ<br>ING. JOSE LEONARDO DIAZ MOLINA                                                                                                                              |
| LOCALIZACIÓN<br>                                                                                                                                                           |
| APROBO<br>ARQ. ING.                                                                                                                                                                                                                                             |
| CONTIENE<br>TRATAMIENTOS Y PRODUCTOS PARA INTERVENCIÓN DE LA ESTRUCTURA. TIPO III A TIPO VII                                                                                                                                                                    |
| OBSERVACIONES                                                                                                                                                                                                                                                   |
| NOMBRE DEL ARCHIVO<br>161107 LORICA REFORZAMIENTO                                                                                                                                                                                                               |
| FECHA<br>SEP 2016                                                                                                                                                                                                                                               |
| ESCALA<br>Sin Escala                                                                                                                                                                                                                                            |
| PLANO<br>6 DE 7                                                                                                                                                                                                                                                 |
| DE<br>CONSECUTIVO SIG                                                                                                                                                                                                                                           |
| LEVANTAMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                   |



Especificaciones de productos

Con la finalidad de enmarcar los productos necesarios, según el tratamiento, se realizaron unas tablas que engloban las características más importantes de estos. Se deben implementar cuatro tipos de productos diferentes los cuales se muestran a continuación:

| PRODUCTO A- Puente de adherencia o de unión           |             |      |
|-------------------------------------------------------|-------------|------|
| Densidad aproximada                                   | 1,3-1,7     | Kg/L |
| Resistencia de adherencia a tensión mínima aproximada | 1,5         | Mpa  |
| Resistencia a compresión aproximada (28 días)         | 70          | Mpa  |
| Módulo de elasticidad a compresión aproximado         | 1650-1800   | Mpa  |
| Temperatura mínima de aplicación                      | 5°          | °C   |
| Temperatura máxima de aplicación                      | 30°         | °C   |
| Condición de aplicación                               | Seca/Humeda |      |

PRODUCTO A- Puente de adherencia o de unión

| PRODUCTO B- Concreto fluido de baja retracción para reparación estructural |       |     |
|----------------------------------------------------------------------------|-------|-----|
| Módulo elástico a compresión mínimo aproximado                             | 2000  | Mpa |
| Resistencia a Compresión mínima aproximada (28 días)                       | 32    | Mpa |
| Resistencia a Flexión mínima aproximada (28 días)                          | 5,8   | Mpa |
| Espesor de capa aproximado                                                 | 20-50 | mm  |
| Temperatura mínima de aplicación                                           | 5°    | °C  |
| Temperatura máxima de aplicación                                           | 30°   | °C  |

PRODUCTO B- Concreto fluido de baja retracción para reparación estructural

| PRODUCTO C- Mortero para reparación de estructuras de concreto |     |       |
|----------------------------------------------------------------|-----|-------|
| Densidad aproximada                                            | 2   | K g/L |
| Resistencia a Compresión mínima aproximada (28 días)           | 32  | Mpa   |
| Resistencia a Flexión mínima aproximada (28 días)              | 5,8 | Mpa   |
| Adherencia al concreto mínima aproximada (28 días)             | 15  | Mpa   |
| Expansión máxima aproximada                                    | 4%  |       |
| Temperatura mínima de aplicación                               | 5°  | °C    |
| Temperatura máxima de aplicación                               | 35° | °C    |

PRODUCTO C- Mortero para reparación de estructuras de concreto

| PRODUCTO D- Recubrimiento para acero, con inhibidor de corrosión y puente de adherencia |       |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|
| Densidad aproximada                                                                     | 2     | Kg/L |
| Módulo de elasticidad a Compresión                                                      | 16000 | Mpa  |
| Resistencia a la adherencia a Tensión mínima                                            | 1     | Mpa  |
| pH mínimo                                                                               | 10    |      |
| Temperatura mínima de aplicación                                                        | 8°    | °C   |
| Temperatura máxima de aplicación                                                        | 35°   | °C   |

PRODUCTO C- Mortero para reparación de estructuras de concreto



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
PRIMER CENSO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS Y  
TECNOLOGÍAS

ESPECIALIZACIÓN EN  
PATOLOGÍA DE LA  
CONSTRUCCIÓN  
BOGOTÁ D.C.



MUNICIPIO DE SANTA  
CRUZ DE LORICA -  
CORDOBA

PROYECTO

TRABAJO PROFESIONAL  
INTEGRADO

MODULO CUATRO DEL NUEVO  
MERCADO PUBLICO "MERCADO PLAZA"  
MUNICIPIO DE SANTA CRUZ DE LORICA  
DEPARTAMENTO DE  
CORDOBA COLOMBIA

DISEÑO

 GRUPO  
CHASADI

EQUIPO DE DISEÑO Y DESARROLLO

ARQ. PABLO ANDRES CHAVEZ TORRES  
ING. ROOSEVELT SANCHEZ GOMEZ  
ING. JOSE LEONARDO DIAZ MOLINA

LOCALIZACIÓN



APROBO

ARQ. ING.

CONTIENE

TRATAMIENTOS  
Y PRODUCTOS PARA  
INTERVENCIÓN DE LA  
ESTRUCTURA.  
ESPECIFICACIONES  
PRODUCTOS

OBSERVACIONES

NOMBRE DEL ARCHIVO  
161107 LORICA  
REFORZAMIENTO

FECHA  
SEP  
2016

ESCALA  
Sin Escala

PLANO  
7 DE 7

DE

CONSECUTIVO SED

TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO MODULO 4 DEL NUEVO MERCADO MIERNA PLAZA LORICA

LEVANTAMIENTO



## **Apéndice 6**



## REGISTRO FOTOGRAFICO I

### ESTADO ACTUAL



## LIMPIEZA



## IDENTIFICACIÓN DE LESIONES



## LESIONES FÍSICAS

HUMEDAD



EROSIÓN



SUCIEDAD



## LESIONES MECÁNICAS

DEFORMACIONES



GRIETAS



FISURAS



DESPRENDIMIENTO

EROSIONES MECÁNICA





## LESIONES QUÍMICAS

EFLORESCENCIAS



OXIDACIÓN



CORROSIÓN



ORGANISMO ANIMAL

ORGANISMO VEGETAL

EROSIÓN

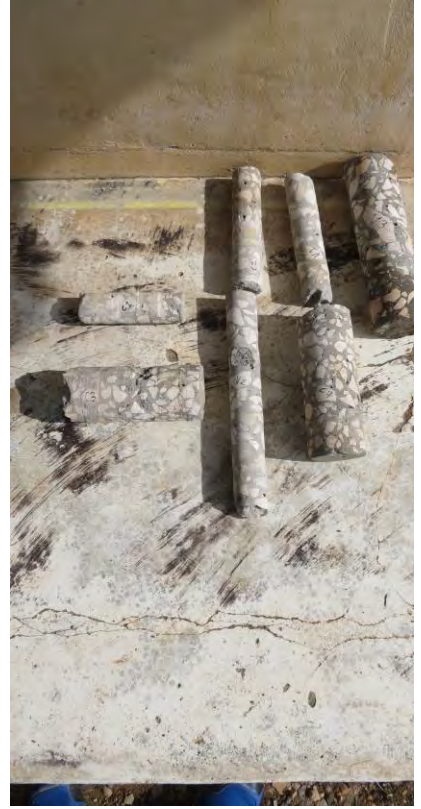




## PREPARACIÓN FENOLFTALEÍNA Y NITRATO DE PLATA



## TOMA DE MUESTRAS





## ESCLEROMETRIA



## CARBONATACIÓN





## CLORUROS



## APIQUES CIMENTACIÓN



## APIQUE REFUERZOS





## LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



## **Apéndice 7**



## **ESTUDIO DE SUELO PARA EL NUEVO MERCADO PUBLICO DEL MUNICIPIO DE SANTA CRUZ DE LORICA, DEPARTAMENTO DE CORDOBA**

### **1. INTRODUCCION**

Este informe muestra los resultados de la exploración y posterior evaluación, realizada al sub - suelo donde se proyecta realizar la construcción de locales tipo bodega, para la plaza de mercado en el barrio Nuevo Oriente del Municipio de Santa Cruz de Loricá, Departamento de Córdoba.

En esta memoria se enuncian las recomendaciones para la selección del diseño y construcción de la cimentación óptima, de acuerdo a los resultados producto de la exploración del sub – suelo y los diferentes ensayos de laboratorio practicados a las diferentes muestras.

### **2. ALCANCE DEL ESTUDIO.**

Con el objeto de caracterizar el sub suelo, es decir, conocer sus propiedades índices y la capacidad portante de un área donde se proyecta la construcción de edificaciones nuevas y también la evaluación de la capacidad de carga en una área donde se encuentran estructuras parcialmente construidas. el presente estudio se fracciona en tres etapas, para obtener un mejor entendimiento de la relación suelo – estructura y así tener una mejor guía al momento de seleccionar el tipo de cimentación y diseñar la misma. Para alcanzar lo anteriormente expuesto se plantearon los siguientes objetivos:

- Caracterización geológico-geotécnica del área en estudio basada en las etapas de exploración de campo, investigación de laboratorio y recolección de información existente.
- Definición del sistema de fundación de este proyecto con miras a optimizar los diseños definitivos del mismo.
- Planteamiento de recomendaciones generales para el correcto manejo geotécnico del sector ante la intervención proyectada.

## **2.1 LOCALIZACION DEL PROYECTO**

La unidad de estudio para el desarrollo del proyecto se localiza en el barrio Nuevo Oriente del Municipio de Santa Cruz de Lorica, del Departamento de Cordoba.



**Figura 1 – Imagen satelital del sector<sup>1</sup>**

## **2.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO**

El proyecto consiste en construcción de edificaciones nuevas para uso comercial donde se proyecta el funcionamiento de la plaza de mercado en el barrio Nuevo Oriente del Municipio de Santa Cruz de Lorica, Departamento de Cordoba. También se proyecta la terminación de unas edificaciones existentes, las cuales actualmente presentan la construcción parcial de la estructura.

---

<sup>1</sup> Imagen obtenida mediante GOOGLE EARTH (Nota: Las imágenes de Google EARTH no son en tiempo real)



### **3.0 GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA Y GEOSISMICIDAD**

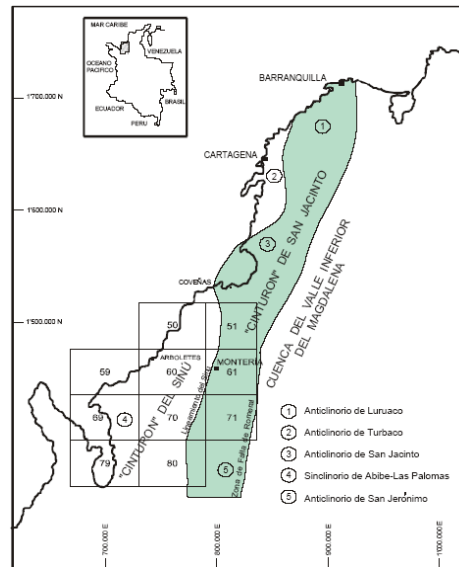
Para conocer un poco sobre la geología del sitio se hace necesario entender un poco el marco geológico regional y como se conforma la estructura de la cuenca caribe colombiana y la manera como esta ha evolucionado:

Aproximadamente a finales del Mesozoico se configuran dos estilos de márgenes continentales en el noroeste de Suramérica. En el cretácico tardío, hacia el oeste se desarrolló un margen activo sobre el actual Océano pacífico y ocurrió una colisión entre Suramérica y el límite este de la actual placa Caribe que ocasionó en el crecimiento de lo que ahora es la cordillera occidental de Colombia.

De otra parte, hacia el norte de Suramérica se desarrolló un margen pasivo, que se ha relacionado con la extensión del mesozoico entre Norteamérica y Suramérica y por ende el desarrollo de la cuenca oceánica caribe.

Desde el cretácico tardío hasta el neógeno temprano, la placa pacífica comienza un movimiento continuo hacia el noreste a lo largo de una zona de fallas de orientación NE-SW. De esta manera se lleva a cabo el emplazamiento de la cordillera occidental y el casamiento de la cuenca caribe (terrenos del sinú y san jacinto).

La cuenca caribe colombiana es una cuenca de margen de placa, de edad cenozoica, estructurada de dos fajas o cinturones plegados adyacentes:



**Figura 3 – Cinturones plegados<sup>2</sup>**

El Cinturón Plegado de San Jacinto acrecionado al margen del norte de Colombia en el paleógeno. La mayor parte de su extensión aflora costa adentro. La porción norte se encuentra bajo el mar.

El Cinturón Plegado del Sinú, el cual parece haber sido emplazado a lo largo de la margen oeste del Cinturón de San Jacinto y su edad probable es neógena. Únicamente su porción sur aflora costa adentro; dos terceras partes de su extensión hacen parte de la actual plataforma costera.

La expresión morfológica del Cinturón Plegado del Sinú es menos prominente que la de San Jacinto.

El Cinturón Plegado del Sinú, así como en la culminación sur y norte del cinturón de san jacinto, se desarrollan amplios sinclinales en relación con los mayores cabalgamientos, estas estructuras, por sus características representan cuencas longitudinales de hundimiento.

La geología del sitio indica la presencia de depósitos aluviales del período cuaternario (Holoceno). Geológicamente el sector se encuentra en la zona de ubicación del Cinturón Plegado del Sinú y el Cinturón de San Jacinto, más específicamente en el segundo. Estos dos cinturones se han formado por la ubicación geográfica que tiene esta zona del país, en donde la complejidad estructural y

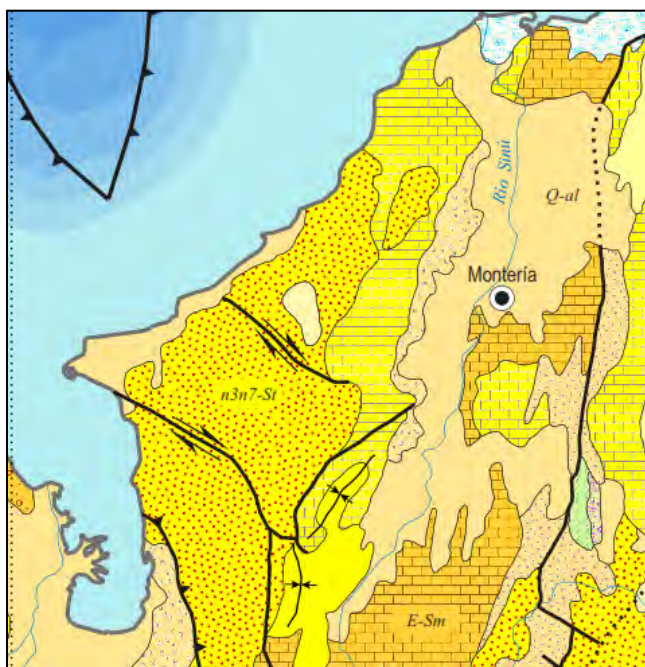
---

<sup>2</sup> Geología de los Cinturones Sinú – San Jacinto. Colombia. Ingeominas. 2003. Página 22. Figura 1.



sedimentaria es producto de la estrecha interrelación y evolución tectono sedimentaria de la esquina noroccidental de Suramérica, donde la interacción de las placas tectónicas del Caribe y de Suramérica ha jugado un papel preponderante. Como resultado de la convergencia de estas placas desde finales del Mesozoico se han formados dos franjas plegadas, conocidas como Cinturón del Sinú, en la parte más occidental costera, y el Cinturón Fragmentado de San Jacinto, en la parte oriental del área, limitadas por el lineamiento del Sinú.

Los depósitos que conforman los suelos del sitio son de naturaleza aluvial, producto de la sedimentación que ha producido el río Magdalena y sus caños a lo largo de su existencia geológica. Son principalmente de características limo-arcillosas de consistencia media y baja con intercalaciones de depósitos arenosos sueltos, limpios y finos. El cause del río Magdalena a lo largo de su historia geológica ha ido migrando de occidente a oriente lo cual ha hecho que existan meandros y cursos antiguos abandonados.



**Figura 4 – mapa geológico regional<sup>3</sup>**

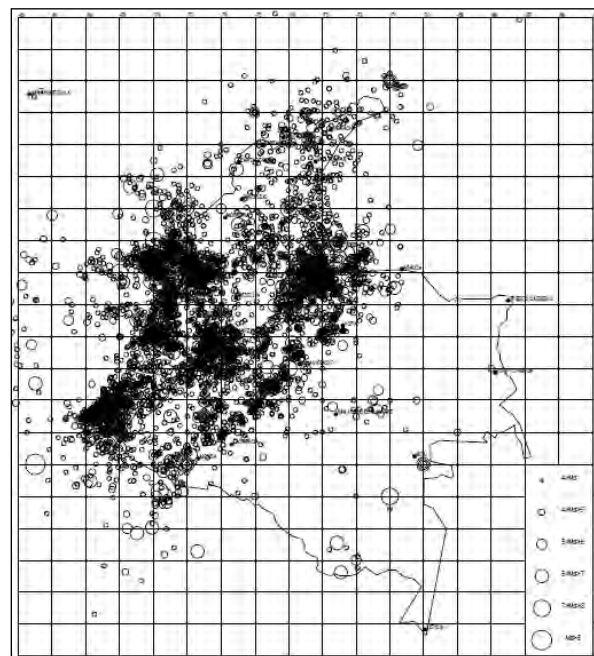
---

<sup>3</sup> Geología de los Cinturones Sinú – San Jacinto. Colombia. Ingeominas. 2003. Página 22. Figura 1.

Esta zona presenta una tectónica importante relacionada con la acción de las placas tectónicas Caribe y Suramérica.



**Figura 5 – Placas tectónicas**

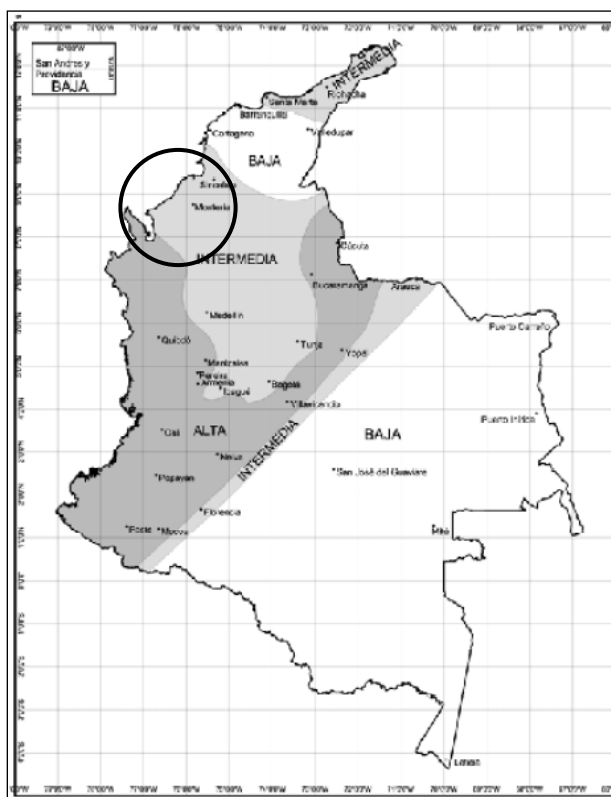


**Figura 6 – Localización epicentral de sismos con magnitud mayor a 3<sup>4</sup>**

---

<sup>4</sup> NSR10. Prefacio. Página iv. Figura 2.





**Figura 7 – Localización en el mapa de amenaza sísmica<sup>5</sup>**

De acuerdo a lo descrito en la NSR10, el sitio en donde se realizará el proyecto (Municipio de Santa Cruz de Lorica) se encuentra ubicado en una zona de amenaza intermedia con un perfil del suelo para el diseño estructural tipo E. los parámetros para el desarrollo de un análisis sísmico son los siguientes:

| Zona de<br>Amenaza<br>Sísmica | Aa<br>Coeficiente que<br>representa la<br>aceleración horizontal<br>pico efectiva | Av<br>Coeficiente que<br>representa la velocidad<br>horizontal pico efectiva | Ae<br>Coeficiente que<br>representa la aceleración<br>pico efectiva para diseño<br>de seguridad limitada | Ad<br>Coeficiente que<br>representa la aceleración<br>pico efectiva para el<br>umbral de diseño |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Intermedia                    | 0,10                                                                              | 0,15                                                                         | 0,05                                                                                                     | 0,03                                                                                            |

<sup>5</sup> NSR10. Prefacio. Página v. Figura 3.

Según las características de los materiales encontrados durante la exploración, el perfil de suelo se puede categorizar siguiendo los siguientes parámetros:

| Tipo de perfil | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Definición                                                                                                                                     |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A</b>       | Perfil de roca competente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | $\bar{V}_s \geq 1500$ m/s                                                                                                                      |
| <b>B</b>       | Perfil de roca de rigidez media                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | $1500 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 760$ m/s                                                                                                    |
| <b>C</b>       | Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | $760 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 360$ m/s                                                                                                     |
|                | perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | $\bar{N} \geq 50$ , o<br>$\bar{s}_{H1} \geq 100$ kPa ( $\approx 1$ kgf/cm <sup>2</sup> )                                                       |
| <b>D</b>       | Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | $360 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 180$ m/s                                                                                                     |
|                | perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | $50 > \bar{N} \geq 15$ , o<br>$100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_{H1} \geq 50 \text{ kPa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$ |
| <b>E</b>       | Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | $180 \text{ m/s} > \bar{V}_s$                                                                                                                  |
|                | perfil que contiene un espesor total <b>H</b> mayor de 3 m de arcillas blandas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | $IP > 20$<br>$w \geq 40\%$<br>$50 \text{ kPa} (\approx 0.50 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_{H1}$                                                  |
| <b>F</b>       | Los perfiles de suelo tipo <b>F</b> requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases:<br><b>F<sub>1</sub></b> — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.<br><b>F<sub>2</sub></b> — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ( <b>H</b> > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).<br><b>F<sub>3</sub></b> — Arcillas de muy alta plasticidad ( <b>H</b> > 7.5 m con Índice de Plasticidad <b>IP</b> > 75)<br><b>F<sub>4</sub></b> — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ( <b>H</b> > 36 m) |                                                                                                                                                |

#### 4.0 EXPLORACION DEL SUB SUELO

En esta primera etapa se realizaron cuatro (4) sondeos a una profundidad de entre Seis (6) y Siete (7) metros lineales, estos se identificaron como S1, S2, S3, S4 respectivamente. La ubicación de cada una de los cuatro sondeos se realizó dentro del área de construcción proyectada.

| <b>SONDEOS</b> | <b>PROFUNDIDAD EXPLORADA (m)</b> |
|----------------|----------------------------------|
| SONDEO 1 – S1  | 7.00                             |
| SONDEO 2 – S2  | 6.00                             |
| SONDEO 3 – S3  | 6.00                             |
| SONDEO 4 – S4  | 6.00                             |

**Tabla 1 – Profundidad explorada**



Para la profundización del sub - suelo se utilizó un equipo de percusión y lavado, con el cual se fue avanzando y cada 0.50 metro de profundidad se tomaron muestras inalteradas y alteradas.

Para la toma de muestra se removió la capa vegetal, se determinará su espesor y se continuó avanzando hasta tomar una muestra; se determinó el número, N, de golpes de un martillo con peso de 63.5Kg y 76.2cm de altura de caída, necesario para hincar en el suelo un toma muestras partido a una profundidad de 30 cm. Las muestras se tomaron cada metro o por cambio de estrato, luego fueron selladas y empacadas.

**4.1 ENSAYOS DE LABORATORIO:** Para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los tipos de suelos encontrados en los sondeos se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio:

- Análisis Granulométrico.
- Humedad Natural.
- Límites de Atterberg.
- Peso Específico.
- Compresión Simple o Inconfinada.

Anexo a este informe se muestran las propiedades más relevantes encontradas en cada sondeo.

**4.2 ANALISIS DE INGENIERIA:** En esta etapa se realizó una evaluación preliminar, teniendo en cuenta las condiciones geomecánicas de los estratos encontrados durante la exploración, lo cual se apoyó con los diferentes ensayos de laboratorios, con el propósito de suministrar las recomendaciones que han de sugerirse en el diseño y construcción de las cimentaciones de las estructuras proyectadas.

## **5.0 CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SITIO.**

**5.1 PERFIL ESTRATIGRAFICO:** para la construcción del perfil estratigráfico se desarrollaron cuatro perforaciones exploratorias, de las cuales se extrajeron muestras alteradas a inalteradas, así mismo, se realizaron ensayos cualitativos en campo que permitieron inferir la clasificación de los suelos encontrados, también se realizaron descripciones de textura y color. Posteriormente se sometieron a ensayos en el laboratorio con el objeto de constatar la descripción realizada inicialmente.

### **AREA PARA EDIFICACIONES NUEVAS**

**Sondeo – 1:** se encontró desde la superficie hasta una profundidad de 1.00m se encontró una formación de Limo de alta compresibilidad (MH) color gris con vetas Negras, en los siguientes tres metros de profundidad se evidencio una arcilla de alta plasticidad (CH) de color gris con vetas pardas. Desde esta profundidad (4.00m) hasta los cinco metros de exploracion se encontró un limo de alta compresibilidad (MH) color café con vetas amarillas, desde esta nivel hasta finalizar la exploracion (7.00m), se evidencio una arcilla de alta plasticidad (CH) de color café con vetas amarillas . No se evidencio la presencia de nivel freático. La consistencia de las muestras estraidas fue de media a firmes.

**Sondeo – 2:** se encontró desde la superficie hasta una profundidad de un (1.0) metro se encontró una formación de arcilla de alta plasticidad (CH) color amarilla con vetas habano, desde este nivel hasta los dos metros de exploracion se evidencio una arcilla de mediana plasticidad (CL) con características de color y textura similar a la encontrada en el primer metro explorado. seguidamente se encontró una arcilla de alta plasticidad (CH) de color amarillo con vetas habano. Posteriormente desde este nivel (3.00m) hasta finalizar la exploracion (6.00m) se evidencio una arcilla de mediana plasticidad (CL), con características homogéneas en su textura y color (ocre con vetas Habano). Se evidencio la presencia de nivel freático a 1.00m de profundidad. La consistencia de las muestras estraidas fue de media a firmes.



**Sondeo – 3:** se encontró desde la superficie hasta una profundidad de dosn (2.0) metros se encontró una formación de suelos con características expansivas los cuales variaron en su clasificación según el sistema unificado de clasificación de suelos entre Limos de alta compresibilidad y Arcillas de alta plasticidad, con variaciones en color entre café y gris con vetas habano. Desde esta profundidad (2.00m) hasta los cinco metros de profundidad se encontró una arcilla de mediana plasticidad (CL) color habano con vetas cafe. En el ultimo metro explorado se evidencio una arcilla de alta plasticidad (CH) coloe café con vetas habano. No se evidencio la presencia de nivel freático. La consistencia de las muestras estraidas fue de media a firmes.

## **AREA ESTRUCTURAS EXISTENTES**

**Sondeo – 4:** se encontró desde la superficie hasta una profundidad de uno (1.00m) metros se encontró una formación de arcilla de mediana a alta plasticidad (CH) color ocre , en el metro de profundidad siguiente se evidencio un limo de alta compresibilidad (CH) negro con betas habano. Desde esta profundidad (2.00m) hasta finalizar la perforación (6.00m) exploratoria se encontró una arcilla de mediana a alta plasticidad color pardo con vetas habano. No se evidencio la presencia de nivel freático. La consistencia de las muestras estraidas fue de media a .firmes

En los cuatro sondeos realizados loos suelos encontrados presentaron características expansivas, este protencial será evaluado para tener una idea de los efectos que este puede generar en las estructuras proyectadas, y asi mismo, establecer medidas que controles o eliminen problemas futuros de estabilidad.

Anexo a este informe se encuentran los resultados de los ensayos realizados a cada muestra extraída.

**5.2 NIVEL FREATICO:** En el siguiente cuadro se registra las profundidades a las cuales se evidencio la presencia de aguas freáticas:

| <b>SONDEOS</b> | <b>NIVEL FREATICO</b> |                 |
|----------------|-----------------------|-----------------|
|                | <b>INICIAL</b>        | <b>FINAL</b>    |
| S1             | NO SE EVIDENCIO       | NO SE EVIDENCIO |
| S2             | 1.00m                 | 1.00m           |
| S3             | NO SE EVIDENCIO       | NO SE EVIDENCIO |
| S4             | NO SE EVIDENCIO       | NO SE EVIDENCIO |

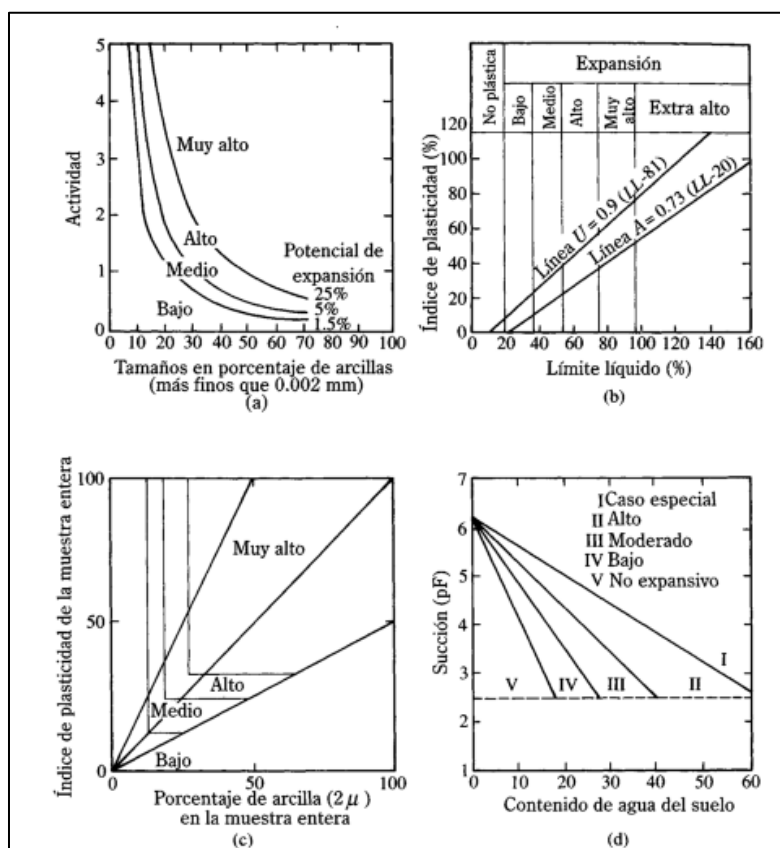
**Tabla 2 – Registro de nivel de aguas freáticas inicial y final**

### **5.3 EXPANSIVIDAD**

Se consideran suelos expansivos aquellos que tienen la propiedad de contraerse cuando pierden humedad y de expandirse cuando la ganan de nuevo.

Existen varios criterios para evaluar la expansividad entre los cuales se encuentra el de Abduljawad y Al-Sulaimani, el cual es una recopilación de los criterios popularmente conocidos, con algunas pequeñas modificaciones. Estos criterios se pueden resumir con las gráficas que se muestran en la figura a continuación, en donde se relaciona la expansión con la actividad y el porcentaje de arcillas; la expansión con el límite líquido y el índice de plasticidad; la expansión con el índice de plasticidad y el porcentaje de arcillas; la expansividad con la succión y el contenido de agua del suelo.





**Figura 8 –Criterios para evaluar la expansividad según los criterios de Abduljawwad y Al-Sulaimani<sup>6</sup>**

Existen otros criterios como los que se indican en el título H de la NSR10 en el capítulo H.9.1.3 y que se resumen en la tabla que se muestra a continuación:

| Potencial de expansión | Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm <sup>2</sup> | Límite líquido LL, en (%) | Límite de contracción en (%) | Índice de plasticidad, IP, en (%) | Porcentaje de partículas menores de una micra ( $\mu$ ) | Expansión libre EL en (%), medida en probeta |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Muy alto               | > 30                                                                                     | > 63                      | < 10                         | > 32                              | > 37                                                    | > 100                                        |
| Alto                   | 20 – 30                                                                                  | 50 – 63                   | 6 – 12                       | 23 – 45                           | 18 – 37                                                 | > 100                                        |
| Medio                  | 10 – 20                                                                                  | 39 – 50                   | 8 – 18                       | 12 – 34                           | 12 – 27                                                 | 50 100                                       |
| Bajo                   | < 10                                                                                     | < 39                      | > 13                         | < 20                              | < 17                                                    | < 50                                         |

**Tabla 3 – Criterios para evaluar la expansividad según NSR10<sup>7</sup>**

<sup>6</sup> DAS, Braja M. Principios de Ingeniería de cimentaciones. Cuarta Edición. International Thomson Editores. Impreso en Mexico. Página 747. Figura 11.14.

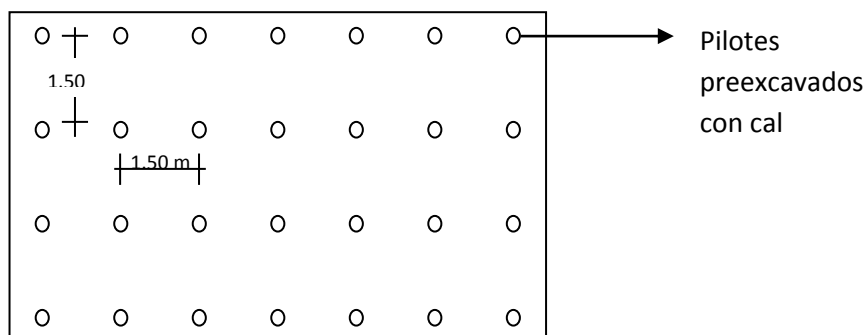
<sup>7</sup> NSR10. Título H. Tabla H.9.1-1. Página H-49.

La evaluación de la susceptibilidad a la expansión de estos estratos se realizó con el análisis de los resultados de los límites de Atterberg y la ubicación de los mismos en la carta de plasticidad y siguiendo los criterios de Abduljawad y Al-Sulaimani.

De acuerdo a lo anterior, los resultados indican una susceptibilidad alta a la expansión de todos los suelos encontrados. lo anterior se ratifica al no presentar un estado de saturación completa, que garantice una fluctuación tolerable en el contenido de humedad. Es inminente la fluctuación en el contenido humedad por la presencia de la época de lluvias, por esto se hace necesario estabilizar la masa de suelo de soporte en la zona activa, es decir, en la profundida en la cual la variación en el contenido de humedad genere cambios volumétricos considerables en al masa de suelo de soporte.

Respecto a este particular se deben seguir las recomendaciones con el fin de evitar problemas por los efectos que la expansión puede ocasionar en las construcciones que se realicen sobre los suelos del sitio.

Se deben realizar pilotes preexcavados con cal en toda el área de la construcción. Todos los pilotes deberán tener un diámetro de 0.20 m (o el diámetro que el proceso constructivo permita) y una longitud de 2.00 m. Dichos pilotes deberán estar separados 1.50 metros uno de otro en ambas direcciones. Utilizar una lechada de cal dosificada en peso con una relación 1:1 (una parte de cal por una de agua). Preferiblemente utilizar para la lechada cal viva, aunque se podría utilizar cal hidratada.



(VISTA EN PLANTA DEL ÁREA DE CONSTRUCCIÓN)

Los pilotes deben construirse en toda el área de la construcción del proyecto extendiéndose un metro hacia afuera en cada uno de los extremos.

Lo anterior permitirá evitar problemas de fisuración en los elementos estructurales de la edificación así como en los pisos de la misma.

Otra alternativa que se propone, es realizar un reemplazo del suelo de soporte en estado natural, por material seleccionado, este debe ser dispuesto por capas, las cuales deben ser no mayores a 0,15m. Estas deben ser compactadas hasta alcanzar por lo menos el 95% de la densidad seca máxima del ensayo de compactación modificado realizado en el laboratorio. Previo a la colocación del material seleccionado se debe aislar el suelo natural del relleno compacto a través de un geotextil. La profundidad del remplazo del material debe ser de 0,50m por debajo del nivel de desplante de la cimentación.

#### **5.4 POTENCIAL DE LICUACION**

Tal y como lo define la NSR10, los suelos granulares tienen una tendencia a densificarse bajo carga, ya sea ésta monotónica o cíclica. Cuando el suelo está saturado y el drenaje es lento o totalmente inexistente, esta tendencia a la densificación causa el crecimiento de la presión de poros, en exceso de su estado estático, y el decrecimiento correlativo del esfuerzo efectivo hasta que sobreviene la flotación de las partículas, lo cual ha recibido el nombre genérico de licuación.

Para calcular el potencial de licuación de los suelos arenosos encontrados en el sitio se siguió el procedimiento establecido en el capítulo H.7 de la NSR10.

Para realizar el cálculo correspondiente se utilizó la aceleración pico esperada establecida en la NSR10 para el municipio de Santa Cruz de Lorica en el departamento de Cordoba, cuyo valor es 0.10g. El sitio se encuentra localizado en una zona de amenaza sísmica intermedia.



Se utilizó la ecuación de Seed e Idriss (1971) para determinar el valor del esfuerzo cortante cíclico inducido por el sismo:

$$\frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = 0.65 \frac{a_{max}}{g} \frac{\sigma_v}{\sigma'_{vo}} r_d$$

En donde

$a_{max}$  corresponde a la aceleración máxima del terreno. (0.10g para el municipio de Santa Cruz de Lorica)

$g$  corresponde a la gravedad

$\sigma_v$  es el esfuerzo vertical total

$\sigma'_{vo}$  es el esfuerzo vertical efectivo

$r_d$  factor de reducción de esfuerzos

Para el factor reductor de esfuerzo se utilizó la ecuación de Youd e Idriss (1997) la cual depende de las profundidades:

Para  $z \leq 9.2$  m

$r_d = 1 - 0.00765z$

Para  $9.2 < z \leq 23$  m

$r_d = 1.174 - 0.0267z$

Para  $23 < z \leq 30$  m

$r_d = 0.744 - 0.008z$

Para  $z > 30$  m

$r_d = 0.50$

Para utilizar la ecuación de Seed e Idriss se utilizó el valor del esfuerzo total y el valor del esfuerzo efectivo obtenidos para cada perfil (perforación) para la muestra objeto de análisis. Para el factor de

reducción de esfuerzos dependiendo de la profundidad se utilizó la ecuación correspondiente de las indicadas anteriormente. Con todos los datos anteriores se puede obtener la relación de esfuerzo cíclico ( $\sigma_{av}/\sigma_{vo}$ ).

Se utilizaron las curvas de Youd e Idriss (1997) que se muestran en la figura a continuación con el fin de determinar CRR (Relación de esfuerzos cíclicos) a partir del  $N$  (número de penetración estándar) corregido y con el porcentaje de finos (porcentaje que pasa por el tamiz número 200). Con lo anterior se puede determinar el factor de seguridad a la licuación de la muestra objeto de análisis.

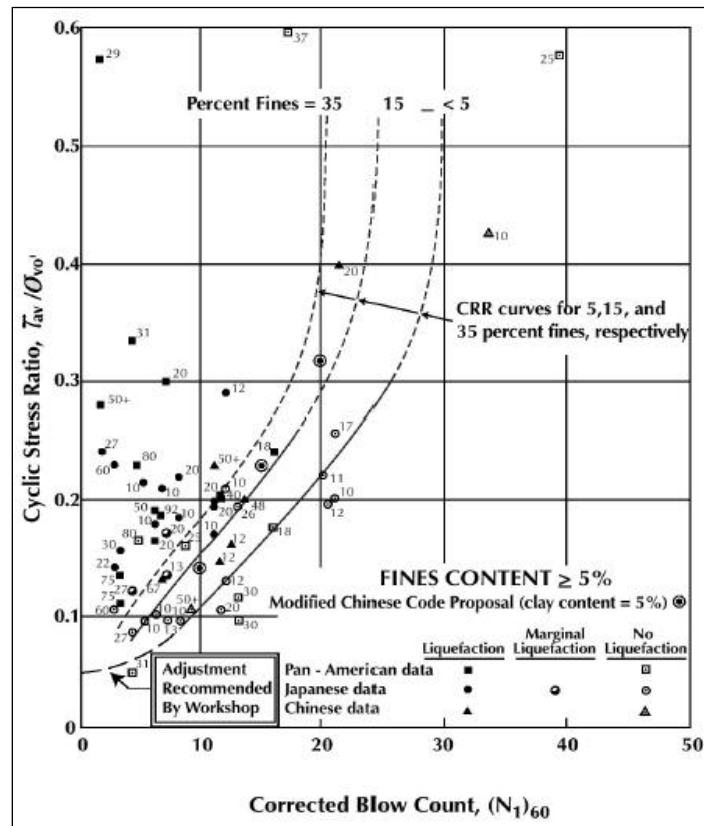


Figura 9 – Curvas de CRR para evaluación de potencial a la licuación<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Resistencia de los Suelos a la licuación. X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana. CARLOS ARTURO CORONADO, GERMAN VILLAFANE R., LUIS CARLOS RIOS G.

De acuerdo a lo anterior, se descarta por completo la posibilidad de presentar licuación en los suelos encontrados en los sondeos S1, S2, S3 y S4, lo anterior debido a que todos los suelos encontrados en los son de grano fino (cohesivos), con valores de %pasa 200 superiores al 90%.

## **5.5 SUELOS COLAPSABLES**

Se evaluó la posibilidad de que los suelos que conforman la estratigrafía del sitio sean colapsables.

Es de recordar de acuerdo a lo anotado en la NSR10 en el capítulo H.9.3 que son suelos colapsables aquellos depósitos formados por arenas y limos, en algunos casos cementados por arcillas y sales (carbonato de calcio), que si bien resisten cargas considerables en su estado seco, sufren pérdidas de su conformación estructural, acompañadas de severas reducciones en el volumen exterior cuando se aumenta su humedad o se saturan.

Analíticamente podemos decir que un suelo es colapsable cuando el volumen de vacíos iguala la cantidad de agua en el punto del límite líquido.

El suelo es estable cuando:

$$\frac{\gamma_d}{\gamma_{d_{crit}}} > 1$$

El suelo es colapsable cuando

$$\frac{\gamma_d}{\gamma_{d_{crit}}} \leq 1$$



Donde :

$$\gamma_{d_{crit}} = \frac{\gamma_w}{\left(\frac{1}{G_s}\right) + LL}$$

$\gamma_w$  es el peso unitario húmedo

$G_s$  es la gravedad específica

LL es el límite líquido

$\gamma_d$  es el peso unitario seco. Se puede obtener a partir de la siguiente expresión:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_t}{(1 + \omega)}$$

Todos los anteriores datos se encuentran en los perfiles anexos al presente informe con lo cual se pueden calcular los datos que permiten realizar la evaluación.

Al caracterizar las muestras extraídas en los sondeos S1, S2, S3 y S4 se evidencio la presencia de suelos con potencial de colapso, en algunos casos estos están por encima del nivel de desplate de la ciemntacion, por lo anto estos serán removidos minimizando esta situación potencial problemica. Y el caso especifico que estén por debajo del nivel de desplante, la evaluación arrojo un valor muy cercano a 1.00 lo cual indica una potencialidad baja, asi mismo, estos se hubicaron en profundidades de 6.00m lo cual se descarta una variación considerable de la humedad por efecto de lluvias, esto hace pensar en un potencialbajo de colapso.

## **5.6 DETERMINACION DE PROPIEDADES GEOTÉCNICA DEL SUELO DE SOPORTE.**

Teniendo en cuenta que durante la exploración de campo e investigación de laboratorio se identificaron suelos cohesivos con consistencias blandas, el cálculo de la cimentación se realizara con base a las cohesiones, encontradas a través del ensayo de compresión simple. No se tuvieron en cuenta los valores (N) del número de golpes por pie de penetración obtenidos en campo, para la revisión de este aspecto se determinó a partir de las cohesiones. El análisis se realizó para una condición no drenada.  $C_u \neq 0$  y  $\Phi = 0$ .

## 5.7 CAPACIDAD DE CARGA

Para determinar la capacidad de carga del suelo de soporte se te utilizo las expresiones desarrolladas por Vesic, se tomó una profundidad de desplante (DF) 1,00m; al no conocer las cargas que bajan por la estructura se realizara una evaluación de este parámetro para diferentes dimensiones de cimentación. El valor del factor de seguridad empleado para este cálculo fue de 3,00. Se determinó la capacidad de carga admisible para cimentaciones cuadradas, rectangulares y corridas. Se sugiere el uso de estas par el diseño de la cimentación de las edificaciones nuevas. Para un mejor entendimiento de la terminología utiliza en el presente informe a continuación se muestra el significado de cada uno de los términos utilizados.

B : Ancho de la cimentación, (m)

L : Largo de la cimentación, (m)

Df: Profundidad de Desplante de la cimentación, (m)

q Adm: Capacidad de Carga Admisible de la Cimentación, (KN/m<sup>2</sup>)

| <b>CIMENTACION CUADRADA B = L; Df = 1,00m</b> |              |              |              |              |              |              |
|-----------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>B(m)</b>                                   | <b>1.10</b>  | <b>1.30</b>  | <b>1.60</b>  | <b>2.10</b>  | <b>2.60</b>  | <b>3.10</b>  |
| <b>q ADM (KN/m<sup>2</sup>)</b>               | <b>87.00</b> | <b>84.00</b> | <b>81.00</b> | <b>77.00</b> | <b>75.00</b> | <b>74.00</b> |

**Tabla 4 Capacidad de carga cimentación cuadrada Df=1,30m**

| <b>CIMENTACION RECTANGULAR B = 1.0m ; Df = 1,00m</b> |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>L(m)</b>                                          | 1.50  | 2.00  | 2.50  | 3.00  | 3.50  | 4.00  | 4.50  | 5.00  |
| <b>q ADM (KN/m2)</b>                                 | 83.00 | 80.00 | 78.00 | 76.00 | 76.00 | 75.00 | 74.00 | 74.00 |

**Tabla 5 Capacidad de carga cimentación rectangular B=1,00m**

| <b>CIMENTACION RECTANGULAR B = 1.3m ; Df = 1,00m</b> |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>L(m)</b>                                          | 1.50  | 2.00  | 2.50  | 3.00  | 3.50  | 4.00  |
| <b>q ADM (KN/m2)</b>                                 | 81.00 | 78.00 | 75.00 | 74.00 | 73.00 | 72.00 |
| <b>L(m)</b>                                          | 4.50  | 5.00  | 5.50  | 6.00  | 6.50  |       |
| <b>q ADM (KN/m2)</b>                                 | 71.00 | 71.00 | 70.00 | 70.00 | 70.00 |       |

**Tabla 6 Capacidad de carga cimentación rectangular B=1,30m**

| <b>CIMENTACION RECTANGULAR B = 1.6m ; Df = 1,00m</b> |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>L(m)</b>                                          | 2.00  | 2.50  | 3.00  | 3.50  | 4.00  | 4.50  |
| <b>q ADM (KN/m2)</b>                                 | 77.00 | 74.00 | 73.00 | 71.00 | 70.00 | 69.00 |
| <b>L(m)</b>                                          | 5.50  | 6.00  | 6.50  | 7.00  | 7.50  | 8.00  |
| <b>q ADM (KN/m2)</b>                                 | 68.00 | 68.00 | 68.00 | 67.00 | 67.00 | 67.00 |

**Tabla 6 Capacidad de carga cimentación rectangular B=1,60m**

| <b>CIMENTACION CORRIDA</b> |              |                      |
|----------------------------|--------------|----------------------|
| <b>B (m)</b>               | <b>1.00</b>  | <b>DF = 1,00m</b>    |
| <b>L/B</b>                 | <b>L (m)</b> | <b>q ADM (KN/m2)</b> |
| 5.5                        | 5.5          | 74.0                 |
| 6.0                        | 6.0          | 73.0                 |
| 6.5                        | 6.5          | 73.0                 |
| 7.0                        | 7.0          | 73.0                 |
| 7.5                        | 7.5          | 73.0                 |
| 8.0                        | 8.0          | 73.0                 |
| 9.0                        | 9.0          | 72.0                 |
| 10.0                       | 10.0         | 72.0                 |
| 12.0                       | 12.0         | 72.0                 |
| 14.0                       | 14.0         | 72.0                 |
| 15.0                       | 15.0         | 72.0                 |
|                            |              |                      |
|                            |              |                      |

| <b>CIMENTACION CORRIDA</b> |              |                      |
|----------------------------|--------------|----------------------|
| <b>B (m)</b>               | <b>1.50</b>  | <b>DF = 1,00m</b>    |
| <b>L/B</b>                 | <b>L (m)</b> | <b>q ADM (KN/m2)</b> |
| 5.5                        | 8.3          | 67.0                 |
| 7.5                        | 11.3         | 66.0                 |
| 10.0                       | 15.0         | 66.0                 |
| 11.0                       | 16.5         | 66.0                 |
|                            |              |                      |
| <b>CIMENTACION CORRIDA</b> |              |                      |
| <b>B (m)</b>               | <b>2.00</b>  | <b>DF = 1,00m</b>    |
| <b>L/B</b>                 | <b>L (m)</b> | <b>q ADM (KN/m2)</b> |
| 5.5                        | 11.0         | 64.0                 |
| 6.0                        | 12.0         | 64.0                 |
| 8.0                        | 16.0         | 63.0                 |
| 9.0                        | 18.0         | 63.0                 |
|                            |              |                      |
|                            |              |                      |

**Tabla 7 Capacidad de carga cimentación corrida DF = 1,00m**



Las zapatas deben estar unidas mediante vigas de amarre o de cimentación. Estas vigas de amarre deben diseñarse para resistir fuerza de tensión o compresión con un valor mínimo de  $0.25A_a$  la carga vertical total del elemento que conecta que tenga la mayor carga, además de las cargas que transmite la estructura.

Las vigas de amarre deben tener una sección tal que su mayor dimensión debe ser mayor o igual a su longitud entre 20 para estructuras con disipación especial de energía (DES), su luz entre 30 para estructuras con disipación moderada de energía (DMO) y su luz entre 40 para estructuras con disipación mínima de energía (DMI). Se debe tener en cuenta además que la sección seleccionada debe ser capaz de resistir las fuerzas axiales por consideraciones sísmicas y rigidez.

Para la resistencia al corte se debe tener en cuenta la resistencia a asentamientos diferenciales.

La viga de soportar un desplazamiento igual de  $0.0042L$ . De igual manera se considera una sobrecarga vertical en la viga de cimiento de 1 ton/m

## **6.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **EDIFICACIONES NUEVAS**

Realizar una estabilización del suelo en estado natural, ya que este presenta un potencial expansivo alto. Esta estabilización se debe realizar como se describe en el numeral 5.3, este procedimiento se realizara en la zona de la placa de contrapiso proyectada en cada una de las estructuras existentes, y por lo menos 1.00m por fuera de estas perimetralmente.

Se recomienda realizar una excavación hasta 1,50m de profundidad, es decir, realizar una sobre excavación de 0,50m por debajo del nivel de desplante ( $D_f=1,00m$ ). Posteriormente colocar una geotextil y reemplazar el suelo natural por un relleno compacto, hasta alcanzar el nivel de fundación.

Así mismo sobre excavar 0,30m a los lados de la cimentación proyectada y realizar el mismo procedimiento descrito anteriormente.

Una vez se alcance el nivel especificado para el desplante de las fundaciones se debe vaciar un solado en concreto pobre con el fin de proporcionar una superficie de apoyo limpia y homogénea para las actividades de armado y vaciado de la estructura.

Si al nivel especificado no se encuentran los materiales recomendados para servir de apoyo a las zapatas, la excavación debe continuar hasta encontrarlo y la sobre excavación se reemplazará por concreto simple.

Los suelos de fundación no deben permanecer expuestos a la intemperie por períodos superiores a 24 horas, si el vaciado de la fundación no se puede realizar el mismo día en el que se ejecuta la excavación, se recomienda dejar el nivel de excavación unos 20 centímetros por encima de la cota de fundación, los cuales se retirarán previamente a momento de realizar el vaciado de la zapata.

Adicionalmente se tomarán todas las medidas y precauciones necesarias para evitar que entren aguas lluvias o de escorrentía a las fundaciones y saturen los suelos aptos para apoyar las cimentaciones.

Si se tienen dudas sobre la identificación de los suelos propuestos para servir de cimentación se debe dar aviso a al autor de este informe, para instruir al profesional residente en la obra sobre los parámetros necesarios para su reconocimiento.

Se debe descontar el peso del material extraído de la excavación, con el objeto de determinar la carga neta o el incremento de esfuerzo neto colocado sobre el suelo de soporte. Para determinar la carga neta a colocar en el suelo de soporte, se debe incluir el peso propio de la cimentación y el peso del relleno encima de esta. El peso unitario del relleno compacto es del orden de 2 Tn/m<sup>3</sup> (19,6 KN/m<sup>3</sup>).

Si el peso de material retirado producto de la excavación, es igual a la carga total colocada, se considera una cimentación compensada. En el caso que el peso del material extraído producto de la

excavación sea mayor a la carga total que se está colocando se considera sub compensada. Para esta condición aumentar las dimensiones de la cimentación hasta alcanzar la compensación total con el objeto de mitigar el efecto de levantamiento.

Se descarta de igual manera la posibilidad que los distintos estratos encontrados correspondan a suelos colapsables de acuerdo a lo anotado por la NSR10.

Se descarta la posibilidad de licuación de los suelos encontrados

Por ningún motivo utilizar el material de las excavaciones como material de relleno a nivel de cimentación o como relleno en el sobrecimiento. Utilizar siempre como material de relleno material seleccionado compactado al 95% del Proctor modificado. Se recomienda realizar ensayo Proctor al material y verificar las densidades en campo con el fin de garantizar la adecuada compactación.

El material seleccionado a usarse en los rellenos y en la nivelación del lote debe tener cumplir las siguientes disposiciones:

Tamaño máximo: 75 mm

% Pasa tamiz No. 10:  $\leq 80\%$

% Pasa tamiz No. 200:  $\leq 25\%$

Materia Orgánica: 0%

Límite Líquido:  $\leq 30\%$

Límite Plástico:  $\leq 10\%$

Se recomienda que una copia del informe de suelos permanezca en la obra con el fin de agilizar las consultas del caso.



## **ESTRUCTURAS PARCIALMENTE CONSTRUIDAS**

Se debe realizar un descapote o retiro de la vegetación existente en la zona proyectada de pisos de la futura edificación.

Seguidamente realizar una estabilización del suelo en estado natural, ya que este presenta un potencial expansivo alto. Esta estabilización se debe realizar como se describe en el numeral 5.3, este procedimiento se realizará en la zona de la placa de contrapiso proyectada en cada una de las estructuras existentes, y por lo menos 1.00m por fuera de estas perimetralmente.

Seguidamente colocar un geotextil NT 2500 o similar, para aislar el suelo en estado natural del material de relleno necesario, para alcanzar el nivel de piso.

Por ningún motivo utilizar el material de las excavaciones como material de relleno a nivel de cimentación o como relleno en el sobrecimiento. Utilizar siempre como material de relleno material seleccionado compactado al 95% del Proctor modificado. Se recomienda realizar ensayo Proctor al material y verificar las densidades en campo con el fin de garantizar la adecuada compactación.

El material seleccionado a usarse en los rellenos y en la nivelación del lote debe tener cumplir las siguientes disposiciones:

Tamaño máximo: 75 mm

% Pasa tamiz No. 10:  $\leq 80\%$

% Pasa tamiz No. 200:  $\leq 25\%$

Materia Orgánica: 0%

Límite Líquido:  $\leq 30\%$

Límite Plástico:  $\leq 10\%$

Si se requiere hacer una verificación de las dimensiones de la cimentación actual, se debe tomar el valor correspondiente a la dimensión y el tipo de cimentación descrito en los cuadros de capacidad de carga. Para este cálculo se utilizó un factor de seguridad de 4.00

| <b>Df = 0,70m - B=L (m)</b> |                                           |                                           |
|-----------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>B (m)</b>                | <b>q<sub>ULT</sub> (KN/m<sup>2</sup>)</b> | <b>q<sub>ADM</sub> (KN/m<sup>2</sup>)</b> |
| 1,00                        | 496                                       | 124                                       |
| 1,30                        | 473                                       | 118                                       |
| 1,50                        | 462                                       | 116                                       |
| 2,00                        | 445                                       | 111                                       |
| 2,50                        | 434                                       | 109                                       |

| <b>Df = 1,00m - B=L (m)</b> |                                           |                                           |
|-----------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>B (m)</b>                | <b>q<sub>ULT</sub> (KN/m<sup>2</sup>)</b> | <b>q<sub>ADM</sub> (KN/m<sup>2</sup>)</b> |
| 1,00                        | 551                                       | 138                                       |
| 1,30                        | 517                                       | 129                                       |
| 1,50                        | 502                                       | 126                                       |
| 2,00                        | 478                                       | 120                                       |
| 2,50                        | 463                                       | 116                                       |

| <b>Df = 1,50m - B=L (m)</b> |                                           |                                           |
|-----------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>B (m)</b>                | <b>q<sub>ULT</sub> (KN/m<sup>2</sup>)</b> | <b>q<sub>ADM</sub> (KN/m<sup>2</sup>)</b> |
| 1,00                        | 567                                       | 142                                       |
| 1,30                        | 548                                       | 137                                       |
| 1,50                        | 569                                       | 142                                       |
| 2,00                        | 533                                       | 133                                       |
| 2,50                        | 510                                       | 128                                       |

**Tabla 8 Capacidad de carga para cimentación cuadrada, para diferentes desplantes y dimensiones**

## **.7.0 LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

Las recomendaciones realizadas en el presente informe se basan en las condiciones de campo observadas, los resultados de laboratorio y el análisis de ingeniería anteriormente descrito. Si durante la construcción del proyecto llegaran a presentarse condiciones diferentes a las enunciadas y asumidas como típicas, o surgiese cualquier dificultad imprevista, esta situación deberá ser informada oportunamente a fin de realizar los ajustes y evaluaciones pertinentes.

ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



# ANEXOS

### Verificación de potencial de colapso – Sondeo 1

| <b>PROFUNDIDAD<br/>(m)</b> | <b>PESO<br/>UNITARIO<br/>(KN/m3)</b> | <b>Gs</b> | <b>PESO<br/>UNITARIO<br/>SECO<br/>(KN/m3)</b> | <b>PESO<br/>UNITARIO<br/>SECO CRIT.<br/>(KN/m3)</b> | <b>COLAPSABLE</b> |
|----------------------------|--------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------|
| 0.50                       |                                      |           |                                               |                                                     |                   |
| 1.00                       | 18.450                               | 2.67      | 13.290                                        | 0.98                                                | SI                |
| 2.00                       | 19.390                               | 2.67      | 14.750                                        | 1.01                                                | NO                |
| 3.00                       | 19.530                               | 2.67      | 14.932                                        | 1.08                                                | NO                |
| 4.00                       | 19.410                               | 2.67      | 14.379                                        | 1.00                                                | NO                |
| 5.00                       | 19.850                               | 2.67      | 14.574                                        | 1.04                                                | NO                |
| 6.00                       | 19.890                               | 2.67      | 15.077                                        | 1.07                                                | NO                |
| 7.00                       | 18.530                               | 2.67      | 13.876                                        | 1.02                                                | NO                |
|                            |                                      |           |                                               |                                                     |                   |

### Verificación de potencial de colapso – Sondeo 2

| <b>PROFUNDIDAD<br/>(m)</b> | <b>PESO<br/>UNITARIO<br/>(KN/m3)</b> | <b>Gs</b> | <b>PESO<br/>UNITARIO<br/>SECO<br/>(KN/m3)</b> | <b>PESO<br/>UNITARIO<br/>SECO CRIT.<br/>(KN/m3)</b> | <b>COLAPSABLE</b> |
|----------------------------|--------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------|
| 0.50                       |                                      |           |                                               |                                                     |                   |
| 1.00                       | 18.760                               | 2.65      | 14.427                                        | 1.06                                                | NO                |
| 2.00                       | 20.480                               | 2.65      | 17.362                                        | 1.28                                                | NO                |
| 3.00                       | 20.680                               | 2.65      | 17.567                                        | 1.07                                                | NO                |
| 4.00                       | 20.560                               | 2.65      | 16.880                                        | 1.15                                                | NO                |
| 5.00                       | 21.470                               | 2.65      | 17.904                                        | 1.17                                                | NO                |
| 6.00                       | 19.910                               | 2.65      | 16.981                                        | 1.37                                                | NO                |
|                            |                                      |           |                                               |                                                     |                   |
|                            |                                      |           |                                               |                                                     |                   |

### Verificación de potencial de colapso – Sondeo 3

| <b>PROFUNDIDAD<br/>(m)</b> | <b>PESO<br/>UNITARIO<br/>(KN/m3)</b> | <b>Gs</b> | <b>PESO<br/>UNITARIO<br/>SECO<br/>(KN/m3)</b> | <b>PESO<br/>UNITARIO<br/>SECO CRIT.<br/>(KN/m3)</b> | <b>COLAPSABLE</b> |
|----------------------------|--------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------|
| 0.50                       |                                      |           |                                               |                                                     |                   |
| 1.00                       | 16.500                               | 2.65      | 11.899                                        | 0.90                                                | SI                |
| 2.00                       | 19.040                               | 2.65      | 14.273                                        | 0.94                                                | SI                |
| 3.00                       | 20.250                               | 2.65      | 16.624                                        | 1.18                                                | NO                |
| 4.00                       | 19.650                               | 2.65      | 15.923                                        | 1.22                                                | NO                |
| 5.00                       | 19.330                               | 2.65      | 15.700                                        | 1.27                                                | NO                |
| 6.00                       | 19.340                               | 2.65      | 15.504                                        | 1.12                                                | NO                |
|                            |                                      |           |                                               |                                                     |                   |
|                            |                                      |           |                                               |                                                     |                   |

### Verificación de potencial de colapso – Sondeo 4

| <b>PROFUNDIDAD<br/>(m)</b> | <b>PESO<br/>UNITARIO<br/>(KN/m3)</b> | <b>Gs</b> | <b>PESO<br/>UNITARIO<br/>SECO<br/>(KN/m3)</b> | <b>PESO<br/>UNITARIO<br/>SECO CRIT.<br/>(KN/m3)</b> | <b>COLAPSABLE</b> |
|----------------------------|--------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------|
| 0.50                       |                                      |           |                                               |                                                     |                   |
| 1.00                       | 18.020                               | 2.65      | 12.859                                        | 0.92                                                | SI                |
| 2.00                       | 21.440                               | 2.65      | 15.454                                        | 0.83                                                | SI                |
| 3.00                       | 20.470                               | 2.65      | 16.957                                        | 1.12                                                | NO                |
| 4.00                       | 19.110                               | 2.65      | 15.504                                        | 1.19                                                | NO                |
| 5.00                       | 19.620                               | 2.65      | 15.915                                        | 1.03                                                | NO                |
| 6.00                       | 20.000                               | 2.65      | 16.412                                        | 0.98                                                | SI                |
|                            |                                      |           |                                               |                                                     |                   |
|                            |                                      |           |                                               |                                                     |                   |

