

***CRITERIOS Y CONCEPTOS
DE LAS ESTRUCTURAS DE
EDIFICACIONES DE
CONCRETO ARMADO EN EL
PERÚ***

Antonio Blanco Blasco

EL USO DEL CONCRETO ARMADO SE
INICIA EN EL PERÚ EN 1910
(APROXIMADAMENTE).

ANTES SOLO SE TENÍA MUROS DE
LADRILLO, ADOBE O QUINCHA.



EN LOS INICIOS DEL SIGLO XX, TODAS LAS EDIFICACIONES SE BASABAN EN MUROS DE ADOBE O LADRILLO, CON MUROS DE QUINCHA O LADRILLO EN EL SEGUNDO NIVEL.

LOS ENTREPISOS Y TECHOS ERAN CON VIGUETAS DE MADERA, EXCEPTO EN EL CASO DE BÓVEDAS O CÚPULAS QUE PODÍAN SER DE MADERA, LADRILLO O PIEDRA.



CON LA LLEGADA DEL CEMENTO SE INICIAN OBRAS EN CONCRETO Y CONCRETO ARMADO, CAMBIÁNDOSE LA CONCEPCIÓN DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO Y ESTRUCTURAL.

SIN EMBARGO, A PESAR DE ESTRUCTURARSE EN BASE A PÓRTICOS (VIGAS Y COLUMNAS) DE CONCRETO ARMADO, NO DESAPARECEN LOS MUROS DE ALBAÑILERÍA, QUE ERAN GRUESOS ($E \geq 25$ CM). ESTOS SIEMPRE ESTABAN PRESENTES EN LOS CERRAMIENTOS LATERALES, FACHADAS Y DIVISIONES INTERIORES.



www.enjoyperu.com

LAS PRIMERAS EDIFICACIONES SE HACEN CON EL CONCEPTO DE PÓRTICOS PRINCIPALES EN UNA SOLA DIRECCIÓN. EN ESTOS EJES SE APOYABAN LOSAS MACIZAS ARMADAS EN UNA DIRECCIÓN O ALIGERADOS CON VIGUETAS EN UNA DIRECCIÓN.

NO EXISTÍA EL CRITERIO DE COLOCAR VIGAS EN LA DIRECCIÓN SECUNDARIA, NI PERALTADAS NI CHATAS, EXCEPTO CASOS ESPECIALES.

LOS CONOCIMIENTOS SÍSMICOS ERAN PRÁCTICAMENTE INEXISTENTES.

ENTRE 1920 Y 1930 SE DA UN GRAN DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURAS EN EL PERÚ .

EN LA CIUDAD DE LIMA, SE HACEN EDIFICIOS, PLAZAS, PISTAS.

BASTA RECORDAR QUE EN ESA DÉCADA SE CONSTRUYEN LAS EDIFICACIONES MÁS IMPORTANTES DE LA PLAZA DE ARMAS, LA PLAZA SAN MARTÍN Y LAS CALLES Y AVENIDAS DEL CENTRO HISTÓRICO.

INTERLATIN



EL TERREMOTO DE 1940 EN LIMA, AFECTA EN FORMA MUY IMPORTANTE LAS EDIFICACIONES DE ADOBE.

LAS NUEVAS EDIFICACIONES DE CONCRETO NO TIENEN MAYORES PROBLEMAS, LO QUE HACE QUE NO SE ADVIERTAN LOS DEFECTOS DE ESTRUCTURACIÓN DE ESA ÉPOCA. MUCHAS DE ESTAS EDIFICACIONES NO SE AFECTAN GRACIAS A LA CONTRIBUCIÓN DE LOS MUROS DE ALBAÑILERÍA, QUE AYUDAN EN PROPORCIONAR RIGIDEZ Y RESISTENCIA.

ENTRE LOS AÑOS 1950 Y 1960, SE TIENEN NUEVAS TENDENCIAS EN LA ARQUITECTURA PERUANA.

SE HACEN EDIFICIOS DE MAYOR ALTURA, DESAPARECEN LOS MUROS DE LADRILLO, SE HACEN VENTANAS LARGAS Y GRANDES, SE USAN TABIQUES DELGADOS PARA DIVIDIR AMBIENTES, PERO SE PIENSA QUE NO SON ELEMENTOS ESTRUCTURALES, SOLO TABIQUES.

EL PROBLEMA ES QUE ESTOS EDIFICIOS SON MUY FLEXIBLES: SE MOVERÁN MUCHO CON LOS SISMOS.

NO HABÍA REGLAMENTO SÍSMICO PERUANO.

EN LOS AÑOS 1966, 1970 Y 1974 SE PRODUCEN SISMOS IMPORTANTES QUE OCASIONAN GRAN DESTRUCCIÓN EN LAS EDIFICACIONES DE ADOBE, PERO TAMBIÉN FALLAS IMPORTANTES EN UNA SERIE DE EDIFICACIONES DE CONCRETO ARMADO.

RECORDEMOS HUARAZ , YUNGAY COMO EJEMPLOS DE DESTRUCCIÓN EN ADOBE.

RECORDEMOS FALLAS IMPORTANTES EN EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO COMO LA ESCUELA NAVAL, BANCO INDUSTRIAL, UNA SERIE DE COLEGIOS EN LA MOLINA, ETC.



SE DICE QUE LA DÉCADA DEL 70 REPRESENTA EL INICIO DE LOS CAMBIOS EN LOS CRITERIOS DE ESTRUCTURACIÓN Y EN LOS CONOCIMIENTOS SOBRE LAS ACCIONES SÍSMICAS. EN EEUU EL AÑO 1971 SE PUBLICA EL REGLAMENTO DE DISEÑO DEL ACI, EN CONCRETO ARMADO, INCLUYENDO POR PRIMERA VEZ UN CAPÍTULO SOBRE DISPOSICIONES DE DISEÑO SISMORRESISTENTE.

LA DÉCADA DE LOS AÑOS 70 REPRESENTA LA PRIMERA TRANSFORMACIÓN EN LA CONCEPCIÓN ESTRUCTURAL Y EL DISEÑO DE EDIFICACIONES DE CONCRETO ARMADO.

APARECEN LAS CALCULADORAS Y COMPUTADORAS
EL ACI INCLUYE CAPÍTULO SÍSMICO

EN EL PERÚ SE HACE LA PRIMERA NORMA SÍSMICA
LOS TERREMOTOS DEL 66, 70 Y 74 DEJAN MUCHAS
ENSEÑANZAS.

LA INGENIERÍA ESTRUCTURAL COMIENZA A PENSAR EN :

- QUE LOS EDIFICIOS NO DEBEN TENER MUCHA DEFORMACIÓN LATERAL EN LOS SISMOS, PUES AUMENTAN LOS DAÑOS.

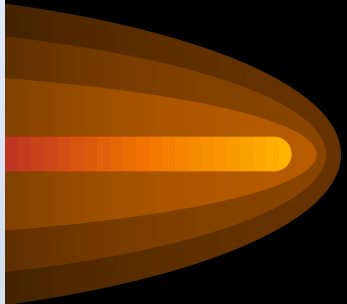
- QUE NO SOLO HAY QUE LOGRAR RESISTENCIA, SINO QUE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEBEN TENER DUCTILIDAD.

-QUE HAY QUE TENER RIGIDEZ LATERAL EN DOS DIRECCIONES Y ADEMÁS TENER RIGIDEZ TORSIONAL.

A PARTIR DE LOS AÑOS 70, SE COMIENZAN A USAR MUROS DE CONCRETO ARMADO, PARA RIGIDIZAR EDIFICACIONES.

SI SON EDIFICIOS DE POCOS PISOS, SE USAN MUROS DE LADRILLO, PORTANTES DE CARGA VERTICAL Y DE CARGA SÍSMICA, COMENZÁNDOSE A DESARROLLAR LA ALBAÑILERÍA CONFINADA.

DEBEMOS PENSAR QUE EL PERÚ ES SÍSMICO.

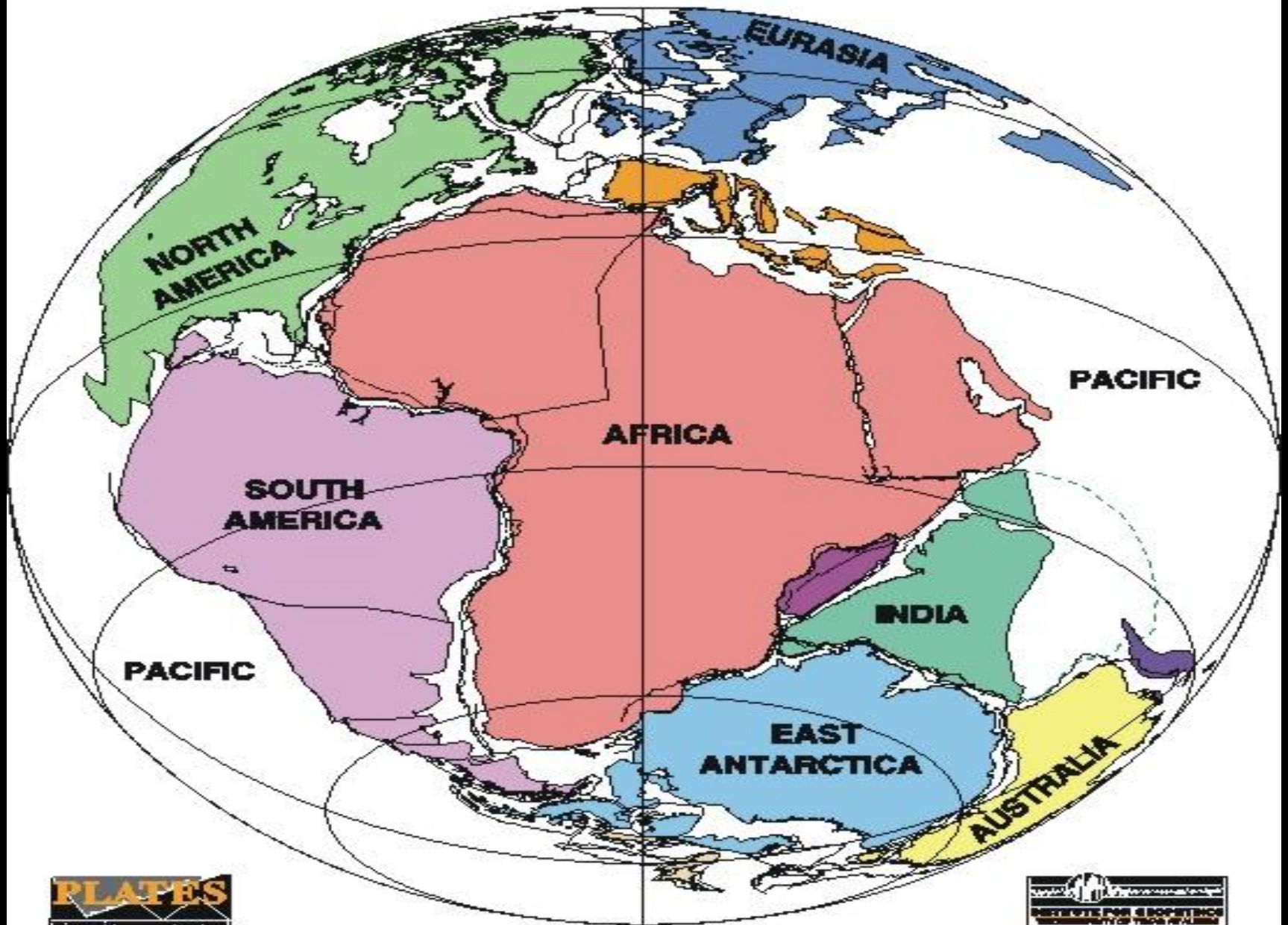




¿PORQUE EL PERÚ ES UN PAÍS SÍSMICO?

EL PERÚ ESTÁ UBICADO EN EL LLAMADO CINTURÓN CIRCUNPACÍFICO, QUE ES LA ZONA DEL MUNDO DONDE SE PRODUCE LA MAYOR PARTE DE LOS SISMOS DE NUESTRO PLANETA.

PANGEEA





CROSTA CONTINENTAL

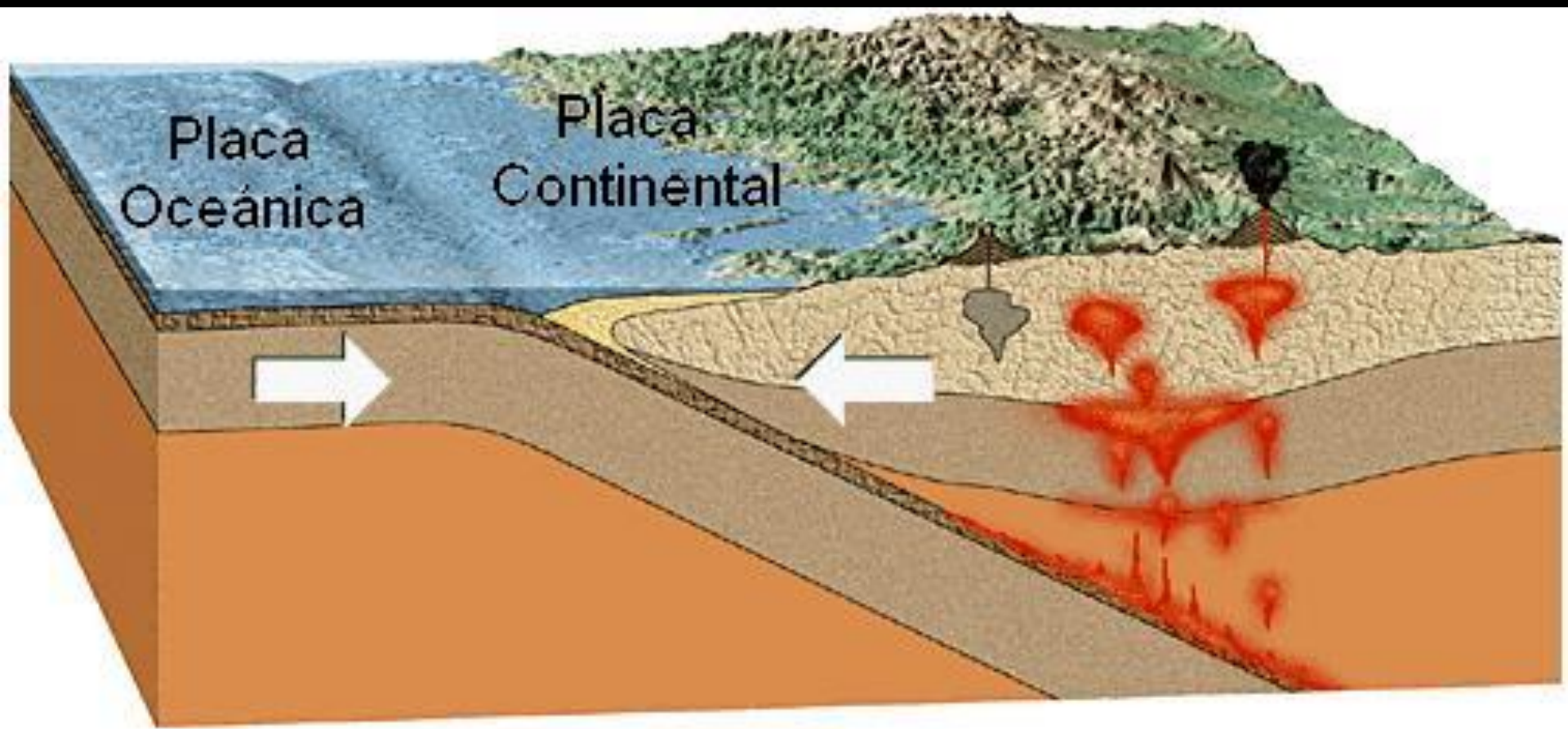
CROSTA OCEÂNICA

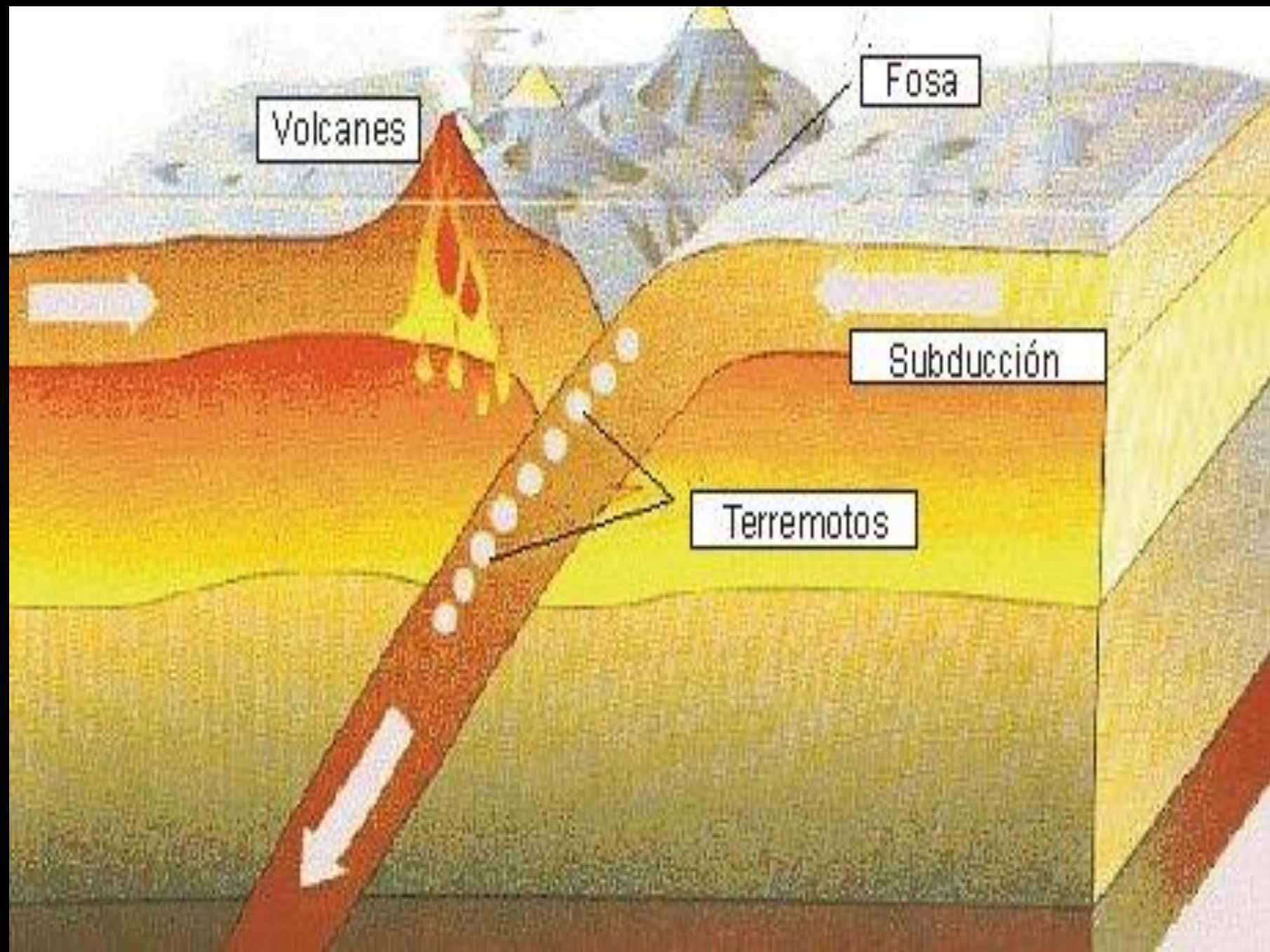
ZONAS DE SUBDUÇÃO

DORSAIS OCEÂNICAS

ZONAS DE COLISÃO DE CONTINENTES

LIMITES DE PLACAS NÃO CONFIRMADOS





LA COSTA Y GRAN PARTE DE LA SIERRA SIEMPRE TENDRÁN SISMOS, QUE SERÁN LEVES, MODERADOS O SEVEROS.

NO ES POSIBLE PENSAR QUE LAS EDIFICACIONES NO NECESITAN SER CALCULADAS PARA SISMO, AL TRATARSE DE UNO O DOS PISOS.

RECORDEMOS LOS COLEGIOS, DE DOS PISOS SERIAMENTE AFECTADOS EN TODOS LOS SISMOS.

- OTRO PROBLEMA QUE SE AGRAVA CON LOS SISMOS SON LOS SUELOS BLANDOS.
- DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LOS SUELOS INTERESA CONOCER QUE HAY SUELOS DUROS (DE MAYOR CAPACIDAD PORTANTE), SUELOS INTERMEDIOS Y SUELOS BLANDOS (DE MENOR CAPACIDAD PORTANTE).
- EN LOS SUELOS BLANDOS LA CIMENTACIÓN SERÁ DE MAYOR ÁREA Y LA ESTRUCTURA SENTIRÁ MAYORES ACELERACIONES SÍSMICAS.

EN 1996 OCURRE EL SISMO DE NAZCA Y TRES COLEGIOS NUEVOS TIENEN SERIOS DAÑOS.

¿POR QUÉ?

PORQUE EN UNA DIRECCIÓN NO TENÍAN MUROS, SOLO PÓRTICOS.

ESO SIGNIFICA QUE SE SUS DEFORMACIONES LATERALES ENTRE PISO Y PISO ERAN ELEVADAS.

ADEMÁS TENÍAN EL PROBLEMA DE COLUMNA CORTA.

SE CAMBIA LA NORMA PERUANA PARA CORREGIR EL CÁLCULO DE DEFORMACIONES LATERALES.









EL CAMBIO DE LA NORMA PERUANA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE OBLIGA A HACER ESTRUCTURAS CON MAYOR RIGIDEZ LATERAL. ESTO SE LOGRA CON COLUMNAS MÁS GRANDES, CON MUROS DE CONCRETO O CON MUROS DE LADRILLO.

COMIENZA UNA NUEVA TRANSFORMACIÓN EN EL DISEÑO ESTRUCTURAL:

MAYOR PREOCUPACIÓN POR DEFORMACIONES Y CADA VEZ MAYOR LONGITUD DE MUROS O PLACAS.

EN EL 2001 VIENE EL TERREMOTO DE AREQUIPA, MOQUEGUA Y TACNA.

PARA ESTE AÑO YA SE TENÍAN COLEGIOS NUEVOS RESPETANDO LA NORMA DE 1997 (UN AÑO DESPUÉS DEL SISMO DE NAZCA).

AHORA LOS NUEVOS COLEGIOS TENÍAN COLUMNAS GRANDES EN LA DIRECCIÓN LONGITUDINAL, DONDE NO HAY MUROS DE LADRILLO QUE AYUDEN.

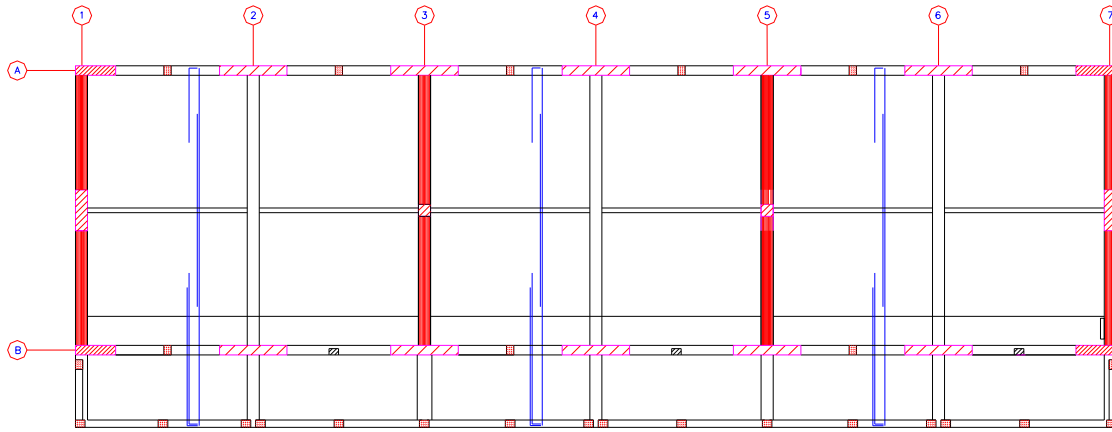
VEAMOS LA SIGUIENTE FOTO, DE UN COLEGIO NUEVO , LUEGO DEL SISMO DE AREQUIPA.



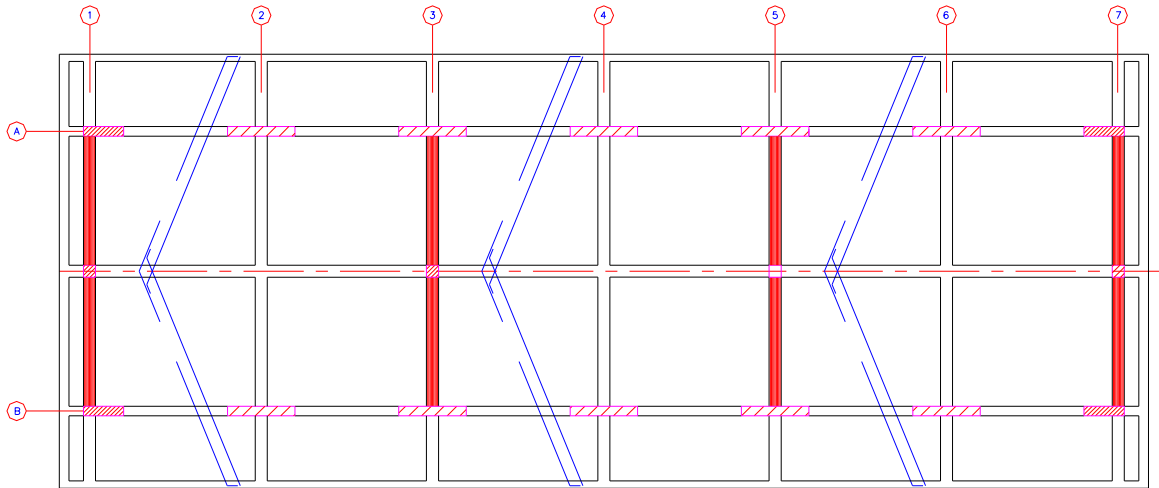
VEAMOS PLANOS DE LOS NUEVOS COLEGIOS ,
MODELO SIERRA, HECHOS A PARTIR DE 1998.

EN LA DIRECCIÓN TRANSVERSAL, SIEMPRE SE
TIENE LA AYUDA DE LOS MUROS DE LADRILLO.

EN LA DIRECCIÓN LONGITUDINAL, DONDE NO
HAY MUROS QUE LLEGUEN AL TECHO Y
HABÍAN VENTANAS ALTAS QUE FORMABAN
COLUMNAS CORTAS, AHORA HAY COLUMNAS
ALARGADAS, CON MUCHO MÁS RIGIDEZ
LATERAL.



ENCOFRADO 1° PISO



ENCOFRADO 2° PISO

ASÍ LLEGAMOS A NUESTROS DÍAS, CON LOS ÚLTIMOS SISMOS IMPORTANTES:

- EL DE PISCO EN 2007.
- EL DE HAITÍ EN 2009
- EL DE CHILE EN 2009.

RESUMEN DE ENSEÑANZAS:

- EN HAITÍ NO HABÍA ESTRUCTURAS PREPARADAS PARA SISMOS.
- EN PISCO NO HABÍA EDIFICIOS CON PLACAS O MUROS. SOLO PÓRTICOS FLEXIBLES.
- EN CHILE SÍ HABÍAN MUCHO MUROS, MEJOR COMPORTAMIENTO.

PISCO



PISCO





ALGEBRIA TOURS & ALGEBRIA HOTEL
TOURS, TRIPS & BOOKINGS
PISCO AVANCE
PUNTO 22 DEL BARRIO
PUNTO 22 DEL BARRIO
SAN FRANCISCO 21 200 W

AMAG
VENTA
CELULAR
ACCESORIOS
PARA TELEFONOS

ESTUDIO JURIDICO
CESAR CHAVEZ SALVEDRA
ABOGADO
DE FIANZAS Y CAU. EST. TACNA

aeroparacas x
TRANSPORTE AEREO TURISTICO
Compras online con nuestro pasaporte

Palomero
SERVICIO FLUJO DE SERVICIO
Pisco - Ayacucho

247

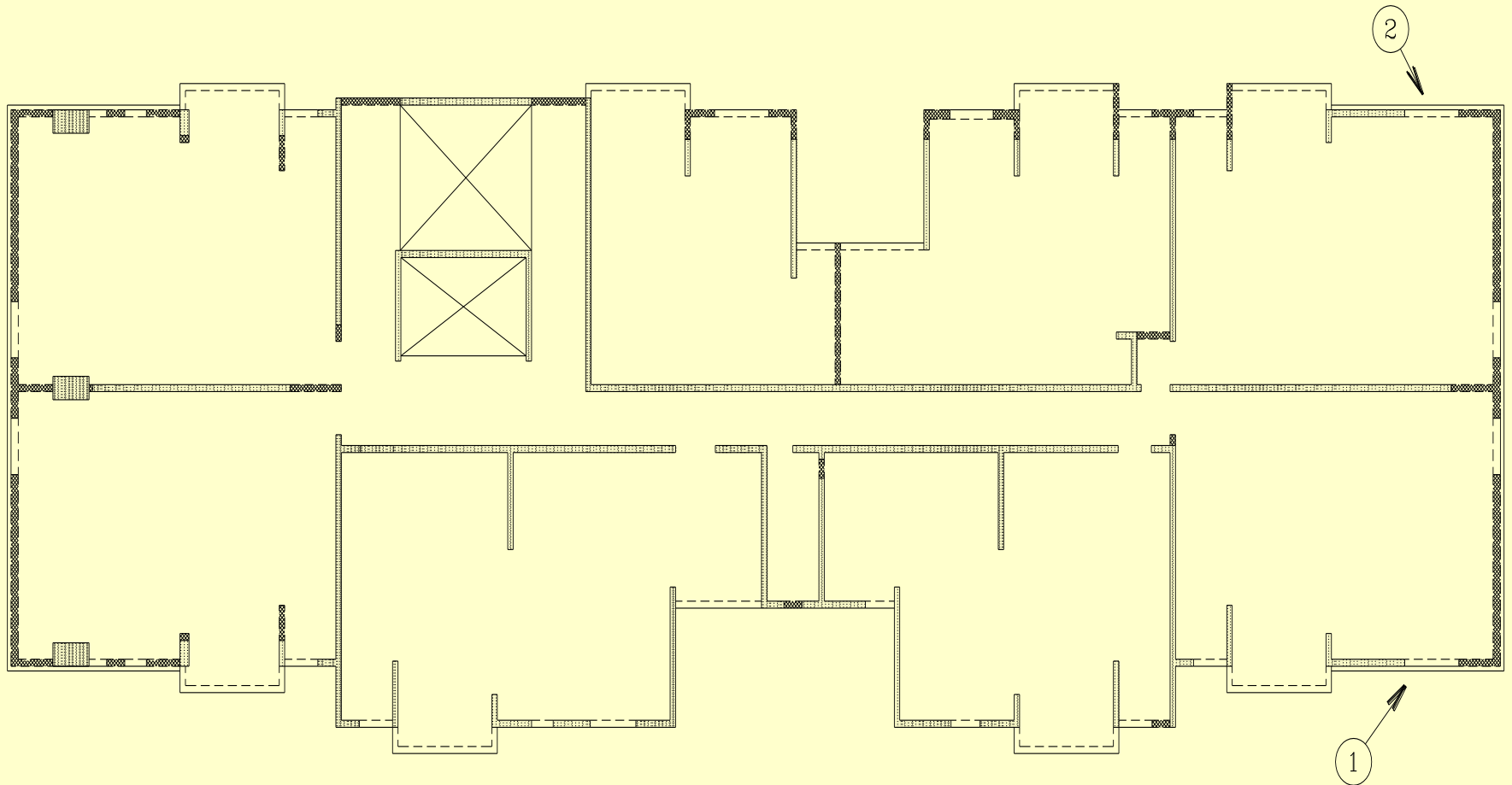
INTERNET TRAVEL
SAN FRANCISCO 21 200 W



ALQUILO
DEPARTAMENTO

ISLAS
ALLESTAS

***EDIFICIO TÍPICO CON MUROS EN LAS DOS DIRECCIONES
EN X-X LOS MUROS ESTÁN HACIA EL CORREDOR CENTRAL Y
EN Y-Y LOS MUROS DIVIDEN LOS DEPARTAMENTOS.
LAS FACHADAS NO SUELEN TENER MUROS.***





COMERCIAL SCHA...

ACIONAMIENTO
O CLIENTES



FOTOS DE EDIFICIO CON PÓRTICOS EN PRIMER PISO Y MUROS EN PISOS SUPERIORES.



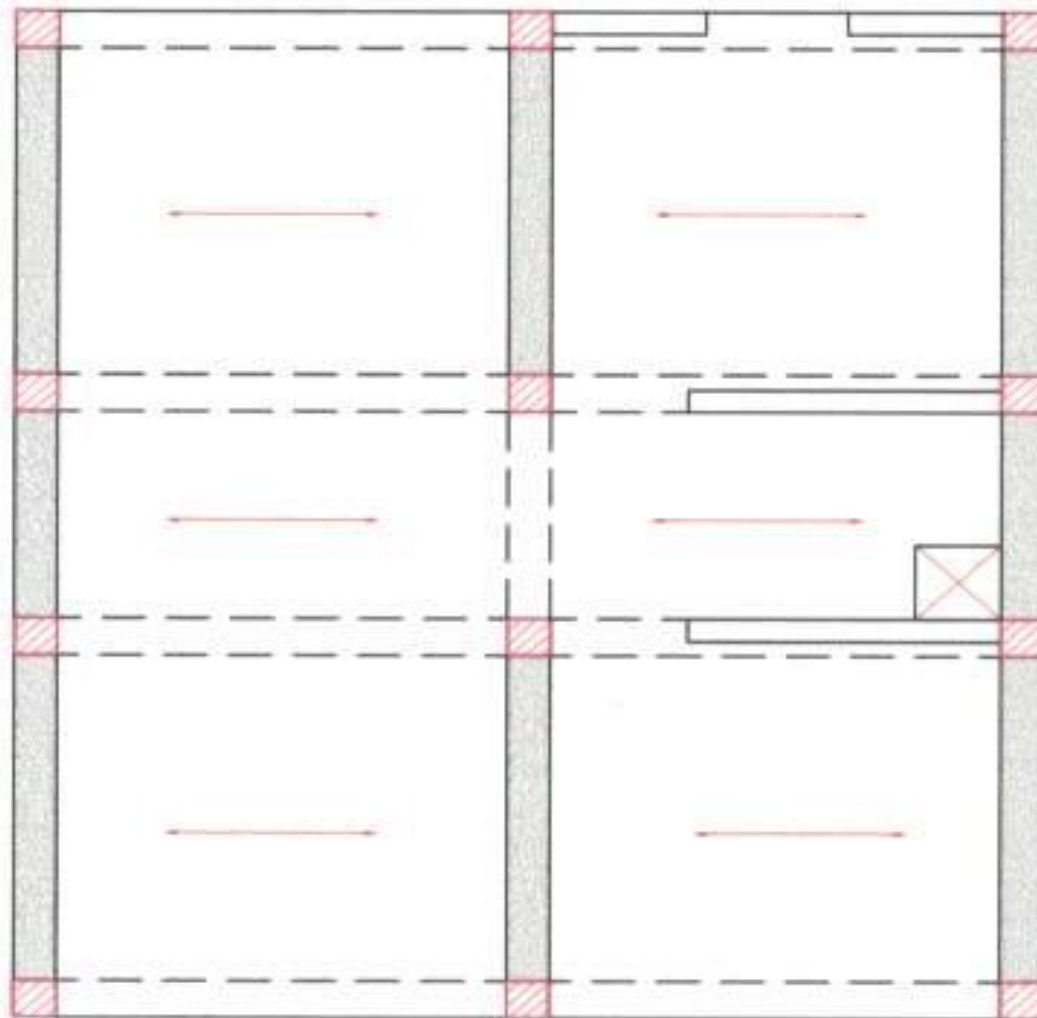
Foto 1
Desconchones en junta de dilatación
en edificios sin daño



Foto 2
Fachada posterior con daño
en pilares







ESTRUCTURAS CASA TIPICA
(SIN DIRECCION PROFESIONAL)



PARTE FINAL

CARACTERÍSTICAS DE LOS EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO :

LOS EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN EL PERÚ, SON ESTRUCTURAS CONFORMADAS POR PÓRTICOS Y PLACAS .

LLAMAMOS PLACAS A LOS MUROS DE CONCRETO ARMADO.

SE BUSCA LA INCLUSIÓN DE PLACAS, EN LAS DOS DIRECCIONES DE LA PLANTA, CON EL OBJETO DE CONSEGUIR MAYOR RIGIDEZ Y MAYOR RESISTENCIA LATERAL.

LA NORMA PERUANA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE CALIFICA A LOS EDIFICIOS COMO:

- DE MUROS
- DE PÓRTICOS
- SISTEMA DUAL.

LA NUEVA NORMA DE CONCRETO ARMADO INDICA MÁS PRECISIONES PARA LOS SISTEMAS DUALES, DEPENDIENDO DEL PORCENTAJE DEL CORTANTE SÍSMICO QUE LLEVAN LAS PLACAS EN EL PRIMER NIVEL.

SI LAS PLACAS LLEVAN MÁS DEL 60% DEL CORTANTE, SE PIDEN EXIGENCIAS ESPECIALES PARA LOS DISEÑOS DE LAS PLACAS, Y SI ELLAS TOMAN MENOS DEL 60% DEL CORTANTE, SE PIDEN MÁS EXIGENCIAS PARA EL DISEÑO DE LAS VIGAS Y COLUMNAS.

ESTAS EXIGENCIAS TRATAN DE PROVEER, MAYOR DUCTILIDAD A DICHOS ELEMENTOS, SEA AUMENTANDO LAS EXIGENCIAS DE ESTRIBOS O TRATANDO DE LOGRAR MAYOR RESISTENCIA POR CORTE QUE POR FLEXIÓN.

- UNA DE LAS EXIGENCIAS MÁS IMPORTANTES ES QUE LA SUMA DE MOMENTOS NOMINALES DE LAS COLUMNAS QUE CONCURREN EN UN NUDO, SEA 40% SUPERIOR A LA SUMA DE LOS MOMENTOS NOMINALES DE LAS VIGAS QUE CONCURREN EN EL MISMO NUDO.
- ESTO ES PARA EL CASO DONDE SOLO HAY COLUMNAS O DONDE HAY POCAS PLACAS
- (DUAL 2).

- MUCHAS VECES ESTA EXIGENCIA ES DIFÍCIL DE CUMPLIR, SALVO QUE LAS COLUMNAS TENGAN DIMENSIONES MUY IMPORTANTES EN RELACIÓN A LOS PERALTES DE LAS VIGAS.
- MUCHAS VECES EL REFUERZO DE ACERO OBTENIDO PARA LAS COLUMNAS EN EL DISEÑO NORMAL, DEBE SER AUMENTADO PARA SATISFACER ESTA EXIGENCIA.

POR ESTAS RAZONES, NORMALMENTE SE PREFIERE TENER UN SISTEMA MIXTO, CON PLACAS Y PÓRTICOS, DE MANERA QUE LAS PLACAS ABSORBAN Y PUEDAN RESISTIR MAYORES PORCENTAJES DEL CORTANTE SÍSMICO.

EN LOS PISOS SUPERIORES , ESTOS CORTANTES Y MOMENTOS VAN DISMINUYENDO, LAS PLACAS PIERDEN RIGIDEZ Y ES IMPORTANTE QUE TRABAJEN FORMANDO PÓRTICOS CON VIGAS Y COLUMNAS.

- CUANDO LAS PLACAS PIERDEN RIGIDEZ, SE NECESITA LA AYUDA DE LOS PÓRTICOS Y SE GENERAN AXIALES IMPORTANTES EN LAS COLUMNAS.
- EN OTROS CASOS SE TIENEN PLACAS DE LONGITUDES IMPORTANTES QUE PUEDEN TRABAJAR EN VOLADIZO.

ES NORMAL ENCONTRAR MAYORES MOMENTOS DE SISMO EN VIGAS Y COLUMNAS UBICADAS EN PISOS INTERMEDIOS O SUPERIORES, EN RELACIÓN A LOS OBTENIDOS EN LOS PISOS INFERIORES.

SIN EMBARGO, EN LAS PLACAS, LOS MAYORES CORTANTES Y MOMENTOS SE CONCENTRAN SIEMPRE EN LOS PISOS INFERIORES.

- CUANDO PENSAMOS EN EDIFICIOS DE MAYOR ALTURA, ESTOS CONCEPTOS SIGUEN SIENDO VÁLIDOS Y POR TANTO ES IMPORTANTE TENER PLACAS DE LONGITUDES IMPORTANTES Y NO REDUCIR LAS SECCIONES DE LAS COLUMNAS O REDUCIRLAS POCO.

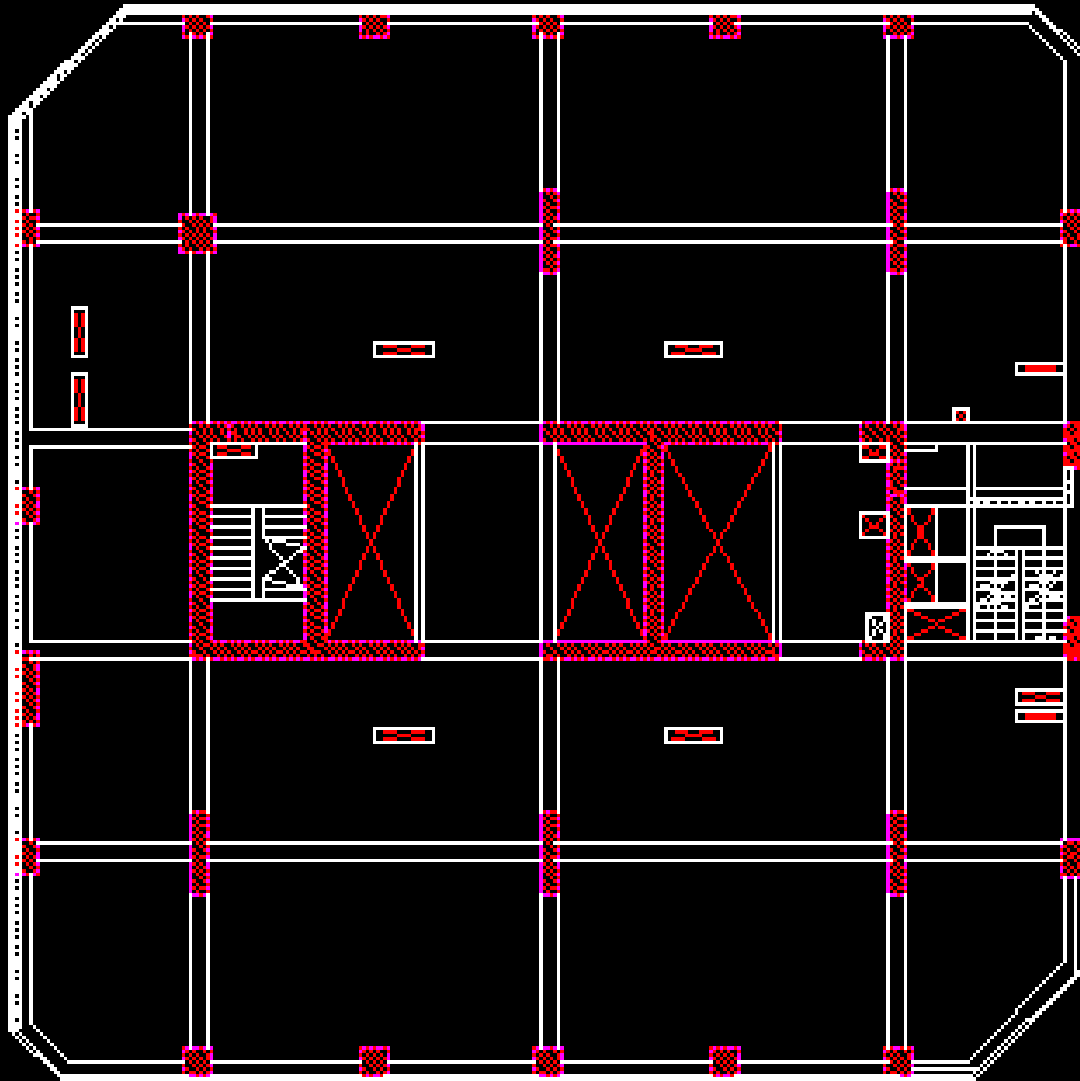
- PARA TORRES DE MAYOR ALTURA, SE SUELE TENER UNA PLANTA DE MAYOR ÁREA EN LOS PISOS INFERIORES Y CONFORME SE VA SUBIENDO REDUCIR LA PLANTA.

- EN ESOS CASOS HAY PLACAS QUE NO CONTINÚAN HASTA LOS PISOS SUPERIORES, PUES LA PLANTA SE REDUCE.

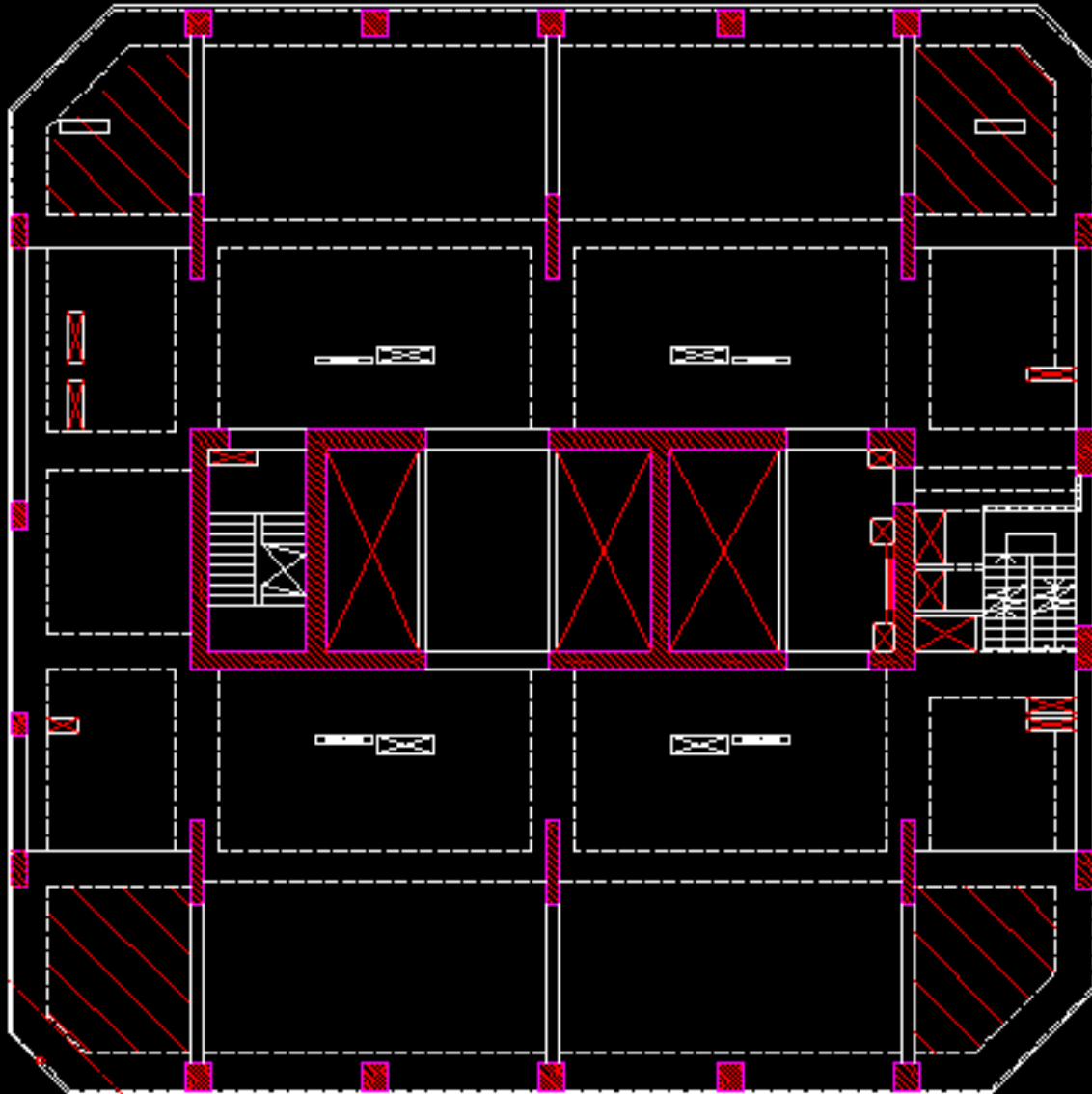
*VEAMOS ALGUNOS EJEMPLOS
DE EDIFICIOS DE DISTINTAS
ALTURAS.*



**EL HOTEL WESTIN
LIBERTADOR LIMA, UN
EDIFICIO DE 30 PISOS
MÁS CINCO SÓTANOS,
QUE ESS ACTUALMENTE
EL EDIFICIO URBANO
MÁS ALTO DEL PERÚ
CON 118 M.**

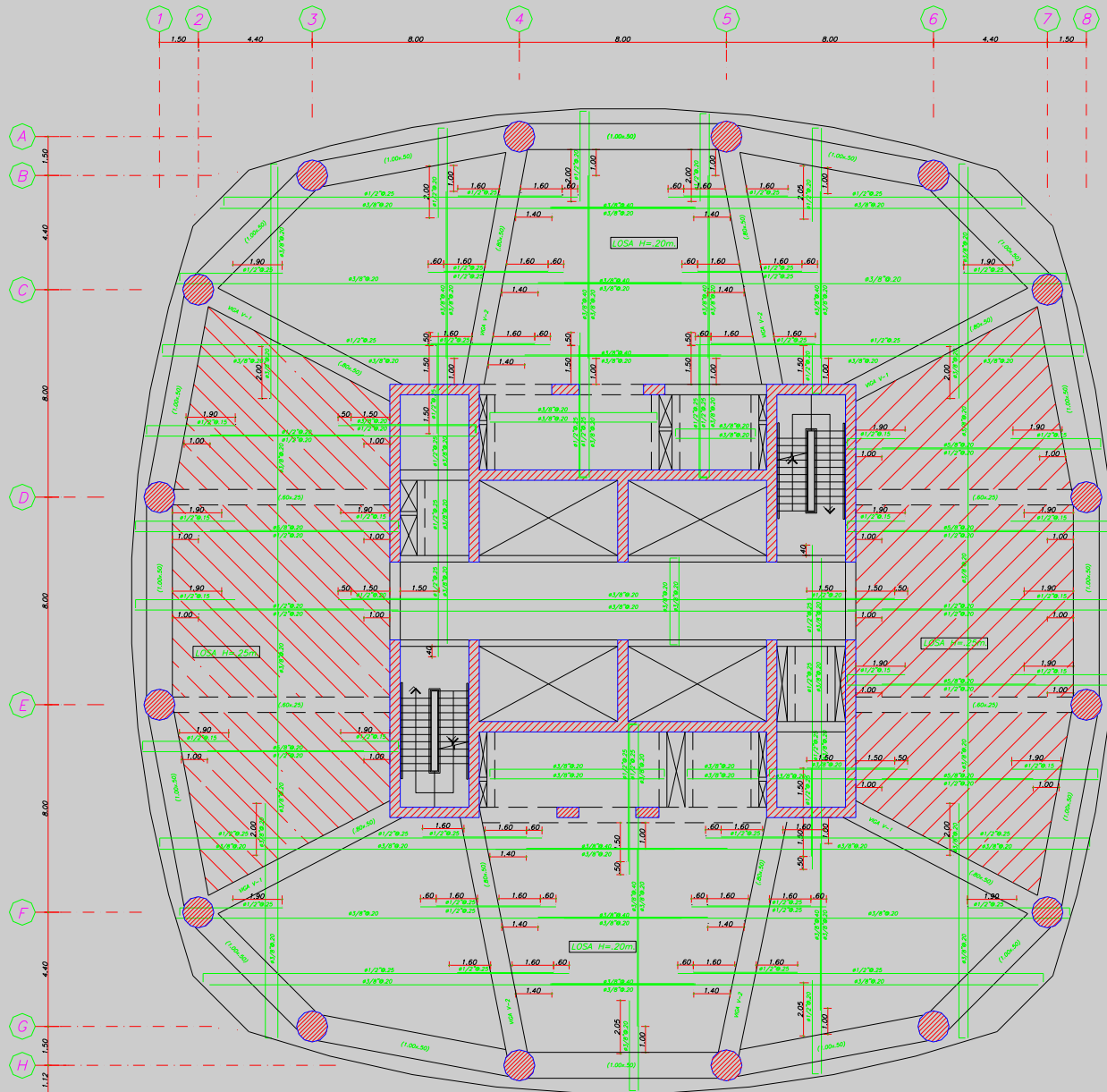


ESTRUCTURACIÓN
DE LA TORRE EN
SUS PRIMEROS
PISOS, CON VIGAS
PERALTADAS



ESTRUCTURACIÓN PISO TÍPICO





ENCOFRADO TÍPICO

LOSA H=20m. ZONA SIN ACHURRAR
 LOSA H=25m. ZONA ACHURRADA CON LINEA CONTINUA

EDIFICIO DE INTERCAMBIADOR DE CALOR DE LA PLANTA DE CEMENTOS LIMA



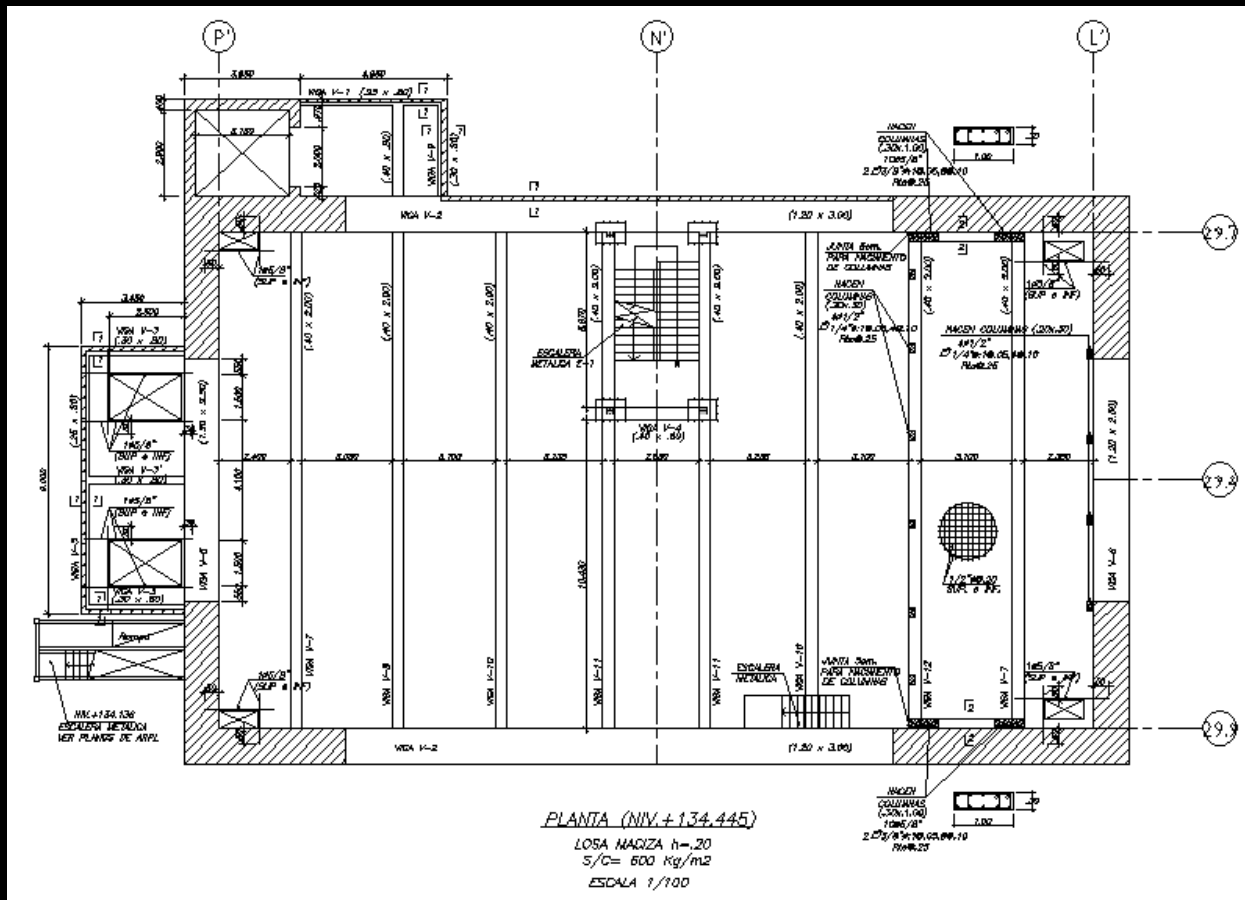
Intercambiador de calor - CEMENTOS LIMA

- Ubicación: Villa María del Triunfo.
- $f'c = 350$ a 500 kg/cm²
- $f_y = 4,200$ kg/cm²
- $W_t = 15$ kg/cm² (Roca)
- Cantidades ejecutadas:
 - Concreto: 14,780 m³
 - Encofrado: 31,115 m²
 - Acero: 2,370 ton
- Propietario: Cementos Lima
- Proyectista: Antonio Blanco
- Supervisión: ARPL
- Contratista: JJC.(ING CARLOS RISSO)



PLANTA NIVEL +134.445

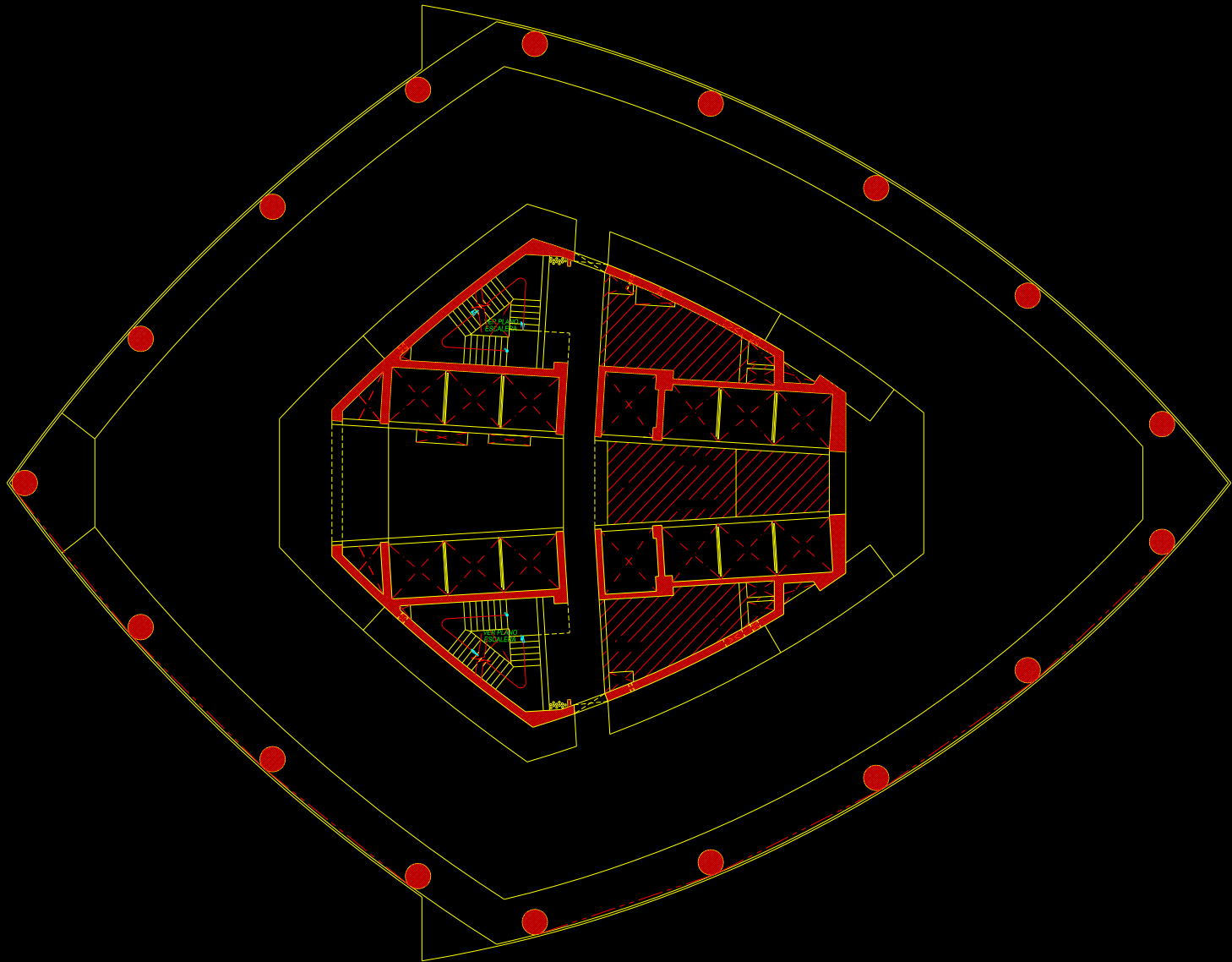
Se tienen vigas .40x2.00 cada 3.10m (aprox.),
apoyadas en grandes vigas 1.20x3.00



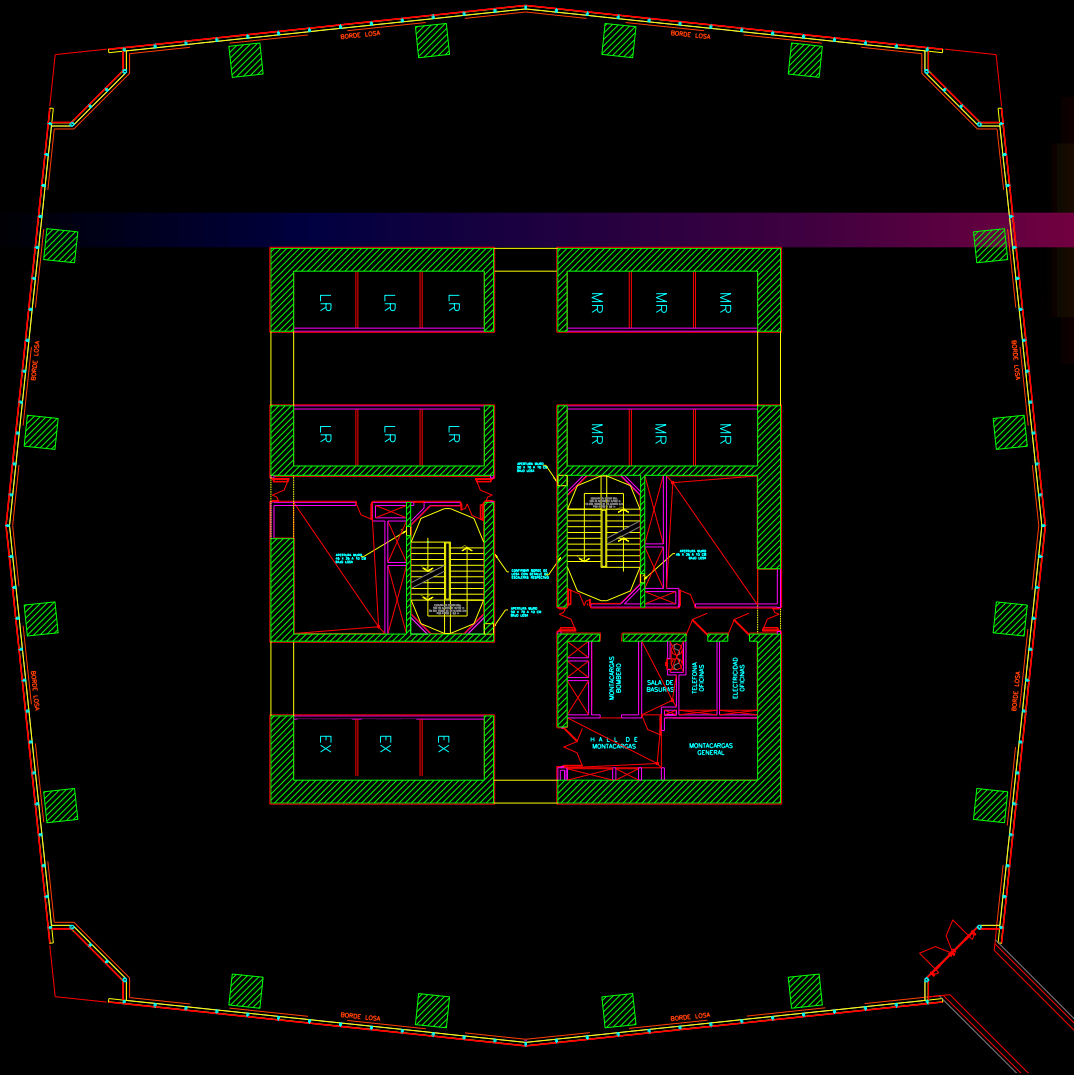
Planta de Cemento Niv +134.445

PLACAS





TORRE
PRINCIPAL
DEL
CONJUNTO
COSTANERA
CENTER EN
CHILE
DE 70 PISOS
ALTURA 295M



- LOS EDIFICIOS DE 5 A 20 PISOS, SIEMPRE DEBEN TENER PLACAS EN LAS DOS DIRECCIONES.



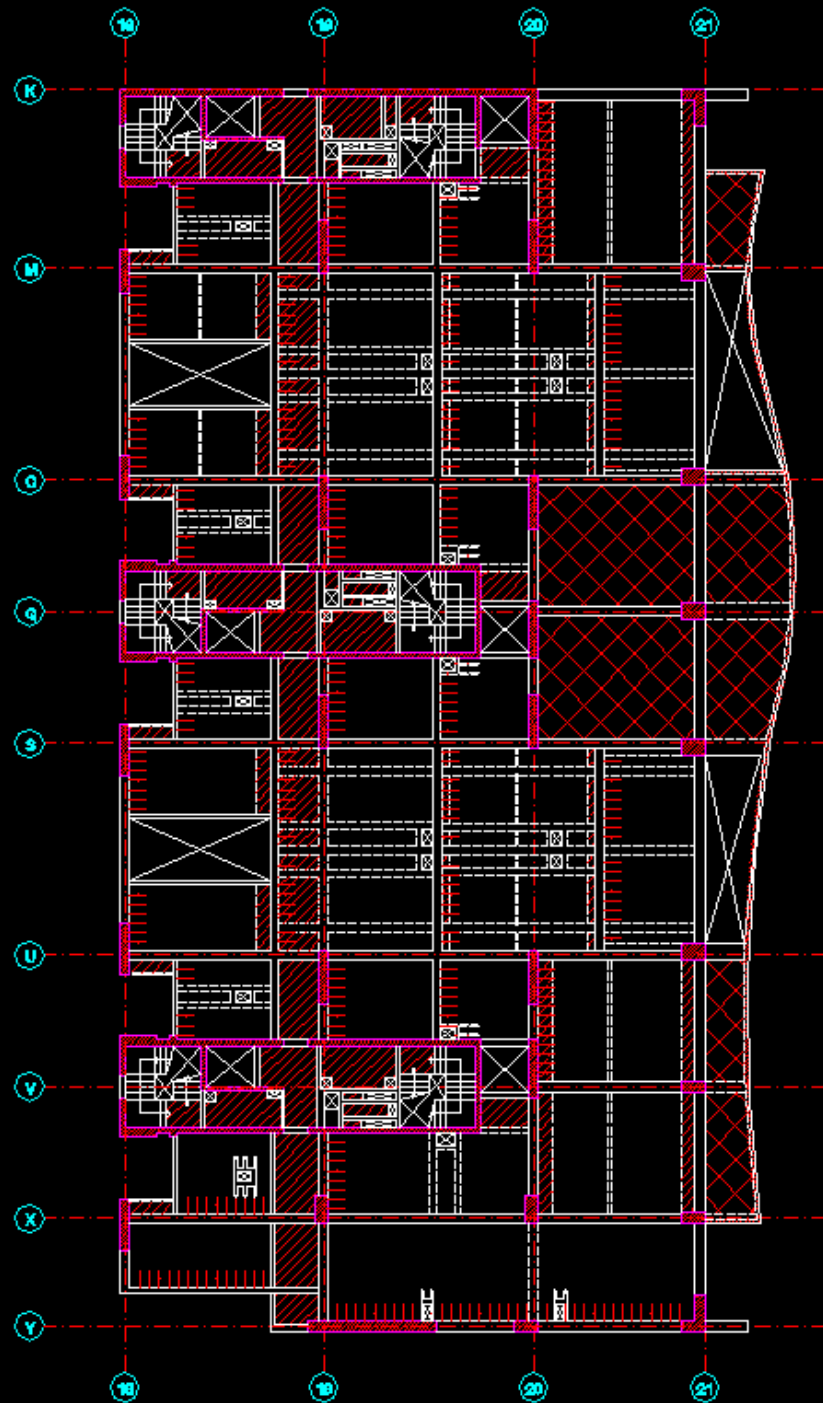
- LOS EDIFICIOS DE UNO, DOS O HASTA CINCO PISOS PUEDEN TENER MUROS DE LADRILLO, COMO SI FUERAN PLACAS DE CONCRETO, ADEMÁS DE LOS PÓRTICOS.





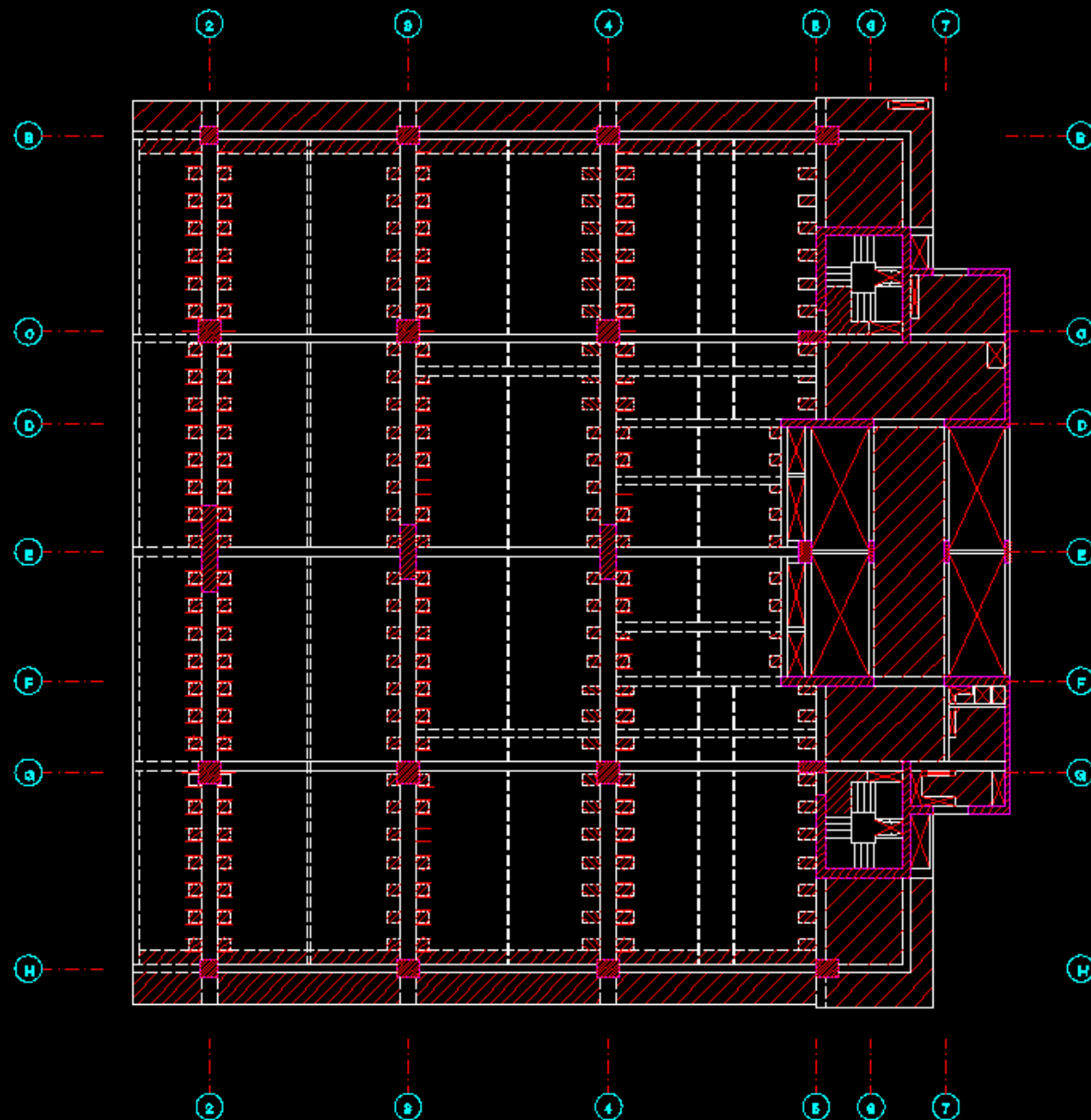
PROYECTO CAPITAL GOLF LOS INKAS.

EDIFICIO DE
VIVIENDAS DE 25
PISOS Y 4 SÓTANOS.



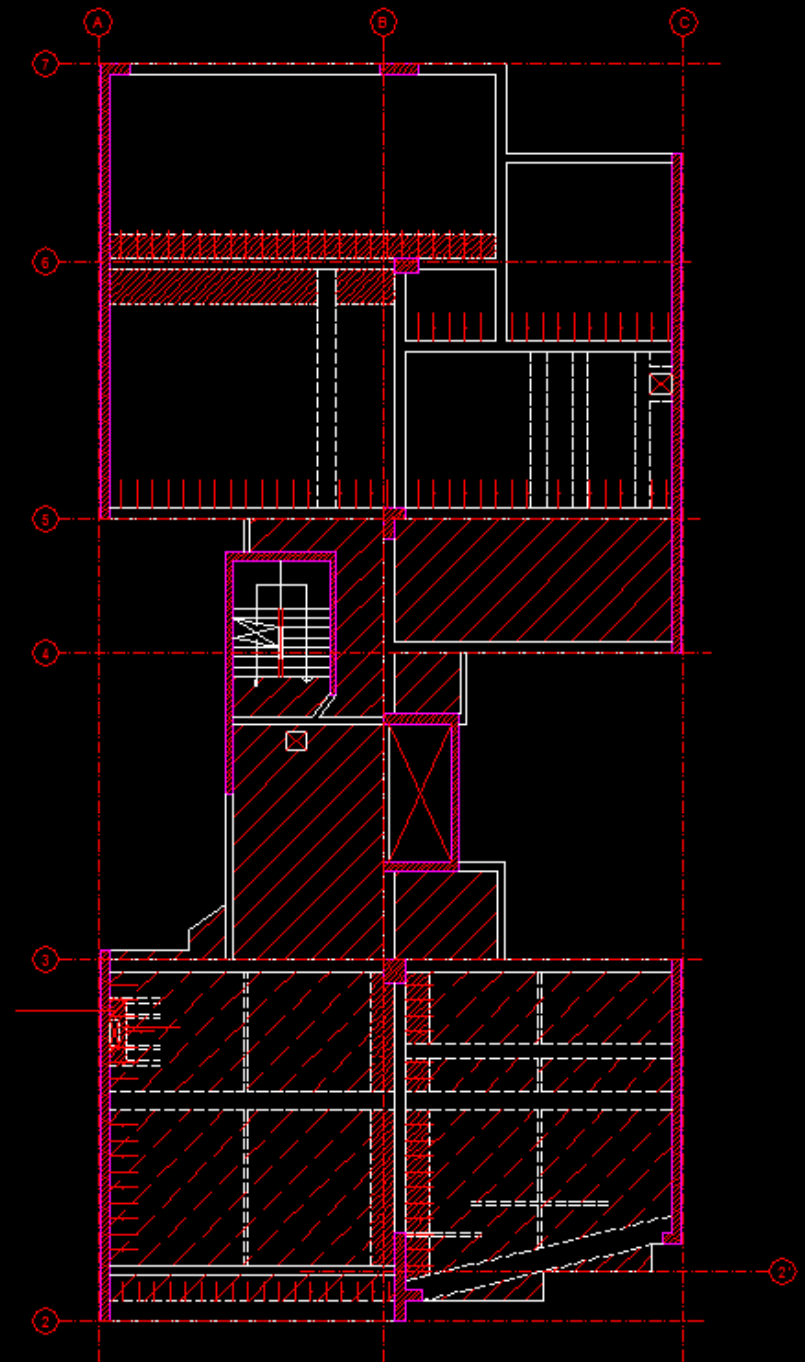
PROYECTO CAPITAL GOLF LOS INKAS.

EDIFICIO DE OFICINAS DE 20 PISOS Y 6 SÓTANOS.



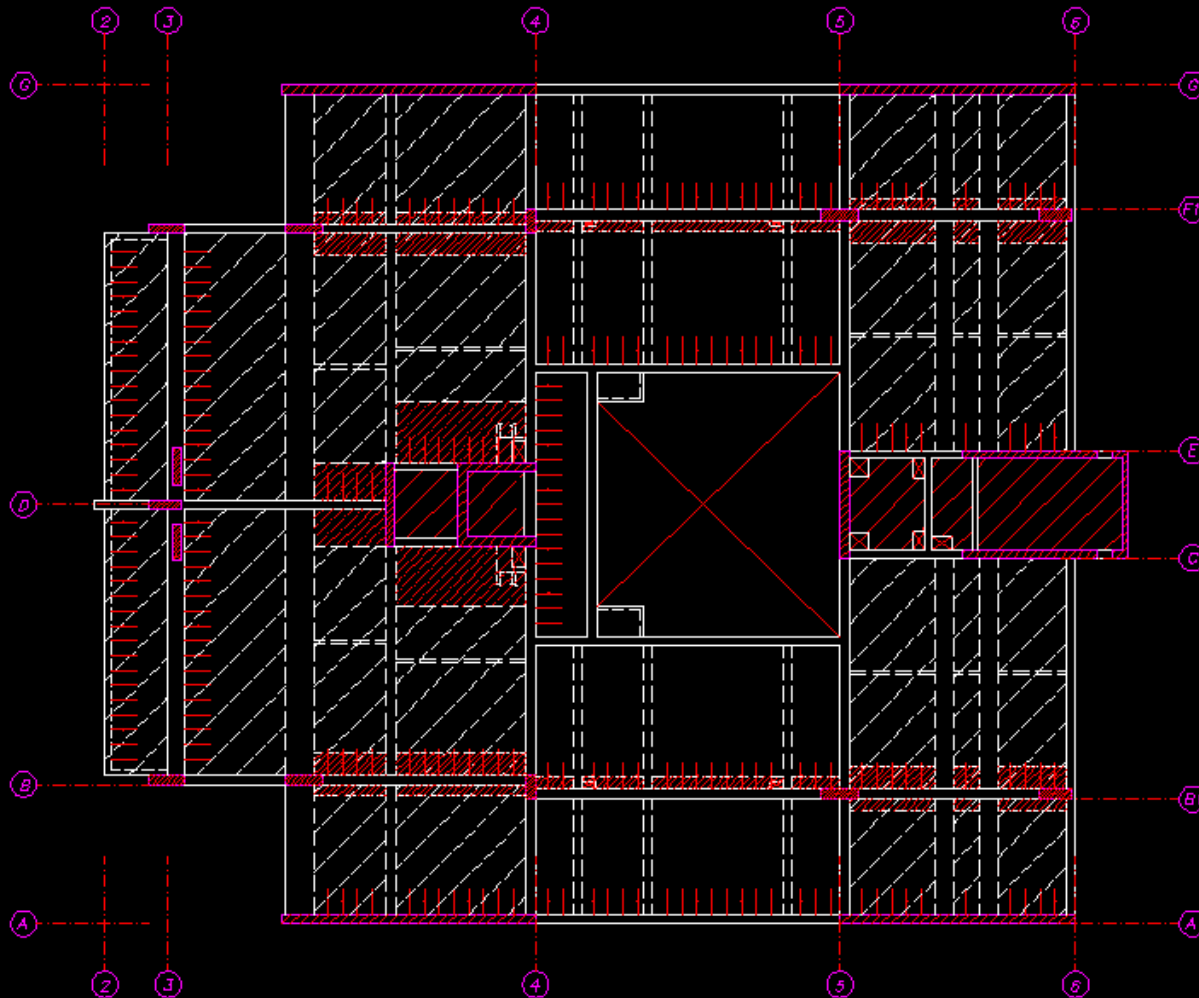
PROYECTO
MULTIFAMILIAR
MERINO (GOBESA)

EDIFICIO DE
VIVIENDAS DE 7 PISOS
Y 3 SÓTANOS.



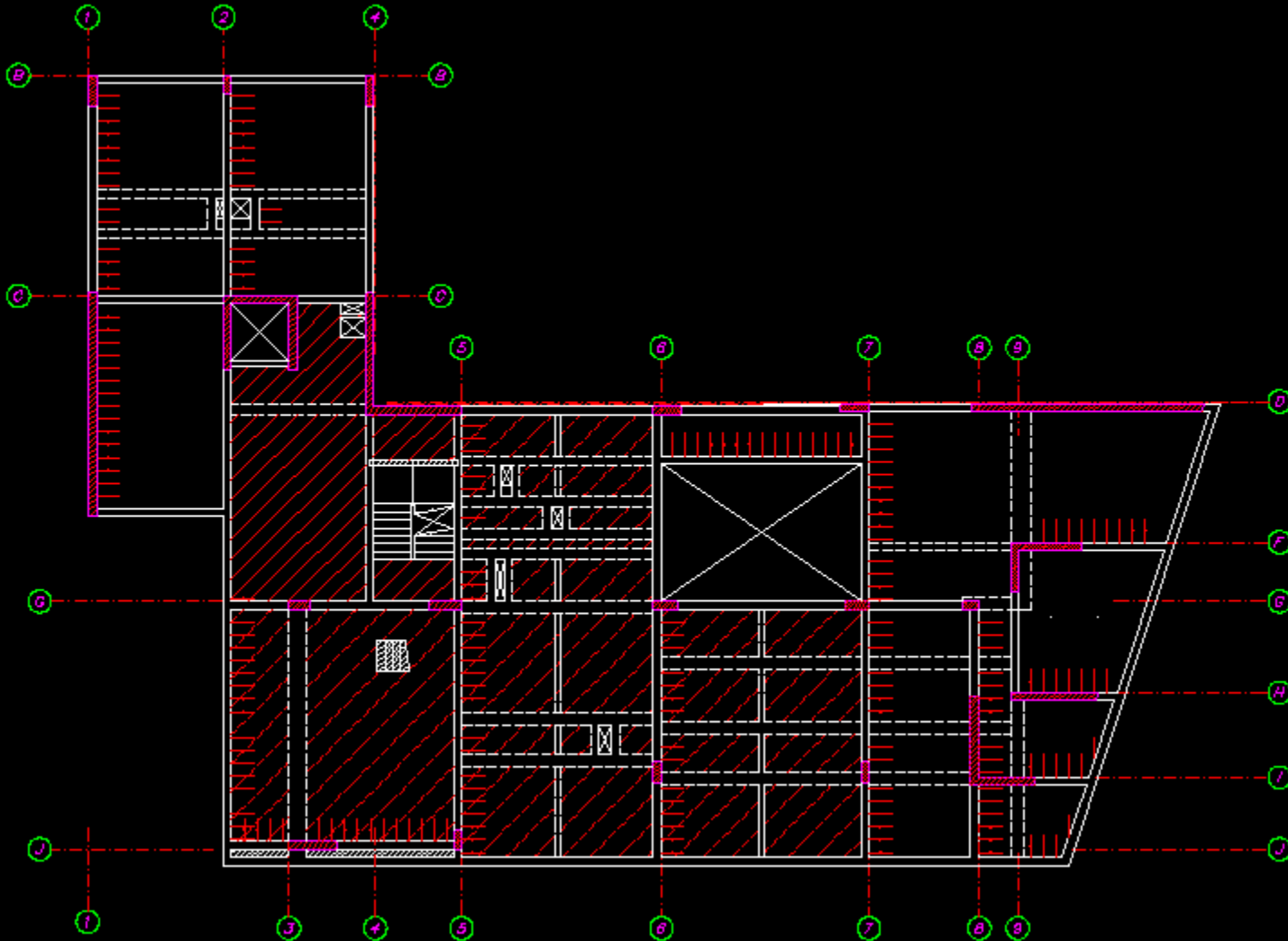
PROYECTO MULTIFAMILIAR EL GOLF

EDIFICIO DE VIVIENDAS DE 6 PISOS Y 1 SÓTANO.



PROYECTO MULTIFAMILIAR LAS DALIAS

EDIFICIO DE VIVIENDAS DE 7 PISOS Y 1 SEMISÓTANO.



GRACIAS.