



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA**

**“EL BAMBÚ, MATERIAL PARA UNA ARQUITECTURA  
SOSTENIBLE EN EL MUNICIPIO DE AMOZOC, PUEBLA.  
CASO DE ESTUDIO: CENTRO DEPORTIVO”**

AGOSTO 2021

**TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL GRADO DE:  
LICENCIADO EN ARQUITECTURA**

**PRESENTA:**

**YAZMIN TLAHUETL FLORES**

MAT 201203953

**JESÚS MANUEL LÓPEZ ROJAS**

MAT 201202417

**ANAHÍ MONSERRAT GARCÍA VILLALBA**

MAT 201205232

**Directora de tesis:**

DRA. LILIA VARINIA CATALINA LÓPEZ VARGAS ID 100187855

**Asesores de tesis:**

DR. AGUSTIN LÓPEZ ROMERO ID 100068266

DRA. DELIA DEL CONSUELO DOMÍNGUEZ CUANALO ID 100079444

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	3
Problemática .....	4
Justificación.....	7
Objetivo principal.....	9
Objetivos específicos.....	9
1. CONCEPTUALIZACIÓN: MATERIALES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS .....	12
1.1 Antecedentes: búsqueda de materiales alternativos. ....	18
1.2. Generalidades: Bambú .....	19
1.3. Generalidades: Construcción con adobe. ....	32
2. SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS.....	43
2.1. Principales modelos análogos .....	46
2.2. Modelos análogos en México.....	53
2.3. Beneficios medio ambientales.....	57
2.4. Legislación aplicada al bambú como material .....	61
2.5. Sistema constructivo complejo .....	65
3. CONTEXTO GENERAL.....	67
3.1. Contexto social .....	71
3.2. Contexto geográfico .....	79
3.4. Contexto urbano .....	82
4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	90
CONCLUSIÓN.....	106
BIBLIOGRAFÍA.....	107

## **INTRODUCCIÓN.**

En este proyecto de investigación se presentan dos factores a analizar, por un lado, la falta de espacios deportivos que se adecuen a las necesidades de los habitantes del municipio de Amozoc, Puebla y por otro, el uso del bambú como un material sostenible para resolver el espacio arquitectónico deportivo.

La idea principal es demostrar las nuevas técnicas para el uso del bambú ya que su gran capacidad de crecimiento y resistencia, lo hace muy competitivo con respecto a otros materiales. Al mismo tiempo demostrar la importancia del ejercicio físico en las personas para evitar daños que afectan directamente a su salud.

En el capítulo uno se exponen las generalidades del bambú, desde el proceso que lleva una vara para poder ser utilizada en construcción, así como la definición de conceptos sobre el material. Además, se dan a conocer los materiales alternativos con los que puede ser utilizado la materia prima ya que es uno de los materiales para poder construir espacios habitables con menor impacto al medio ambiente natural.

En el capítulo dos se muestran soluciones constructivas con la utilización del bambú, así como principales modelos análogos, sistemas constructivos complejos, beneficios que aporta al medio ambiente y la legislación aplicada al bambú como material.

En el capítulo tres se analiza el contexto social, geográfico y urbano del municipio de Amozoc, Puebla, en dicho capítulo se expone el déficit de espacios para la realización de actividades físicas y se propone un terreno para la construcción de un Centro Deportivo.

Por último, en el capítulo cuatro se presenta el proyecto “Centro Deportivo con Bambú”, el cual se propone en un terreno de 3,443.12 m<sup>2</sup> que se conforma por un parque deportivo que posee dos canchas de usos múltiples, una zona para la realización de deportes extremos tales como el bmx y el skateboarding, así como un área administrativa para llevar el control del edificio respecto a su funcionamiento y organización. Ya que el edificio albergará diversas actividades que requieren equipo e instalaciones como rampas tipo half pipe, quarter pipe, wallride, funbox, spine, barandales, entre otros. Este proyecto permitirá ejemplificar diversas aplicaciones en el uso del bambú: estructurales, diseño de interiores y acabados, empleando lo que se ha mostrado en capítulos anteriores.

De esta forma se busca ofrecer un espacio arquitectónico como lo es el Centro Deportivo, mediante el uso de un sistema constructivo poco común en el municipio de Amozoc.

## Problemática

Como punto de partida, se presentan dos factores que atienden circunstancias de relación inherente, distinguidas por una parte por la necesidad de un espacio deportivo y por otra, el uso del bambú como material de construcción correspondiendo al tema social y arquitectónico respectivamente.

Para abordar la premisa social, se expone que los hábitos cotidianos de los niños y adolescentes, en el rubro de condición física y salud en el municipio de Amozoc, Puebla, se consideran limitados, ya que al realizar búsqueda en el Registro Nacional de Infraestructura Deportiva mediante la Comisión Nacional de Cultura Física (CONADE) se muestran resultados nulos para las siguientes instalaciones: cancha de basquetbol, cancha de futbol, futbol rápido, futbol 5, futbol 7, cancha de voleibol, Centro Deportivo, unidad deportiva, polideportivo, talentos deportivos BMX\* y centro especializado en deportes de riesgo o extremos (CONADE, 2015).

Complementado la lista anteriormente mencionada, los parques públicos, plazas, jardines e instalaciones recreativas forman parte de los espacios verdes que tienen la función de brindar estadía y tiempo de calidad a los niños y adolescentes del municipio de Amozoc donde es importante recalcar que el acceso debe ser libre y gratuito.

De acuerdo con el Índice Básico de las Ciudades Prósperas del año 2018, la media óptima internacional de áreas verdes per cápita es de 15 m<sup>2</sup>/hab.; al censo del año 2015 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía el municipio contaba con una población de 117,244 habitantes (INEGI I. N., 2015). Lo que significa que en el municipio se tendrían que tener 1, 758, 660 m<sup>2</sup> de área verde, sin embargo solo existen 1.433 m<sup>2</sup> de área verde por habitante, cifra que está alejada de la media óptima internacional mencionada.

El puntaje real obtenido del Índice Básico de las Ciudades Prósperas arroja 9.56/100 puntos generando la necesidad de priorizar entre las políticas urbanas el aspecto de áreas verdes per cápita, ya que “es probable que una ciudad sin áreas verdes suficientes y distribuidas inadecuadamente, ponga en riesgo la sostenibilidad urbana” (Habitat, 2018) comprometiendo el entorno urbano y su población.

Como se mencionó anteriormente, la baja existencia de áreas verdes destinadas a actividades de recreación y deportivas: limitada integridad física, baja calidad en la salud, estrés, enfoque a actividades delictivas, entre otras, teniendo efectos en los ámbitos social y cultural en los adolescentes y niños pertenecientes al municipio de Amozoc, por lo que es indispensable dotar de instalaciones que coadyuven a minimizar estos efectos.

\*BMX: este término se refiere al deporte extremo junto con las actividades que se realizan a través de trucos con una bicicleta.

De acuerdo al Anuario de Morbilidad realizado por el Gobierno de México, los siguientes padecimientos: obesidad, diabetes mellitus tipo II e hipertensión arterial se localizan dentro de las veinte principales enfermedades que afectan a nivel estatal a los niños y adolescentes de 10 a 19 años de edad sin distinción de sexo (México G. d., 2020) dichas afecciones vulneran la integridad física que pueden verse minimizadas con la realización de actividades deportivas en sitios destinados a las mismas.

Es importante tomar en cuenta las necesidades de la sociedad para generar condiciones para el acondicionamiento físico, ya que de acuerdo con INEGI, dos de las causas de la inactividad física son la falta de recursos económicos y falta de instalaciones accesibles para la población (INEGI, 2016) lo que pudiera reflejarse en primer lugar en dificultades para desarrollar una vida sana, ya que han proliferado espacios deportivos que cuentan con instructores y maquinaria que resultan inaccesibles por el costo de inscripción y mensualidades. En segundo lugar los espacios deportivos públicos, resultan de difícil acceso y las instalaciones se encuentran en lugares exteriores, lo que condiciona la actividad física a las condiciones climáticas.

De acuerdo con las visitas realizadas, en el período de diagnóstico para la elaboración de este trabajo de investigación, al zócalo del municipio de Amozoc, se registró que en promedio se reúnen en un horario de 15:00 a 21:00 horas en promedio 30 a 33 personas de rangos de edad de 10 a 19 años que realizan skateboarding y deporte extremo BMX, siendo los deportes preferidos por la población del área de estudio. Por lo que resulta importante que el diseño que se proponga para el espacio deportivo cubra sus necesidades inculcando además, una cultura de cuidado del mismo por parte de la población. Esto se pretende lograr involucrando a los posibles usuarios del espacio desde la fase de diagnóstico para motivar sentido de pertenencia.

Por otra parte, en la rama de la construcción, es importante considerar el tema ambiental ya que desde el desarrollo de los materiales de innovación que trajo consigo la Revolución Industrial como acero, cemento artificial y vidrio (Carvajal, 2011) se comenzó a percibir una amplia huella de impacto al medio ambiente por el uso recursos ambientales sin esperar el tiempo de regeneración del planeta.

Dicha huella ambiental limita la posibilidad de alcanzar la sustentabilidad ya que los desechos que se generan por las actividades antropogénicas son superiores a la capacidad de carga de los ecosistemas naturales tanto terrestres. En la huella ambiental interactúan los procesos involucrados en: alimentación, hogar, transporte, bienes de consumo y servicios; la huella ambiental sería el resultado de entrecruzar todos estos elementos (Lara. et al., 2012) .Resulta evidente que al utilizar recursos naturales se genera contaminación ambiental, visual y auditiva para su obtención, por ejemplo: devastación de cerros con el fin de obtener roca para aglutinantes, excavación de terrenos donde se instauran minas

para extraer metales, así como deforestación ocasionada por la tala excesiva para obtener cimbra por lo que la construcción de un edificio debe minimizar las modificaciones al entorno.

Se considera que alrededor de una cuarta parte de la superficie del planeta es biológicamente productiva, lo que equivale aproximadamente a 13 mil 400 millones de hectáreas terrestres y marinas (Amend. et al, 2011), a cada uno de los habitantes del planeta le tocaría 1.8 hectáreas para satisfacer consumos y absorber desechos, sin embargo, la huella ambiental por habitante es de 2.7 hectáreas (WWF, World Wide Fund for Nature, 2012), generando un déficit por la sobreexplotación del capital natural en el planeta.

Parte de esta utilización se ve reflejada en el espacio habitable diario de los habitantes, para el cual, se busca aportar, de forma puntual en el municipio de Amozoc, un menor impacto en la utilización de materiales con tiempo de renovación menor que los comúnmente utilizados a través de la propuesta de un Centro Deportivo.

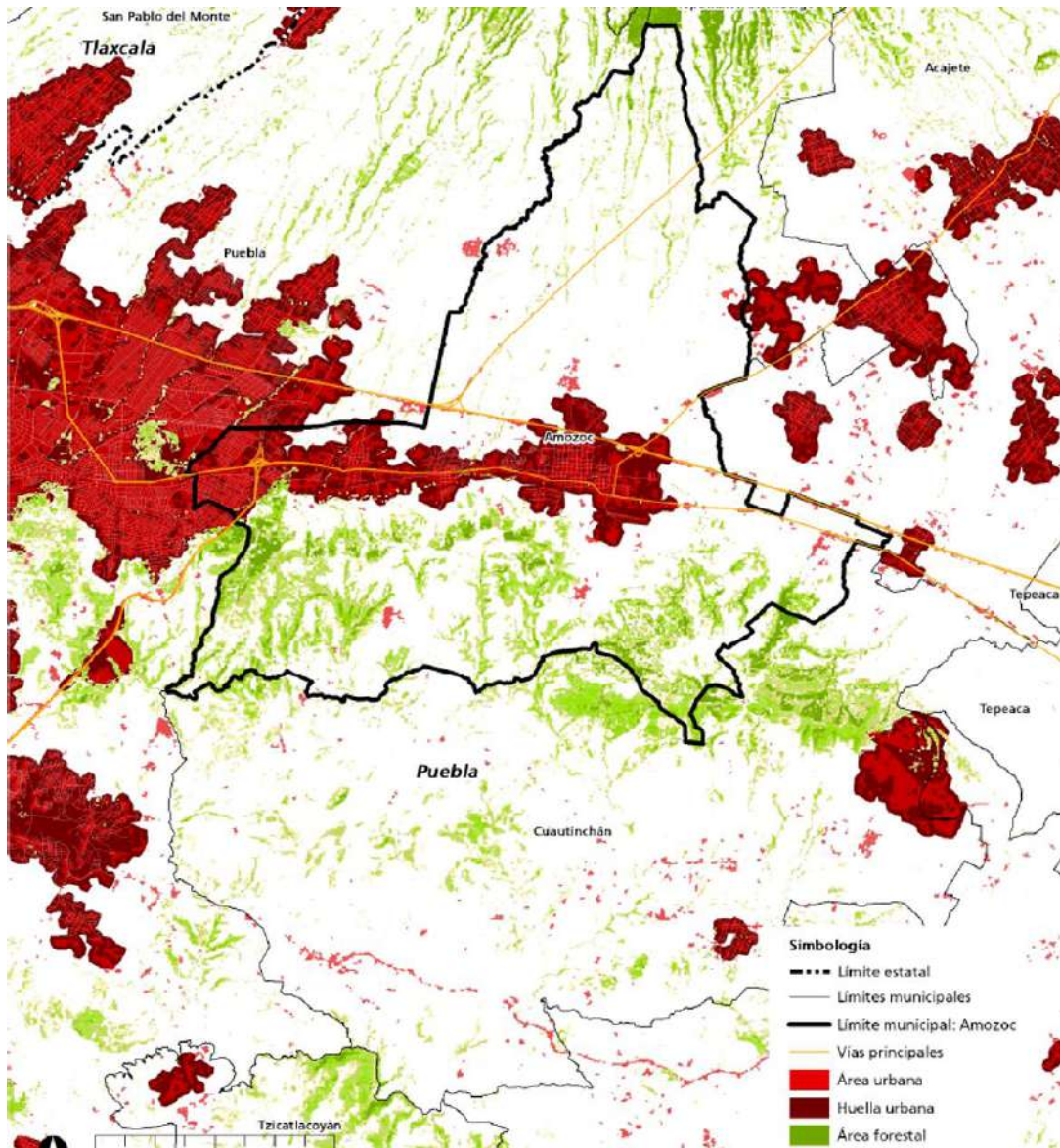
## Justificación

La propuesta de un Centro Deportivo para el municipio de Amozoc, que aquí se presenta, coadyuvará a fortalecer los temas de la salud y la actividad física con la idea de generar bienestar entre la población usuaria del espacio. Es importante mencionar que, aunque la propuesta del Centro Deportivo se focaliza en la población joven del municipio de Amozoc con espacios diseñados para deportes extremos, se ha considerado también en la propuesta la construcción de canchas de usos múltiples para la realización de otros deportes como fútbol, basquetbol y voleibol, área infantil y comedor para ser utilizados por habitantes en general del municipio de Amozoc.

La idea es que una vez construido el Centro Deportivo propuesto se coadyuve a arraigar un hábito saludable a la vida cotidiana y a disminuir posibles enfermedades como obesidad, diabetes mellitus tipo II e hipertensión arterial por la falta de actividad física. Dicha condición se encuentra ligada a la acelerada construcción de complejos habitacionales principalmente de interés social que ocupan amplios espacios de los cuales no se habían sido previsto sus respectivas zonas de recreación ya que de acuerdo a Iracheta, el crecimiento demográfico en la zona metropolitana Puebla-Tlaxcala, que incluye a Amozoc, muestra una tendencia de ocupación expansiva, consumidor de espacios y recursos y de baja densidad demográfica (Iracheta. et al, 2012). Este proceso ha generado desigualdad en la prestación de servicios públicos y desigualdades territoriales (OCDE O. p., 2013) lo que se traduce en una dependencia de los municipios periurbanos teniendo baja capacidad de los gobiernos locales para satisfacer las necesidades básicas de los asentamientos humanos.

Otro impacto de la expansión urbana acelerada en la aglomeración ha sido el deterioro del ambiente y de los recursos naturales, ya que entre los años 1976-2005, se perdieron más de 2,000 hectáreas de vegetación natural (Habitat, 2018) logrando modificaciones e incitando involuntariamente a la población a no realizar actividades físicas, aunque se encuentren dentro de sus prioridades, por lo que con la propuesta del Centro Deportivo, se busca una mejora en actividad física, como referencia se presenta el Mapa 1 en donde se observa el área forestal disponible para el asentamiento humano del municipio

de Amozoc así como el contraste del área y huella urbana que transformó en suelo agrícola y forestal.



[Mapa 1] Huella urbana y área forestal del municipio de Amozoc y área forestal. Índice básico de las ciudades prósperas. 2018.

El concepto aglomeración urbana reconoce como parte de una ciudad los espacios urbanizados discontinuos (Habitat, 2018) situación que se presenta en el municipio de Amozoc ya que abarca asentamientos informales, conjuntos de vivienda, y localidades urbanas dispersas, entre otros. El municipio de Amozoc cuenta con una baja densidad poblacional, como se sustenta en el Índice Básico de las Ciudades Prósperas (Hábitat, 2013) aunado a que no cuenta con equidad social ante las necesidades en el tema de salud de los niños y adolescentes como punto de estudio principal llegando a afectar por igual a la población perteneciente a otro rango de edad.

La propuesta del Centro Deportivo que aquí se presenta tiene como objetivo la promoción de actividades extremas como skateboarding y BMX –los cuales son deportes

extremos que consisten en deslizarse sobre una patineta o bicicleta para realizar diferentes trucos– que requieren un espacio con características específicas, facilitando la realización de dichas actividades sin la necesidad de un largo traslado, sin dejar de lado a otros usuarios con la inclusión de espacios que aluden la convivencia familiar como canchas de usos múltiples, comedor y estancia infantil en la propuesta de Centro Deportivo.

Como ya se mencionó párrafos arriba, esta propuesta está basada en el uso del bambú, un material renovable en comparación con otros, debido a que su producción es un proceso natural del medio ambiente, no provoca fuertes alteraciones al mismo, se evita: el uso de combustibles para maquinaria de extracción y tratamiento de materia prima como en la minería, las emisiones de partículas a la atmósfera a través de procesos de limpieza de materiales como producción de agregados pétreos y las descargas de desechos en ríos producto de proceso de manufactura industrial.

Adicionalmente en la propuesta arquitectónica del Centro Deportivo se incorpora el uso del adobe, material característico de las construcciones vernáculas de la zona, sobre todo en el centro del municipio de Amozoc en construcciones históricas. Dicho material vernáculo es usado en edificaciones con bambú por lo que su utilización en la propuesta del Centro Deportivo es viable.

### **Objetivo principal**

Diseñar un Centro Deportivo a base de bambú como materia prima sostenible (de bajo impacto ambiental) para mostrar la viabilidad que tiene su implementación en la edificación beneficiando a la población del municipio de Amozoc, Puebla.

### **Objetivos específicos**

- Analizar los espacios que utiliza la población del municipio de Amozoc, Puebla, para la realización de actividades deportivas
- Proponer un espacio visualmente atractivo que fomente el empleo del bambú en un Centro Deportivo para ser usado por la población del municipio de Amozoc, Puebla.
- Enfatizar y promover las propiedades y beneficios del empleo de bambú en la construcción mediante la difusión de información a través del modelo análogo propuesto.

## METODOLOGÍA

Como se ha mencionado previamente, este tema de investigación consta de dos partes, la primera se refiere al ámbito de la actividad física y la segunda se enfoca en los sistemas constructivos a base de bambú. Por lo que su análisis implicó la consulta de material bibliográfico, cartográfico y estadístico.

Como guía en el abordaje de esta investigación se realizaron las siguientes preguntas conductoras:

- ¿Cuáles son las consecuencias y factores involucrados de no considerar la realización de actividades deportivas como primordiales en la vida diaria?
- ¿Cuáles son los principales modelos análogos construidos que demuestran que el bambú funciona como material para la construcción de edificaciones?
- ¿Por qué es importante proponer el bambú como material de construcción?
- ¿Cuál es el contexto general del municipio de Amozoc?
- ¿Cuáles son las principales actividades deportivas que realiza la población del municipio de Amozoc?
- ¿Cuáles son las necesidades de la población con respecto a espacios deportivos?
- ¿Cuáles son los reglamentos y normativas establecidas para la aplicación del bambú en la construcción?
- ¿Qué tipo de espacios se requieren para satisfacer las necesidades de la población del municipio de Amozoc?

Para poder resolver las preguntas referentes al entorno del municipio se realizaron aproximaciones físicas a lugares de interés, tales como canchas deportivas, centros de atención médica, industrias pertenecientes al campo de la construcción, entre otros, mismos que ejemplifiquen las condiciones que se exponen más adelante, apoyándose de elementos digitales con la finalidad de localizar estos puntos respecto al terreno en cuestión.

Por otra parte, hablando del municipio, se tiene el tema social, el cual se abordó mediante aproximaciones a personas de la localidad con interés en el tema del deporte, las cuales se encontraban principalmente en un rango de edades de los 10 a los 19 años. En estas aproximaciones se solicitó información acerca de los deportes que practican, el equipo necesario, la cercanía de los lugares donde realizan dichas actividades, y en qué condiciones propiciarían una mayor frecuencia en el ejercicio de dichas actividades teniendo como conclusión que la proximidad al lugar de residencia, así como el estado y equipamiento de un espacio son los principales factores que frenan o promueven el deporte.

Finalmente, en el tema de la salud, de acuerdo con la base de datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2016, la información por medios digitales muestra que un alto porcentaje de enfermedades tratadas por instituciones médicas son producto de una mala calidad de vida siendo la inactividad física el cuarto factor de riesgo de mortalidad, 27% de casos de diabetes y 30% de la carga de cardiopatía. (INEGI, Cuentame INEGI, 2016)

Pasando al tema de la construcción, el uso del bambú que en este trabajo se propone y comparte se obtuvo mediante observación y práctica empírica en talleres apoyados de bibliográfica no producida en este país, ya que en México el uso del bambú es relativamente nuevo como material de construcción, lo mismo sucede con la normativa por lo que se hace uso de legislaciones y publicaciones extranjeras que permitan reforzar los conocimientos existentes en México.

## 1. CONCEPTUALIZACIÓN: MATERIALES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

Debido a que la construcción con bambú es un tema de poco auge en el país, es importante la formalización de conceptos que pueden resultar desconocidos para lograr una mayor comprensión del esquema a través del cual se podrá formar un lenguaje homogéneo entre los lectores y los autores de esta tesis, así como establecer los lineamientos sobre la expresión de conceptos.

Es necesario realizar aclaraciones respecto al alcance de los conceptos que pueden ser utilizados comúnmente, para este trabajo de investigación y por la amplitud de su expresión, conviene atribuir el presente significado:

- **Sostenible:** Para la presente investigación, se refiere sostenible como la proyección de soluciones que engloben el contexto económico, social y ambiental.
- **Sostenibilidad:** De acuerdo con los conocimientos adquiridos en el plan académico de la Facultad de Arquitectura BUAP, se define como la forma de interacción que tiene la construcción con el medio que lo rodea sin realizar afectaciones, así como los aportes que puede realizar sin la intervención directa del ser humano.
- **Desarrollo sostenible:** Se representa por la armónica relación entre el medio ambiente con la sociedad y la economía de esta (Cagio et al, 2010) logrando formar medio habitable equilibrado.
- **Huella ecológica:** De acuerdo con la WWF es la medida de cuánta tierra y agua biológicamente productivas requiere un individuo, población o actividad para producir todos los recursos que consume y para absorber los desechos que generan utilizando la tecnología y prácticas de gestión de recursos preponderantes (WWF, World Wide Fund for Nature, 2012) mide normalmente en hectáreas globales.
- **Sistema constructivo complejo:** Para aclarar esta combinación de palabras, primero, definiremos el sistema constructivo, el cual se refiere al conjunto de cortes y uniones básicas realizadas a las varas de bambú para lograr erigir una construcción apta a la habitabilidad, por lo que, para lograr convertir el sistema constructivo en complejo, se suman los conceptos de rapidez de construcción como se ha aprendido en los documentos de Jorg Stamm (Stamm, 2009) y aplicación de geometría y asociación de materiales para obtener nuevas formas arquitectónicas en las construcciones así como una considerable mejora en el comportamiento del edificio ante cargas y movimientos externos. Además, al denominarse sistema constructivo complejo, no se comportará como un sistema tradicional, es decir, columna-dintel, si no que la estructura trabajará principalmente a tensión.
- **Material alternativo:** Para este proyecto, se define como aquel componente capaz de realizar aportes al medio ambiente cada vez que se utiliza (Lengen, 2009) así como minimizar los impactos ambientales.

- **Bio-arquitectura:** Para el presente documento, el término abarca las construcciones que aplican tecnología que buscan el cuidado del medio ambiente en cualquier aspecto (Lengen, 2016) como reducciones de emisiones de CO2 y opciones a materiales que forman parte de la edificación.
- **Bio-arquitecto:** Se refiere al profesional de la construcción que emplea las tecnologías de la bio-arquitectura para construir y proyectar edificaciones.
- **Legislación:** Conjunto de lineamientos técnicos que se deben seguir para el diseño y construcción de edificaciones (SENCICO, 2006) con *guadua angustifolia* como material de construcción.

A continuación, se enumeran los conceptos que pueden resultar desconocidos para el lector, los cuales se encuentran, en su mayoría relacionados con la construcción con bambú y que para el presente proyecto se utilizarán con el siguiente significado:

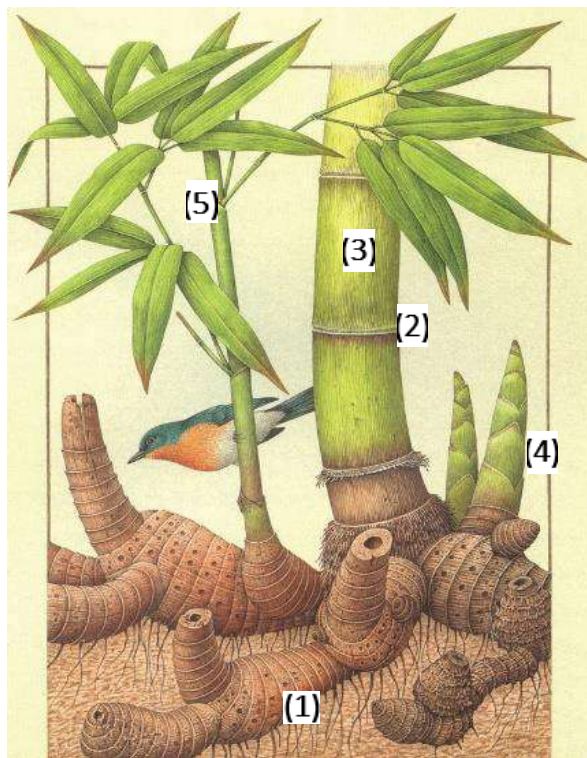
- **Bambú:** Planta de la familia de las gramíneas cuya altura puede ser hasta de 30 metros y diámetros de 25 centímetros, dependiendo la especie, zona geográfica de crecimiento que abarca la plantación a nivel del mar, humedad relativa y clima (López, 1981) sin embargo, al asentar dicha palabra en este proyecto, nos referimos a la especie apta para construcción denominada *Guadua Angustifolia*.
- **Guadua:** El término se refiere a la abreviación de la especie de bambú *Guadua Angustifolia*, la cual es apta para la construcción (Bambuerver, 2015) sin embargo, durante la construcción del Centro Deportivo se podrán utilizar otras especies idóneas para la construcción en cuyo caso será especificado.



[Foto 1] Bambú de la especie *Guadua Angustifolia* Kunth proveniente de Bambuerver. Tlahuetl, Y. 2017. Instalaciones de DICMA TRADE

De acuerdo con el manual de construcción con bambú, esta planta se divide en diferentes partes (López, 1981) que dan cabida a su uso en la obra:

- **Rizoma (1):** Tallo subterráneo del que crece el bambú en forma cónica donde en un costado salen raíces y en el otro el nuevo brote
- **Nudo (2):** Uniones del bambú en forma de anillos en el exterior de la vara que proporcionan rigidez a la pieza.
- **Culmo (3):** Tallo hueco cilíndrico con paredes de diferentes grosores del bambú que se presenta de forma lisa. Se encuentra entre nudos.
- **Brote (4):** Planta en crecimiento que ha surgido de la tierra ya sea por rebrote o nueva plantación.
- **Yema (5):** Especie de ramificación en la cara de bambú, con hojas la cual crece en los nudos, por encima de la línea nodal.



[Dibujo 1] Rizoma del bambú, a la derecha se observa nuevos brotes y a la izquierda un bambú que se ha secado por invierno. <https://www.pinterest.nz/pin/220817187958207036/>

- **Diafragma:** Separaciones circulares interiores del bambú que están reforzadas por los nudos, con forma cóncava.



[Foto 2] Diafragma sin perforar de diferentes diámetros: de izquierda a derecha son 3.5-4.5 cm.; 7-9 cm.; 9-11 cm.; y 11-13 cm.

<https://bambusa.es/producto/canas-bambu-moso/>

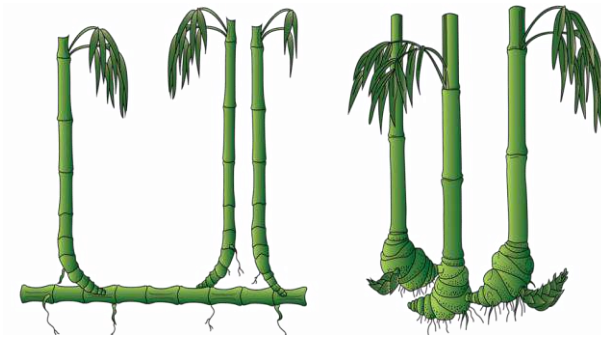
- **Caulinar:** Definición aprendida de los cursos a los cuales, los autores de esta tesis han asistido, siendo una hoja de forma triangular que crece sobre los nudos del bambú que sostiene las hojas y flores nuevas de la planta.



[Foto 3] Hoja caulinar que se encuentra justo sobre el nudo y está a punto de caer, con estas hojas se pueden realizar artesanías.  
Caulinarte, 2016. <http://www.caulinarte.blogspot.com/>

De acuerdo con el libro “Bamboo for gardens” (Meredith, 2001) existen diferentes tipos de crecimiento del bambú, sin embargo los principales son los siguientes:

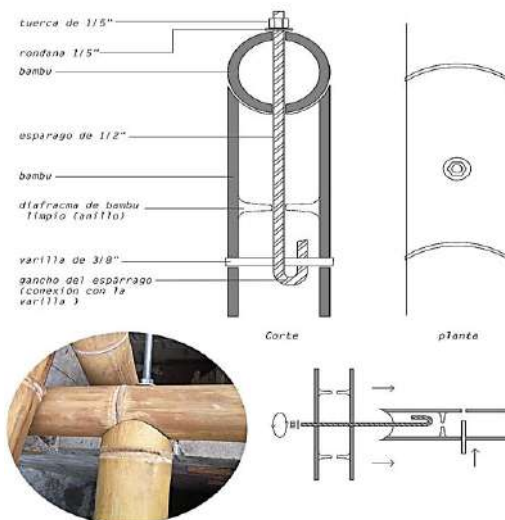
- **Monopodial:** Se refiere al tipo de crecimiento de la raíz a través de un eje principal cuyos lados crecen raíces secundarias.
- **Simpodial:** Se refiere al tipo de crecimiento inicialmente sobre una yema de raíz de eje central y que muere sistemáticamente (en el invierno, o por floración) para que después una yema de raíz lateral es la que retoma el crecimiento.



[Dibujo 2] Tipos de crecimiento: en la izquierda es monopodial considerado invasivo y derecha es simpodial considerado no invasivo. Lewis Bamboo, 2002. <https://lewisbamboo.com/how-bamboo-grows/>

La asistencia a cursos por parte de los autores de esta tesis, impartidos por Jorg Stamm con tema “construcción con bambú” impartido de 3 al 6 de marzo de 2016; Peter Van Lengen, con tema “Bioarquitectura” impartido del 1 al 4 de septiembre de 2016; Jed Long con tema “Cave Urban” impartido del 17 al 19 de febrero de 2017 y profesionales constructores con bambú de Bambuver A. C. y Dicma Trade con el tema “World Bamboo Workshop” impartido del 14 al 17 de septiembre 2017, quienes han sido directores de obra\* de construcciones con bambú, han utilizado y enseñado los siguientes conceptos:

- **Inmunizado:** Proceso de tratamiento que se le otorga a las varas de bambú para prolongar su vida en la construcción y evitar la formación de infecciones funguicidas y bacterianas.
- **Boca de pescado:** Unión entre bambúes que consiste en un corte semicircular no necesariamente perpendicular respecto a la inclinación del bambú que va a sostener.
- **Pasador, espárrago:** Varilla roscada de diferentes diámetros que se utiliza con rondanas y tuercas para realizar uniones entre piezas de bambú.



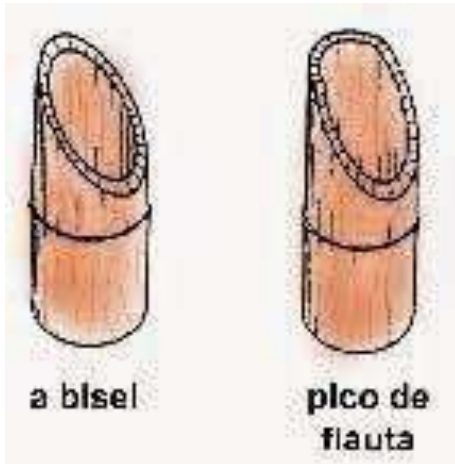
[Dibujo 3] Detalle constructivo de una unión en forma de boca de pescado recta. Caulinarte, 2016. <http://www.caulinarte.blogspot.com/>

\* Jorg stamm: Director de obra del Puente de Cúcuta en Colombia

Peter Van Lengen: Director de obra del Centro cultural y ecológico IMAGINA, Guanajuato. México.

Jed Long: Director de proyectos en Cave Urban, Australia.

- **Corte a bisel:** Terminación de un bambú en diagonal que atraviesa dos puntos opuestos de la circunferencia de la pieza.
- **Pico de flauta:** Terminación de un bambú en diagonal que atraviesa un sólo punto de la circunferencia de la pieza.



[Dibujo 4] Tipos de cortes en las varas de bambú para recibir otras piezas, siempre van a variar de acuerdo a la forma de la estructura. Hacer con bambú, 2016.  
<https://www.hacerconbambu.blogspot.com/2014/08/la-construccion-con-guadua.html>

La realización y asistencia a cursos de estructuras de bambú, los cuales fueron acontecidos entre 2015 a 2017, se aprendió teórica, visual y manualmente la realización del siguiente sistema constructivo y formas de expresión del bambú:

- **Bajareque:** Sistema constructivo tradicional que para el caso del bambú se realiza con un entramado de latas de bambú soportado por postes del mismo material (Lengen, 2016) con un acabado tradicional en adobe el cual puede ser rústico o poseer capas de aplanados de adobe para obtener un acabado pulido.



[Foto 4] Práctica de bahareque realizada en el curso de bambú impartido por Peter Van Lengen y Jed Long el cual, en este caso se hizo una prueba de colocar adobe en estructuras efímeras. DICMA TRADE, 2017.  
[https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?ref=page\\_internal](https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?ref=page_internal)

- **Esterilla:** Pieza obtenida del bambú, donde se realiza un corte longitudinal en toda la pieza mientras se encuentra fresco para desenrollar el bambú y lograr una pieza plana.
- **Lata:** Pieza obtenida del bambú a través de cortes longitudinales en toda la pieza, separándolos –a diferencia de la esterilla- donde comúnmente se obtiene 4 o más piezas.



*[Foto 5] La esterilla se encuentra en el nivel horizontal y la lata es la estructura curva la cual se llama "Bagre" realizada en el workshop con Jed Long. Dicma Trade, 2017.  
[https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?ref=page\\_internal](https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?ref=page_internal)*

### **1.1 Antecedentes: búsqueda de materiales alternativos.**

Retomando el tema ambiental, se exponen las condiciones del planeta ante el avance de la contaminación conforme el tiempo, de acuerdo con la WWF - World Wildlife Fund- (Anónimo, 1970), el daño ecológico ha sobrepasado la capacidad biológica del planeta al hacer uso masivo de los recursos finitos, la industria de la extracción de materias primas convencionales había aportado porcentajes considerables a las faltas cometidas contra la naturaleza en las entre las que destacan el aumento de emisiones de CO<sub>2</sub> y la extinción de especies animales y vegetales por la destrucción de su medio habitable.

Sumado a este problema, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía el municipio contaba con una población de 117,244 habitantes para el año 2015 (INEGI I. N., 2015) por lo que la alta demanda de las necesidades de vivienda de la creciente población está potenciando el impacto ambiental, a pesar de esto, las empresas productoras de materiales convencionales, no enlistan en sus prioridades la transformación de las líneas de fabricación para disminuir la acelerada extracción de los recursos naturales

que proveen metales, aglutinantes, agregados, entre otros, cuya decisión es tomada debido a la poca factibilidad que ocasionará en la contabilidad de la empresa.

Reforzando la definición del término *sostenible*, mencionado en el capítulo 1, para el año de 1987 surge el término “desarrollo sostenible”, en el informe de Brundtland de la ONU llamado “Nuestro futuro común” (Anónimo, 1987) para referirse a la utilización de los recursos sin comprometer la vida de las generaciones venideras, sin embargo, se debe enmarcar el problema del agotamiento de los recursos naturales como un problema sistémico que tiene relaciones íntimas con el lugar y el tiempo en que se desempeña, por lo tanto, a partir de ese momento, se distingue el desarrollo sostenible con tres importantes ramales a considerar para obtener una sociedad que logre cubrir las necesidades de sus miembros, los cuales son:

1. Aspecto económico
2. Aspecto social
3. Aspecto ambiental

Se busca constancia en acciones que ayuden a minimizar la contaminación ambiental que se aproxima para el año 2050, la calculadora de los escenarios de la Huella Ecológica utiliza datos entre 1961 y 2008 como línea de referencia y proyecta el tamaño de cada componente de la huella para 2015, 2030 y 2050. (Moore *et al.*, 2012; WBCSD, 2010)

En el año 2050 la humanidad necesitaría el equivalente a 2,9 planetas para mantener los supuestos de la “gestión tradicional” (WWF, World Wide Fund for Nature, 2012) por lo que se busca concebir diseños de proyectos que fundamenten “bienestar social, con el medio ambiente y la bonanza económica” (Villar, *et. al.*, 2010) es decir, soluciones espaciales asequibles sin comprometer la naturaleza que nos rodea, considerando minimizar la preocupación inminente sobre las necesidades que deben ser cubiertas sin provocar daños irreversibles al medio ambiente con las acciones diarias de la población.

## **1.2. Generalidades: Bambú**

Los bambúes pertenecen a la familia botánica de las gramíneas de la misma forma que la caña y el pasto, teniendo como característica central que son plantas grandes y robustas, dependiendo del clima, la altitud, la zona geográfica, los mantos acuíferos existentes, entre otros factores, los bambúes poseen diferentes características morfológicas y de estructura interna, los cuales de acuerdo con Cortés Rodríguez, se distribuyen desde los 460 de latitud norte hasta los 470 de latitud sur, sin embargo no incluimos todos los países dentro de esos rangos, y desde el nivel del mar hasta los 4 000 metros de altura (López, 1981) a pesar de estos, los mejores bambúes que se utilizan para la construcción poseen un lugar de crecimiento con una altitud promedio a la mencionada anteriormente, generando 90 géneros conocidos resultando en 1040 especies de bambú alrededor del mundo.

Comúnmente, el bambú es conocido por ser relacionado al continente asiático, sin embargo, existe gran variedad de especies americanas siendo 21 géneros y 345 especies situándose desde el sur de Estados Unidos Americanos, México, en toda Centro y Sudamérica, en las Islas del Caribe y el sur de Chile (Rodríguez, 2000), donde Brasil y Colombia se disputan el lugar latinoamericano con mayor cantidad de ejemplares. México ha sido clasificado como de moderada diversidad (Soderstrom, 1985), respaldada con 11 géneros y 39 de bambúes leñosos y herbáceos que habitan principalmente los estados del sureste, a una altitud que va desde el nivel del mar hasta casi 3,000 m., referenciado el dato mencionado con anterioridad sobre el rango de altitud propicia al crecimiento.

El bambú es conocido por su extraordinaria capacidad de crecimiento, sostenido con estudios experimentales, la especie ornamental *Phyllostachys bambusoides* es capaz de crecer 1.25 centímetros en 24 horas, sin embargo, existen especies alrededor del mundo, que tardan varios años en crecer.

La siguiente tabla muestra las especies nativas en México, marcadas con un asterisco las especies endémicas, donde “las cinco especies del género *Guadua* que habitan en México, son las más grandes y frondosas de los bambúes mexicanos”. (Rodríguez, 2000) siendo *aculeata* una de las especies usadas en la construcción.

Géneros y especies de bambúes nativos de México	
<b>Aulonemia</b>	<b>Merostachys</b>
A. <i>clarkiae</i> Davidse & R. Pohl	M. sp.
A. <i>fulgor</i> Soderstrom*	
A. <i>laxa</i> (Maekawa) McClure*	<b>Olmecca</b>
	O. <i>recta</i> Soderstrom*
<b>Arthrostylidium</b>	O. <i>reflexa</i> Soderstrom*
A. <i>excelsum</i> Griseb.	
<b>Guadua</b>	<b>Otatea</b>
G. <i>aculeata</i>	O. <i>acuminata</i> (Munro)
G. <i>amplexifolia</i> J.S. Presl	C. Calderón & Soderstrom
G. <i>longifolia</i> (Fourn.) R. Pohl	O. <i>acuminata</i> ssp. <i>acuminata</i>
G. <i>paniculata</i> Munro	O. <i>acuminata</i> ssp. <i>aztecorum</i>
G. <i>velutina</i> Londoño & L. Clark*	R. Guzmán, Anaya & Santana
	O. <i>fimbriata</i> Soderstrom
<b>Chusquea</b>	<b>Rhipidocladum</b>
C. <i>aperta</i> L. Clark*	R. <i>bartlettii</i> (McClure) McClure
C. <i>bilimekii</i> Fournier*	R. <i>martinezii</i> Davidse & R. Pohl*
C. <i>circinata</i> Soderstrom & C. Calderón*	R. <i>pittieri</i> (Hackel) McClure
C. <i>coronalis</i> Soderstrom & C. Calderón	R. <i>racemiflorum</i> (Steudel) McClure
C. <i>foliosa</i> L. Clark	
C. <i>galeottiana</i> Ruprecht ex Munro*	
C. <i>glauca</i> L. Clark*	*Endémicos
C. <i>lanceolata</i> A. Hitchcock	
C. <i>liebmannii</i> Fournier	
C. <i>longifolia</i> Swallen	
C. <i>muelleri</i> Munro*	
C. <i>nelsonii</i> Scribner & J. G. Smith	
C. <i>repens</i> L. Clark & Londoño*	
C. <i>repens</i> ssp. <i>repens</i>	
C. <i>repens</i> ssp. <i>oaxacacensis</i> L. Clark & Londoño	
C. <i>perotensis</i> L. Clark, Cortés & Cházaro*	
C. <i>pittieri</i> Hackel	
C. <i>simpliciflora</i> Munro	
C. <i>sulcata</i> Swallen	

[Tabla 1] Géneros y especies de bambúes nativos de México. “Bambúes nativos de México.” (p.13) por Cortez, G. 2000. México. CONABIO.



A continuación, se listan características generales de las especies nativas existentes en México: *A. excelsum Griseb* crece de forma silvestre en algunas localidades de Chiapas; *Chusquea* es el género de bambúes más diverso en el mundo: es un género americano que incluye unas 200 especies; *O. acuminata* es la especie más utilizada por las poblaciones rurales de México, pues con sus tallos se construye bajareque, (Rodríguez, 2000) sin embargo, muchas de las especies nativas no tiene condiciones idóneas para su uso estructural en la construcción por lo que han sido introducidas algunas especies provenientes del sur de América o del continente africano y asiático.

Además de las especies nativas existentes en México, existen algunos géneros con amplios beneficios en la rama de la construcción por su alto índice de uso, que han sido introducidas en el país, los cuales a continuación se describirán las especies adecuadas para la construcción:

- *Guadua angustifolia*: Es la especie nativa de América más ampliamente utilizada en Colombia, Ecuador y otros países de Centro y Sudamérica. Fue introducida en México en 1995, procedente de viveros de Colombia. (Cedeño et al, 2011) la cual fue clasificada por un botánico alemán de apellido Kunth, el cual se le atribuyo al pasto gigante.
- *Bambusa Oldhamii*: También conocido como bambú africano, es una de las especies con mayor adaptabilidad, es de rápido crecimiento y no es invasor. Se desarrolla en cepa, su crecimiento alcanza de 12 a 18 metros de altura, contando el follaje. (Bambuver, 2015) además, se conoce que el diámetro usado en construcción es más delgado y con culmos más largos que el género *guadua angustifolia*.
- *Dendrocalamus Giganteus*: Es una especie de rápido crecimiento y no es invasora. Su color es un tono verde azulado y cuando jóvenes dan la sensación de estar aterciopeladas. Puede alcanzar los 25 a 30 m. de altura conocido por su particular tamaño y es originario del continente asiático.

Sin embargo, para el Centro Deportivo a desarrollar, la obtención de la materia prima se realizará principalmente mediante la Cooperativa de consumo “Bambú Oro Verde” la cual realiza plantaciones de bambú en un Rancho en Veracruz, y una vez las varas se encuentran maduras para la construcción, reciben corte, tratamiento y traslado al municipio de San Pedro, Cholula, en la Avenida 12 poniente número 507, quienes proveerán las siguientes especies:

- Guadua Angustifolia
- Bambusa Oldhamii
- Madake (Phyllostachys Bambusoide)

Debido a su viabilidad de uso en la obra por sus resistencia y diámetro, como lo demuestran Obermann y Laude en el proyecto de investigación donde ponen a prueba culmos de guadua de 4" resultado 1.5 KN/cm<sup>2</sup> como fuerza admisible a compresión, del mismo modo, en caso de que el material a través de la asociación antes mencionada se consumara, se prevé acudir a la Asociación Civil denominada BAMBUVER, A. C. ubicada en el Rancho Xocotla, en el municipio de Huatusco en el estado de Veracruz, donde se podrán obtener las mismas especies de bambú.

Y como parte de las generalidades que el lector puede conocer, a continuación, se citan de la página oficial de BAMBUVER A. C., las especies de bambú que son cultivadas para su promoción y desarrollo las cuales podrán ser utilizadas en el proyecto a desarrollar de acuerdo a la zona en la construcción y conveniencia:

Plantas para reforestación y comerciales:

- Guadua Angustifolia
- Bambusa Oldhamii
- Bambusa Vulgaris Vittata
- Bambusa Vulgaris Schader
- Dendrocalamus Asper
- Guadua Aculeata
- Guadua Amplexifolia
- Madake (Phyllostachys Bambusoide)
- Dendrocalamus Strictus
- Gigantochloa Atter

Plantas de Ornato

- Phyllosthys Aurea
- Otatea
- Multiplex

Plantas Exóticas

- Timmor Black
- Otatea
- Dendrocalamus Asper
- Dendrocalamus Giganteus



[Foto 6] *Bambusa Oldhamii*. Tlahuetl, Y. 2015. Instalaciones de Bambuver.



[Foto 7] Cultivo de *Guadua Angustifolia* Kunth. Tlahuetl, Y. 2015. Instalaciones de Bambuver.



[Foto 8] Cultivo de *Phyllostachys Aurea*. Tlahuetl, Y. 2015. Instalaciones de Bambuver.



[Foto 9] *Timmor Black*. Tlahuetl, Y. 2015. Instalaciones de Bambuver.

Es importante mencionar que, para el presente escrito y en los siguientes párrafos, cuando se cite a la palabra *bambú*, se refiere a la especie *Guadua Angustifolia* Kunth, la cual es la más común en la construcción y de mayor facilidad de adquisición, excepto que se utilice otra especie distinta, cuyo caso se puntualizará en la propuesta a realizar.

El abanico de utilidades y usos del bambú resulta de la capacidad de cubrir necesidades de habitabilidad y confort sin dejar de lado la creatividad, durante la cadena que recorre el bambú desde la plantación hasta su utilización en la construcción, existe un listado de beneficios que brinda al medio ambiente y la comunidad que lo planta, distribuye y maneja, de forma tal que el bambú es capaz de reducir los volúmenes de desperdicio en relación a otros materiales usados en la construcción, realizando incluso, aportes por medio de este proceso de vida (Lengen, 2016).

El bambú material vernáculo ha tomado diversas funciones vitales en la vida de las personas que lo utilizan ya que no solo se aplica a la vivienda también es orientado su uso a la medicina, ornamentación y alimentación, sin embargo, los altos registros de daño al medio ambiente, impulsan a enfocar la atención de los constructores por la renovación de la naturaleza considerando aspectos de la época contemporánea, enfocándose en este recurso sostenible que no sólo ha tenido apogeo en el uso habitacional en cualquier parte de la construcción, sino también a espacios públicos, como recreación y educación, a la manufactura de textiles y producción de energía mediante biomasa, todo esto en conjunto

hace concluir que “existe un deseo de luchar contra su actual olvido como material de construcción” (Yunis, 2015) eclipsado por nuevas tendencias en materiales.

Para poder manipular el bambú, enfocándolo principalmente como material de construcción, existe una serie de preceptos a seguir para obtener la vara lista para su producción, que pueden ser de acuerdo con la zona de utilización, clima, ubicación geográfica o método artesanal, sin embargo, se puede resumir en los siguientes puntos generales:

#### *Plantación.*

Este tema abarca diferentes tipos de propagación de acuerdo con la especie, ya que no a todas aplica el mismo proceso: estas pueden ser a través de rizoma, raíces, secciones de tallos, ramas y rebrotes. Los cuales, de forma generalizada, por el tamaño esperado de crecimiento se deben separar en promedio 5 metros ya que esta separación sirve para que el follaje no se enrede entre sí y evitar el excesivo encorvamiento (Ubidia, 2015) y la altitud optima a nivel del mar para su adecuado crecimiento es desde el nivel 0 metros hasta 4000 metros y se desarrolla con plenitud en zonas donde la precipitación pluvial es de 2000 a 2500 mm anuales además que la humedad relativa del lugar ronde entre 75% a 80%. De acuerdo con las plantaciones hechas por experiencia propia de los autores de esta tesis, la principal ventaja de las gramíneas para su explotación y aprovechamiento es que el rebrote de las plantas se realiza de acuerdo con el corte realizado, por lo que se garantiza la continuidad de producción sostenida por su rápido crecimiento.



*Brote tierno*

*Brote en crecimiento*

*Tallo verde*

*Tallo maduro*

[Foto10-13] Construir con Bambú. (p. 12,13) por Ubidia, J. 2015. Lima. Ed. INBAR.

#### *Selección y corte*

De acuerdo con el uso que tendrá la planta es la edad de corte desde el momento de su plantación teniendo el siguiente proceso: hasta 30 días se usa en alimentación, entre 6 meses y un año se utiliza en tejidos, a los dos años se usa para esterilla y latas y a partir de los 3 años en estructuras (López, 1981) las cuales son las de interés en la presente investigación.



[Foto 14] Izquierda: esterilla de bambú. [Foto 15] Derecha: Lata de bambú. Tlahuetl, Y. 2016.

Con las experiencias aprendidas con el bio-arquitecto Peter Van Lengen (Lengen, 2016): el tallo debe tener aproximadamente 4 años cuando alcanza su madurez, posee un color verde opaco y el tallo posee pequeñas manchas blancas. En el bosque de bambú se pueden seleccionar marcado con pintura en aerosol los bambúes que se deseen cortar evitando plantas con huecos o rajaduras, deformaciones de crecimiento, entrenudos muy largos, o síntomas de enfermedad como plagas.

El corte del bambú se realiza en bisel u horizontal en promedio justo por encima del segundo nudo para evitar el estancamiento de agua y su putrefacción (Ubidia, 2015). La época adecuada del corte es en cuarto menguante debido a que existe poca incidencia de la gravedad de la Luna sobre los bambúes generando que el nivel de agua en el tallo sea menor y el proceso de secado sea más eficiente.



*Corte adecuado.*

*Mal corte.*

[Fotos 16-19] *Construir con Bambú.* (p. 15,16) por Ubidia, J. 2015. Lima. Ed. INBAR.

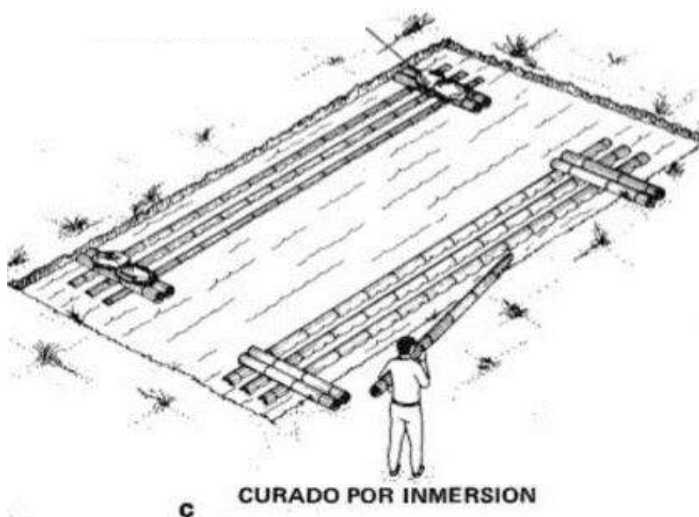
Una vez cortadas las piezas a trabajar, se procede al lavado de lodo y manchas que pueda tener, así como la perforación de diafragmas con el fin de que el proceso de inmunizado se realice también en el interior de las varas.

### *Inmunizado*

Existen diferentes métodos de inmunización del bambú para su longeva preservación ante plagas y enfermedades, desde métodos artesanales (López, 1981) hasta el empleo de químicos de inmunización. Algunos ejemplos artesanales son:

*Curado.* Después del corte se colocan los bambúes en forma horizontal separados del suelo, durante 4 semanas hasta lograr el secado sin manchas y con un color uniforme.

*Curado por inmersión de agua.* Los bambúes recién cortados se sumergen en un estanque con agua o en un río, fuertemente amarrados durante 4 semanas y posteriormente se dejan secar para terminar el proceso de curado.



[Dibujo 5] Curado por inmersión en agua.  
"Manual de construcción con bambú."  
(p.2) López, O. 1981. Colombia. Ed. Cibam

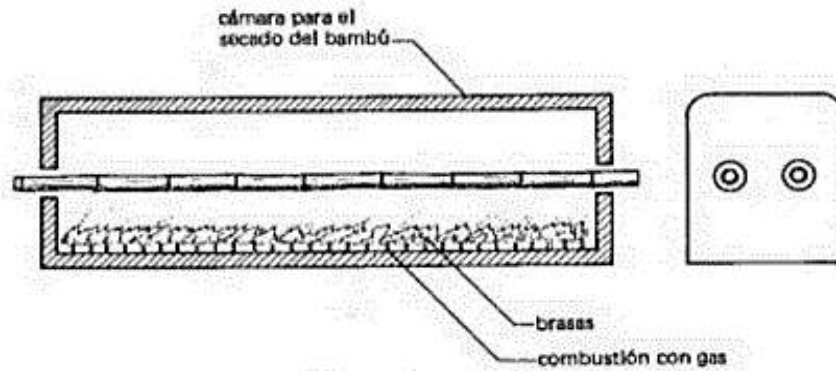
*Curado al calor.* Se colocan de forma horizontal a 40 centímetros de una zanja con brasas calientes evitando que se quemen y realizando giros para que el curado sea homogéneo.

#### CURADO AL CALOR



[Dibujo 6] Curado al calor. "Manual de construcción con bambú." (p.3) López, O. 1981. Colombia. Ed. Cibam.

*Curado al humo.* Los bambúes se colocan dentro de una cámara que tenga acceso a un fogón u hoguera de forma tal que queden cubiertos de hollín.



[Dibujo 7] Curado al humo "Manual de construcción con bambú." (p.3) López, O. 1981. Colombia. Ed. Cibam

Sin embargo, estos procesos requieren de largos periodos y constante revisión para evitar que las varas pasen más tiempo del requerido en el agua, calor o humo y pierdan sus propiedades físicas y estructurales.

Existen más procesos de inmunizado de las varas como pueden ser inmersión en agua salada, inmersión en enzimas que degradan el almidón presente en el bambú o secado tradicional (Ubidia, 2015), sin embargo, existe un tratamiento más común, que amplía el panorama de tratamiento hacia plagas, insecticidas y fungicidas que resulta de costo conveniente, el cual consta en la inmersión de las varas en productos químicos no dañinos al ser vivo y las vuelve inmune al ataque de microorganismos. Los agentes preservantes usados para este proceso son sales de bórax y ácido bórico diluido en agua, donde la proporción usada es de 2 kilogramos de bórax y 2 kilogramos de ácido bórico en 100 litros de agua. (Bambuexport, 2016), el cual se ha aplicado a procesos propios observando un adecuado comportamiento de las piezas.

De acuerdo con Bambuexport, de forma generaliza el secado para la anterior mezcla se divide en tres etapas: la primera es secado por estufa con temperaturas no mayores a 50°C; la segunda etapa se realiza en el exterior con el fin de que reciba luz solar directa para adquirir su tono amarillento característico del material y la última etapa el bambú se almacena en bodegas bajo techo bien ventilados donde terminan de perder la poca humedad almacenada restante así las varas no sufren rajaduras o deformaciones. A pesar de esto, se pueden realizar procesos de secado, usando únicamente la luz solar para su posterior almacenamiento a la sombra.



*Zanja para inmersión*

*[Foto20, 21] Construir con Bambú. (p. 23,24) por Ubidia, J. 2015. Lima. Ed. INBAR.*



*Perforación de diafragmas*



*[Foto 22] Curado con ácido bórico y bórax. Bambuexport, 2016.*

*<http://www.bambuexport.com.ec/procesos/>*

### *Almacenamiento*

Una vez tratadas, las varas de bambú necesitan un almacenamiento adecuado para que no interfiera su potencial uso en la construcción, en general deben almacenarse de forma horizontal evitando flechas que no se tengan previstas en el diseño, en galpones con adecuada ventilación y sin tener luz solar directa ni lluvia.



[Foto 23] Varas de bambú almacenadas. Tlahuetl, Y. 2016. Instalaciones de DICMA TRADE

### *Acabado y mantenimiento*

De forma generalizada, una vez puesto en obra, el bambú necesita una protección al sol y la lluvia, la cual puede ser por dos métodos que tiene mayor uso en la comunidad que utiliza el bambú como materia prima:

La primera es la aplicación de aceite de linaza como protector y potenciador de la inmunización previamente realizada, dependiendo la temperatura climática se coloca cada año siendo mayor a 20°C o siendo menor a 19°C cada dos años, de acuerdo con Guadua Bambú Colombia, el aceite de linaza resulta como un producto humectante para la madera minimizando el riesgo a que la madera se raje o se tuerza por pérdida anormal de su humedad relativa (Colombia, 2016). Sin embargo, en obras realizadas en el estado de Puebla, el mantenimiento a través de este medio se ha realizado con una aplicación anual de aceite de linaza obteniendo resultados óptimos.

El segundo método es a través de la utilización de barnices comerciales para maderas, realizando la selección a través del resultado que se quiera obtener en el bambú,

como lo son acabados brillantes, semimate o mate. En experiencia de los autores de esta tesis, se han realizado aplicaciones de barniz de la marca PolyForm obteniendo resultados excelentes por la protección que brindó al bambú.

#### *Otros usos*

*Paisajismo:* Existen diversas especies que pueden ser utilizadas como paisajismo por sus características de crecimiento, de las cuales, la principal es que su propagación es ordenada ya que existen especies de bambúes que pueden brotar a varios metros de distancia de su plantación original, sin embargo, un ejemplo de crecimiento ordenado o simpodial es *Phyllostachys Aurea* por lo que se pueden formar barreras que dividan predios manteniendo el orden, además de que pueden mantener las laderas empinadas evitando derrumbes. También es importante considerar que la especie de bambú que se elija para la aplicación al paisajismo no posea espinas, ya que los bambúes que las tienen son principalmente aplicados a la construcción.

*Muebles y artesanías:* Un punto favorecedor del bambú es que puede llegar a descartar la producción de desperdicio en obra (Lengen, 2016) o fabricación de muebles, ya que todas las piezas se pueden reutilizar en objetos de ocio, oficina u hogar, como lo son portalápices, ménsulas, cilindros, ceniceros, lámparas de buró, entre otras, además de que las especies más delgadas y flexibles son utilizadas en la construcción de muebles ya sea de forma artesanal o industrializada: es un tema con limitaciones y alcances creativos.



[Foto 24] Muebles y artesanías de bambú en la cooperativa Oro Verde Bambú. Tlahueta, Y. 2017.

*Puentes:* Resultan ilimitadas las formas con las que se pueden realizar puentes peatonales usando la curva natural de los bambúes (Stamm, 2009) entre otras características llevando nuevas perspectivas de la arquitectura contemporánea. Para poder obtener más información acerca de modelos análogos construidos sobre puentes se puede consultar el subtema 2.1. *Principales modelos análogos*, así como las publicaciones del constructor de nombre Jorg Stamm.



[Foto 25,26] Puente de Cúcuta por Jorg Stamm. "Bambú Guadua en puentes peatonales." Umaña, V. 2010. *Tecnología en marcha*. Vol. 23. No. 1. (p. 34.)

*Pisos y molduras:* El bambú se puede aprovechar en laminados y pisos cuando su etapa de crecimiento oscila entre 3 a 5 años, siendo menor que la de las maderas comúnmente usadas. Además, el bambú posee una excepcional dureza que favorece en este tipo de utilización ya que es 34% más duro que el roble blanco.

*Alimentación humana y animal:* En el primer caso, los brotes de 30 días suelen ser utilizados de diferentes maneras desde la aplicación directa en platillo, así como la elaboración de sopas, ensaladas y arroces. El bambú también sirve de alimento para muchas especies alrededor del mundo y la más común conocida es el oso panda gigante, de acuerdo con National Geographic "un ejemplar promedio se pasa la mitad del día comiendo - literalmente: 12 de cada 24 horas" es decir, hacen falta 12,5 kilos de bambú para cubrir las necesidades alimenticias diarias de un panda gigante.

*Biomasa:* El bambú contiene de 40% a 60% más celulosa que la mayoría de los árboles, la gran velocidad de crecimiento del bambú se traduce en una gran productividad de biomasa que, en condiciones ideales, puede llegar a superar las 50 ton/ha/año (Oro Verde Bambú, 2016) para ser aprovechadas en su medio de desarrollo.

### 1.3. Generalidades: Construcción con adobe.

Dando importancia al tema de la utilización de materiales vernáculos y sostenibles, es decir que aporten un menor impacto al momento de obtenerlos y basado en antecedentes culturales del municipio de Amozoc, ya que el lugar cuenta con construcciones de adobe en la zona centro, por lo que este material, por su naturaleza vernácula, posee puntos a favor para ser usado en la construcción, sin embargo, este material no se ha visto favorecido en los últimos años, debido a la presentación de nuevos materiales como el cemento, fibras de vidrio, plásticos a base de neopreno o PVC, entre otros.

Sin embargo, el adobe como material es capaz de erigir grandes edificaciones como en la Ciudad de Shibam en Yemen, Asia (García, 2015). Puede durar cientos de años como La Gran Mezquita de Djenné la cual fue construida en el año 1201 con dos reconstrucciones en los años 1834 y 1906 dando 800 años de antigüedad; otro ejemplo es el Pueblo de Taos, Nuevo México, EUA, al cual tiene construcción en tierra desde el año 1000 y desde el año 1992 es considerado Patrimonio de la Humanidad.



*[Foto 27] Ciudad de Shibam en Yemen con edificios de hasta 43 metros de altura en adobe.*

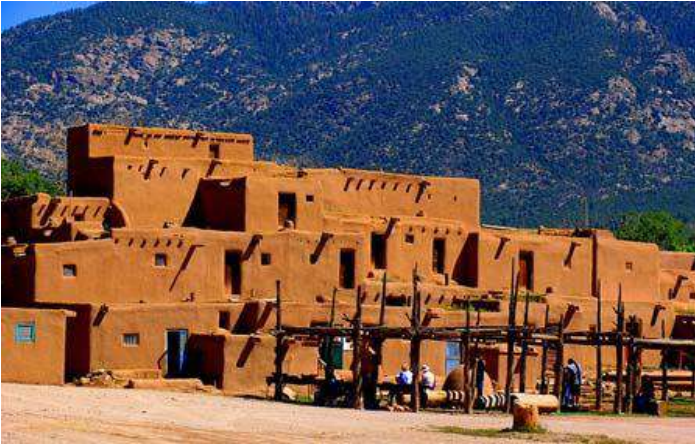
*ArchDaily, 2015.*

*<https://www.archdaily.mx/mx/771311/manhattan-del-desierto-shibam-la-antigua-ciudad-de-rascacielos-de-yemen>*



*[Foto 28] La Gran Mezquita de Djenné, Mali, África. La Nación, 2016.*

*<https://www.nacion.com/el-mundo/interes-humano/el-edificio-de-barro-mas-grande-del-mundo-es-una-mezquita-en-mali/QHZOSJ5ABZHRNHXRFBZCBYVKBI/story/>*



[Foto 29] Pueblo de Taos, Nuevo México, EUA. Nat Geo, 2010. <https://www.nationalgeographic.com/travel/world-heritage/pueblo-de-taos/>

Con lo anteriormente expuesto, es necesario reconocer el impulso con el cual el uso del adobe puede colaborar al medio ambiente lo cual ha sido aprendido por los autores de esta tesis en cursos del bio arquitecto Peter Van Lengen, sobre todo, porque al incorporar evoluciones en el material para aumentar su eficiencia y resistencia, merece el nombre de material alternativo. El adobe como material posee condiciones significativas pues es reciclable, de procedencia natural y no aporta emisiones de CO<sub>2</sub> al ser un material que durante su proceso no necesitan hornos de cocción. A continuación, se describen, de forma generalizada, los puntos importantes a considerar y lograr erigir edificaciones con adobe.

### Composición

De acuerdo con experiencias adquiridas por parte de los autores de esta tesis, en cursos de bio-arquitectura tomados en septiembre de 2016, la mayor ventaja de la construcción con adobe es que los materiales que lo constituyen se encuentran casi en cualquier lugar donde se realice, o en su defecto, es muy asequible transportarlos al lugar de la obra, los cuales son los siguientes:

- Arena
- Arcilla
- Estiércol
- Paja
- Agua



[Foto 30] Componentes para hacer adobe preparándose para ser mezclado. Tlahuetl, Y. 2016.

Siempre serán variables las partes a agregar de cada uno de los materiales, ya que los niveles de arcilla van a variar incluso en localidades cercanas y a eso se vincula la mejora de la resistencia tanto de cada adobe como de la construcción en conjunto. Sin embargo, de acuerdo con Johan Van Lengen (Lengen, 2009) la siguiente proporción puede ser usada haciendo las variaciones pertinentes para obtener una mezcla adecuada:

Arena	4-8 partes
Arcilla	4 partes
Agua	4 partes

A través del cual, se coincide la proporción de materiales, por la realización de adobes y un muro de bahareque como muestra en el Workshop realizado en septiembre de 2016 en conjunto con la empresa de diseño, construcción y mantenimiento Dicma Trade S. A. de C. V., y el sucesor del autor del libro: Peter Van Lengen. Además de esto, para mejorar la resistencia de los adobes es recomendable agregar paja en la mezcla para brindar soporte, también se puede agregar estiércol, aunque es recomendable hacerlo solo en la mezcla que se usará en los muros de adobe.

De acuerdo anécdotas contadas por Peter Van Lengen, en su propia experiencia ha realizado pruebas con estiércoles provenientes de diferentes animales en las obras que ha tenido a cargo, dando como resultado que el estiércol de asno presenta mejores resultados en los adobes, sin embargo, usando estiércol de caballo, el cual es el más fácil de conseguir,

se logran resultados óptimos como los que se describen a continuación en las “pruebas de mezcla”.

Otro de los aspectos a considerar es que existen diferentes maneras de realizar el adobe, como procesos industrializados y maquinas revolventoras, sin embargo, en la experiencia del bio-arquitecto Peter Van Lengen (Lengen, 2016), al realizar la combinación con los pies tiene un mejor efecto debido a que existe un giro que se realiza sobre el talón que aporta una mejora en la homogeneidad de los materiales, que logra no presentar franjas de colores diferentes que indiquen la separación de la composición; también se considera como factor significativo que el agua que se utilizará, la cual debe estar limpia.

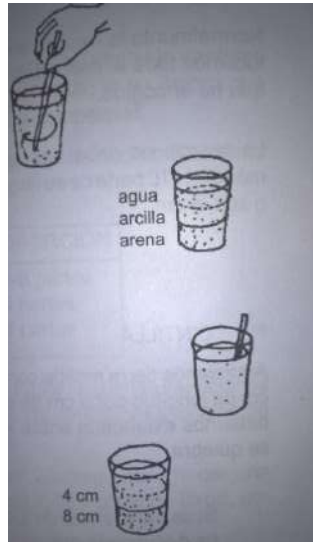
### **Pruebas de mezcla**

Existen una serie de preceptos que todo constructor debe considerar para corroborar si el adobe realizado es apto para construir y tenga la resistencia adecuada, los cuales se describen a continuación.

Se debe tomar en cuenta que el adobe es un material variable y natural por lo que no es necesario realizar pruebas industrializadas o a cargo de un laboratorio. Estas pruebas se dividen en tres secciones: la primera es para obtener una buena arcilla, la segunda es para comprobar la mezcla una vez realizada y la tercera son pruebas que se pueden realizar a los bloques de adobe una vez formados (Lengen, 2009):

#### **Primera etapa realizada en el workshop con Peter Van Lengen**

- *Prueba de color:* Al realizar excavaciones para obtener arcillas, primero se debe retirar la capa vegetal la cual varía su profundidad en cada zona, se debe evitar material con un color negro ya que contiene mucha materia vegetal. Una vez llegado el nivel de excavación apropiado, a través del color, se debe buscar arcilla de color castaño, rojo y naranja la cual es de excelente calidad, sin embargo, si se llegara encontrar arcilla de tonos amarillentos, resulta más adecuada para usar en los adobes.
- *Prueba de olor:* Cuando se tome una muestra de la excavación, se deben evitar las que tengan olor mohoso debido a que poseen demasiada materia orgánica.
- *Prueba por sedimentación:* Existe una forma fácil de comprobar la proporción por sedimentación, la cual fue observada durante el curso de Peter Van Lengen (2016) sobre bio-arquitectura, coincidiendo con los resultados de la siguiente forma: 2/3 de la muestra y lo restante de agua con un poco de sal, la cual se encarga de separar los componentes. El siguiente paso es revolver la mezcla y dejarlo asentarse durante varias horas, y se debe medir la proporción de arcilla-arena de 2:1



[Dibujo 8] Proporción por sedimentación. "Manual del arquitecto descalzo" (p.299) por Lengen, J. 2009. Iztapalapa, D.F. México. Ed. Pax.

Las pruebas que se han descrito con anterioridad se utilizan con éxito para la selección de los materiales para la creación de adobes, por lo que, para lograr asegurar el funcionamiento del sistema constructivo una vez obtenida la mezcla, se prosigue con las siguientes pruebas:

#### Segunda etapa realizada en el workshop con Peter Van Lengen

- *Prueba de contracción:* Cuando se tiene la mezcla de adobe, se realiza una caja de 0.04 x 0.04 x 0.40 para llenarla y dejarla secar a la sombra. Al observar los resultados se debe observar una reducción del tamaño del bloque sobre las medidas del molde, no mayor al 10% del largo es decir 4 centímetros y presentar pequeñas grietas.
- *Prueba de cintilla:* Una vez obtenida la mezcla, se realiza una cintilla de 20 centímetros de largo y un promedio de 2.5 a 5 centímetros y tomarla con la mano para observar a que distancia se quiebra, si lo hace entre 5 y 15 centímetros, es una buena mezcla para realizar adobes.



[Foto 31] Prueba de cintilla por Peter Van Lengen. Tlahuetl, Y. 2016.

Por última instancia, se deben realizar una prueba a los bloques de adobe una vez que han sido finiquitados, la cual es la siguiente:

### **Tercera etapa realizada en el workshop con Peter Van Lengen.**

- *Prueba bajo el agua:* Se debe colocar un adobe bajo el agua durante 4 horas, una vez pasado el tiempo se debe romper para observar que la penetración del agua no sea mayor a 1 centímetro.

Todas estas pruebas han sido corroboradas y realizadas en conjunto con el bio-arquitecto Peter Van Lengen, las cuales también se pueden encontrar en el libro el Manual del Arquitecto Descalzo de Johan Van Lengen (*Manual del arquitecto descalzo, Johan Van Lengen, 2009*). Otra ventaja del adobe es que, si las muestras no aprueban la última etapa, estos adobes pueden ser reciclados agregando arcilla o arena dependiendo en cada caso, o pueden ser utilizados en muros interiores que no sean de carga.

### **Proceso constructivo: Adobe**

Otro punto positivo del adobe es que tiene factibilidad a la variedad de formas como se pueda requerir ya que los moldes se pueden realizar a gusto del constructor, tanto para generar un diseño como para resaltar ventajas en puntos críticos como esquinas y uniones de espacios en la edificación, los moldes se realizan generalmente de madera, con las medidas deseadas con un par de asas para poder manipular y extraer el adobe, las más comunes son 5 x 10 x 20 cm y 8 x 10 x 40 cm., (Lengen, 2009) sin embargo, se pueden variar las medidas, siempre que exista una proporción entre sus tres lados.

También existe la facilidad de realizar varios adobes en un solo molde para agilizar el proceso de fabricación, logrando desmoldar varios adobes al mismo tiempo requiriendo menor cantidad de esfuerzo humano, también puede ser usado cuando se requieran vender los adobes por lo que se realizan en menor tiempo, pero esto no significa que no existan otro tipo de moldes en cuanto a forma y material ya que existen moldes metálicos y con prensas hidráulicas.

### *Hacer adobes de acuerdo con Peter Van Lengen*

- *Paso 1. Preparación del molde:* Como paso inicial, se debe contar con los moldes los cuales, por experiencia propia, funcionan adecuadamente los moldes de madera con cuatro lados y dos asas a los costados



[Foto 32] Remojado del molde para adobes. Tlahuetl, Y. 2016.

- *Paso 2 llenado y desmolde:* Para iniciar el llenado del molde primero se debe remojar en agua unos segundos y colocar un poco de arena para que la mezcla no se pegue en el molde y el adobe se desmolde completamente, una vez realizados estos pasos, se toma con las manos la cantidad aproximada para llenar el molde sin realizar recargas de mezcla porque al hacer esto, durante el proceso de secado se pueden quebrar los adobes.

Después, con un machete o similar, se enrasa el molde para eliminar el exceso y con las manos húmedas se alisa la superficie del adobe. Por último, con cuidado, se alza el molde para que permita la salida del adobe.



[Foto 33] Enrase del adobe. Dicma Trade. 2016.  
[https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?ref=page\\_internal](https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?ref=page_internal)



[Foto 34] Alisado de superficie. Dicma Trade. 2016.  
[https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?ref=page\\_internal](https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?ref=page_internal)



[Foto 35] Desmolde del adobe. Dicma Trade. 2016. [https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?ref=page\\_internal](https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?ref=page_internal)

- *Paso 4 Secado:* El tiempo promedio de secado de los adobes es de 4 semanas, en un lugar con sombra para evitar la excesiva pérdida de agua.



[Foto 36] Adobes listos para el secado. Tlahuetl, Y. 2016.

#### **Proceso constructivo: Bahareque de acuerdo con Peter Van Lengen**

Los muros de bahareque están compuestos de una estructura primaria de varas de bambú, con *lata* de bambú, la cual es una tira de bambú de un ancho de 3 a 5 centímetros, y dicha estructura es recubierta de adobe, este proceso fue mostrado por el bio-arquitecto Peter Van Lengen. Realizar construcciones con bahareque tiene ventajas para los usuarios del mismo como: aislante térmico y acústico, variedad de formas y rapidez de construcción, las cuales ayudan a dar popularidad como material alternativo.

Los materiales que lo constituyen son la mezcla que se usa para los adobes, restando el estiércol y añadiendo el bambú en dos presentaciones: varas de bambú y lata de bambú.

A continuación, se describe el proceso constructivo aprendido en el curso de bioarquitectura en septiembre de 2016 por los autores de esta tesis:

*Selección y montaje de las piezas:* Las varas de bambú deben tener un grosor promedio de 10 a 12 centímetros, para un sistema que sea exterior ya que se puede utilizar para estructuras efímeras pudiendo usar bambúes de grosores menores y obtener muros más delgados. Generalmente las piezas de bambú se colocan a cada 60 centímetros. Una vez montado el esqueleto, se debe “tejer” latas de bambú intercalando el sentido de cada una para generar traslapes y evitar zonas débiles.



[Foto 37] Esqueleto de bambú para muro de bahareque. Tlahuetl, Y. 2016.

La mezcla que se utiliza para cerrar los muros es la misma para generar adobes, se debe colocar conjuntamente dentro y fuera del mismo para que se conforme monolíticamente. Es recomendable, de acuerdo con lo aprendido en el curso de Peter Van Lengen, realizar los muros de forma constante para obtener una pieza monolítica.



[Foto 38] Colocación de adobe en el muro de bahareque. Tlahuetl, Y. 2016.

*Acabados:* una forma rápida de obtener un acabado liso es con piedras de río, colocando la mezcla de adobe con mayor cantidad de arcilla para minimizar la rugosidad que la arena pondría en caso de que se aumentara la misma. Una vez colocada la mezcla, se pule con las piedras colocando de 3 a 4 capas de la mezcla hasta obtener un acabado liso.

*Protección:* Cuando se realizan construcciones con adobes es importante en primera instancia colocar voladizos o aleros que cubran los muros de la lluvia para evitar la erosión del muro. Otra forma de protegerlos es colocando piedras pequeñas en las juntas denominado rajuela para evitar la erosión de las mismas e impedir el desprendimiento de los adobes entre ellos.

Por último, una forma económica de recubrir los muros de bahareque es con baba de nopal (Lengen, 2009) o en el caso de que no se pudiera encontrar, se puede utilizar alguna cactácea, la cual, para el primer caso, se debe remojar en agua durante dos semanas hasta que la planta aporte sus características, una vez obtenida el agua con la baba de nopal se debe colocar en los muros de bahareque o adobe con una brocha como en la aplicación de pintura y se deja secar, este recubrimiento resultará como repelente de lluvia.

## Conclusión

Una vez determinadas las definiciones que abarca el sistema de construcción con bambú se logra ver que es importante la unificación de las palabras para poder conocer las uniones, piezas, formas y proceso de manera clara aún si no se ha tenido la oportunidad de asistir a un curso presencial teórico-práctico sobre el bambú. También permite ampliar el panorama

visual acerca de la capacidad de adaptabilidad que tiene el bambú ante la solución de problemas constructivos.

El uso de materiales alternativos que minimicen los impactos negativos al medio ambiente es importante para minimizar el impacto de la huella ecológica, es decir reducir los tiempos **para absorber los desechos que se generan cada día** brindar tiempos a los ecosistemas para renovarse (WWF, World Wide Fund for Nature, 2012), ya que el ritmo del consumo humano de los recursos naturales ha aumentado: cerca del 190 por ciento en los últimos 50 años (WWF, Informe Planeta Vivo Apuntando más alto, 2018) demostrando que no se debe continuar con el uso de materiales que contribuyan considerablemente a estas afectaciones.

Por lo que a lo largo de este capítulo se mostraron dos materiales y su proceso constructivo que puedan servir de base a la inclinación de estructuras habitables amigables con el medio ambiente y las personas que lo rodean.

## 2. SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

Una de las principales necesidades de la población a satisfacer es el área deportiva, la cual, con los espacios que se proponen en el diseño del Centro Deportivo: canchas de usos múltiples, área de rampas, zona administrativa, sanitarios, comedor y servicios médicos, primeros auxilios se busca cubrir dicha necesidad a través de espacios para actividades deportivas que brinden confort, aporte al paisaje y minimicen el daño al medio ambiente.

El bambú como propuesta de material a soluciones constructivas posee variedad de procesos para erigir edificaciones de cualquier tipo, de la cual se debe escoger de acuerdo con el problema que se ha presentado, así como el carácter morfológico que se desea proveer a la construcción. El bambú presenta ventaja sobre otros materiales porque dependiendo el sistema que se escoja, el bambú puede verse, por ejemplo, como un material ligero o pesado.



[Foto 39] Construcción de vista pesada por ser cubierta a través de paneles prefabricados debido a que se encuentra en una zona húmeda y con precipitaciones constantes ya que está en las faldas del volcán el Popocatepetl, además de que estos paneles proporcionan un ambiente cálido. Dicma Trade. 2016.

<https://www.facebook.com/939140182780390/photos/a.971784446182630/1122006614493745/?type=3&theater>



[Foto 40] Construcción de vista ligera por no estar cubierta, únicamente realizada con latas de bambú realizadas en el curso de arquitectura efímera con Jed Long. Tlahuetl, Y. 2017.

Es importante considerar que el bambú tiene diferentes expresiones para ser aplicado a construcciones de cualquier tipo, y se encuentra ligado a la morfología que se quiera dar a la construcción. Como parte del aprendizaje obtenido en libros, cursos y pláticas impartidas por instructores del bambú, a continuación, se describen propuestas constructivas con las cuales se pueden realizar construcciones:

- *Arquitectura efímera*: Se caracteriza por ser de rápido ensamble y muchas veces se ocupan para brindar un espacio habitable a las personas después de que la zona haya sufrido un desastre natural. Las piezas se pueden desarmar con facilidad para poder ser reutilizadas.



[Foto 41] Domo geodésico frecuencia V1 que puede ser utilizado como cubierta ligera. Dicma Trade, 2015.

<https://www.facebook.com/939140182780390/photos/a.939340946093647/1000517479975993/?type=3&theater>

- *Sistema de dintel y columna*: Técnicamente es un sistema ortogonal que utiliza en el plano vertical, columnas de bambú y en el plano horizontal, traveses y largueros para entrepisos y azotea



[Foto 42] Casa del Popocatépetl realizada con cortes a mano que consistieron en bocas de pescado y cortes a bisel en su mayoría. Dicma Trade, 2015.

[https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?tab=album&album\\_id=971784446182630&ref=page\\_internal](https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?tab=album&album_id=971784446182630&ref=page_internal)

- *Armaduras complejas y simples:* Se realizan triangulaciones para generar armaduras que transmitan las cargas, en estas también pueden usarse las curvas naturales del bambú



*[Foto 43] Casa del Popocatepetl hechas con armaduras tipo Warren compuesta. Dicma Trade, 2016.*

[https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?tab=album&album\\_id=971784446182630&ref=page\\_internal](https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?tab=album&album_id=971784446182630&ref=page_internal)

- *Ensamblajes por conexiones:* Se utilizan herramientas como copa sierra, formol, lima de media caña para crear cortes de media circunferencia que hagan encajar con otra vara de bambú de forma ortogonal o en ángulo agudo u obtuso.



*[Foto 44] Columna con ensamblajes de boca de pescado para sostener un techo verde en la entrada de la casa del Popocatepetl. Dicma Trade, 2016.*

[https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?tab=album&album\\_id=971784446182630&ref=page\\_internal](https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?tab=album&album_id=971784446182630&ref=page_internal)

- *Sistema de par y nudillo:* En este sistema no se utilizan cortes curvos, sino que se empalman las varas para ser atravesadas por pernos, tiene la ventaja de ser más ágil al momento de armar las estructuras.



*[Foto 45] Sistema de par y nudillo en un tejado realizado por el Staff Dicma Trade. Dicma Trade, 2015.*

<https://www.facebook.com/939140182780390/photos/a.968570516504023/968570566504018/?type=3&theater>

- *Tensegridad*: Es un sistema que parece dar la sensación que los bambúes flotan ya que ninguno de ellos se toca entre sí, está sujeto a tensión y se pueden usar velarias para cubrir los espacios.



*[Foto 46] Estructura sujeta a Tensegridad en la cual ninguno de los elementos de bambú se toca entre sí, realizada en la Facultad de Arquitectura BUAP. Dicma Trade. 2015.*

*[https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?tab=album&album\\_id=968583056502769&ref=page\\_internal](https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?tab=album&album_id=968583056502769&ref=page_internal)*

Donde todos los sistemas se adaptan a la zona donde se utilizarán, brindando al bambú la característica de versatilidad constructiva.

## 2.1. Principales modelos análogos

El uso de bambú como material de construcción para medios habitables tiene antecedentes remotos, como lo fueron cabañas y chozas que cubrían las necesidades básicas de alojamiento y protección, hasta lograr desarrollar proyectos con estética y funcionalidad a través de los avances en tecnología aplicada a la arquitectura.

Al observar el comportamiento de las estructuras de bambú ante el paso del tiempo, así como ante movimientos sísmicos y eólicos, se ha despertado en los investigadores la realización de pruebas de resistencia al bambú para lograr aplicar normativa específica a los comportamientos del material en mención obteniendo estructuras seguras a los usuarios, por lo que se consigue un análisis metódico de las piezas hasta conseguir ser el principal material en las construcciones. Estas pruebas han conseguido evoluciones positivas en los sistemas constructivos con bambú, mejorado el comportamiento de la materia prima respecto a fuerzas externas como cargas vivas, fuerzas sísmicas y eólicas, que, por consiguiente, refuerza las legislaciones ya existentes aplicadas al bambú como material de construcción de una manera objetiva.

Ampliamente ligado al tema de la evolución de las técnicas constructivas del bambú, en el siguiente párrafo se mencionan personajes importantes que realizaron aportes significativos a la arquitectura por lograr mezclar sistemas constructivos contemporáneos con el uso milenario del bambú logrando una fusión del comportamiento del sistema. Los

trabajos desarrollados por estos constructores se describirán a continuación para ampliar el contexto de lo que se puede lograr con el bambú en la arquitectura.

### Modelos análogos internacionales

- Simón Vélez

Uno de los principales aportes por parte del arquitecto es la adaptación y evolución de las uniones en las piezas de bambú mediante pernos e inyecciones de concreto para lograr la transmisión de esfuerzos de forma adecuada.

Una de las prioridades del arquitecto es la elaboración de obras “vegetarianas” buscando la sostenibilidad del edificio, en la siguiente imagen hay una muestra clara de mezcla de la protección del bambú desde la cimentación con pilares de concreto para evitar la lluvia así cómo funcionan dichos pilares para la transferencia de esfuerzos en el sistema estructural.



[Foto 47] Estructura mixta de columnas y cimentación de hormigón y estructura de guadua. “La importancia de la guadua en la obra de Simón Vélez” Por Salas, E. 2006. Boletín de arquitectura n. 241. P.15.



[Foto 48] Izquierda, pabellón ZERI en Hannover, Alemania realizado por Simón Vélez, donde se muestra el uso de las curvas del bambú a favor de la forma de la estructura. [Foto 49] Derecha se observa el detalle de las columnas. "Símbolo y búsqueda de lo primitivo." (P. 193,200) Vélez. S. 2006.



[Foto 50] Interior de la iglesia de Pereira en Colombia la cual es una analogía de los bosques de bambú y su curva natural. ArchDaily. 2013. <https://www.archdaily.mx/mx/02-265878/arquitectura-en-bambu-la-obra-de-simon-velez>



[Foto 51] Iglesia de Pereira en Colombia observada desde el exterior, contiene partes semi-cubiertas. ArchDaily, 2013. <https://www.archdaily.mx/mx/02-265878/arquitectura-en-bambu-la-obra-de-simon-velez>



[Foto 52] Detalle de anillo de cubierta. Mezcla de sistemas constructivos. "Símbolo y búsqueda de lo primitivo." (P. 203) Vélez. S. 2006.

- Jorg Stamm

Una de las afirmaciones personales de Jorg Stamm, caracterizado ser un exponente de las grandes obras de bambú colombianas, es la adaptación del proyecto a la naturaleza del material mismo es decir la curva que el bambú que toma durante su crecimiento, un ejemplo propio de esta circunstancia es la Iglesia de Pereira en Colombia, donde el diseño se adapta a la forma del bambú.

Jorg Stamm se caracteriza por que se centra en la rapidez de la realización de la obra, siguiendo el modelo de utilizar la naturaleza del bambú centrándose en la construcción de grandes puentes que salvan claros amplios a través de métodos prácticos de empalmes y uniones minimizando los tiempos de obra. Una característica relevante del constructor de bambú es la búsqueda de una semi-industrialización de pórticos, ya que realiza parte de la obra en el taller, donde puede hacer cortes y uniones para realizar el montaje de las piezas en la obra.



*[Foto 53] Puente peatonal "Jenny Garzón", diseñado y construido por Jorg Stamm. "Siete conceptos para hacer un puente de bambú." (P. 7) Stamm, J. 2009. Tailandia.*



[Foto 54] Puente peatonal “Jenny Garzón”, diseñado y construido por Jorg Stamm en Bogotá con un claro de 46 metros. “Siete conceptos para hacer un puente de bambú.” (P. 7) Stamm, J. 2009. Tailandia.



[Foto 55] Torres hiperbólicas, diseñado y construido por Jorg Stamm. “Siete conceptos para hacer un puente de bambú.” (P. 25) Stamm, J. 2009. Tailandia.



[Foto 56] Torres hiperbólicas "Three Mountains" diseñado y construido por Jorg Stamm en Bali. "Siete conceptos para hacer un puente de bambú." (P. 17) Stamm, J. 2009.



[Foto 57] Puente de Cúcuta: el arco está compuesto por 6 guaduas, estabilizadas por tirantes con una membrana de 400 m2 diseñado y construido por Jorg Stamm. "Siete conceptos para hacer un puente de bambú." (P. 10) Stamm, J. 2009. Tailandia.

## 2.2. Modelos análogos en México

Para enriquecer el contexto fotográfico de las construcciones en bambú a continuación se muestran más obras con el noble material que resultan del sector contemporáneo empleando el bambú con uniones metálicas de diferentes tipos en las cuales, en algunas se tuvo participación y experiencias propias por los autores de esta tesis.

- Centro cultural y ecológico IMAGINA, León Guanajuato



*[Foto 58] Los arcos fueron contruidos en el taller de Dicma Trade realizando la curva que se observa y fueron transportados por grúas al lugar de la edificación. Centro cultural y ecológico IMAGINA, Guanajuato. México. Staff Dicma Trade. Marzo 2016.  
[https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?tab=album&album\\_id=1219340344760371&ref=page\\_internal](https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?tab=album&album_id=1219340344760371&ref=page_internal)*

Esta edificación estuvo a cargo del bio-constructor Peter Van Lengen, la cual se realizó con adobe y arcos de bambú, estos arcos están conformados por 6 varas que descansan en una placa metálica y prensados por anillos a lo largo del arco, proceso del cual los autores de esta tesis fueron testigos.



[Foto 59] Centro cultural y ecológico IMAGINA, Guanajuato, México, posee una cubierta de sobre los arcos de bambú en la cual se coloca lata de bambú cruzada a fin de tener el diseño de rombos y sobre ella una velaria translúcida. Staff Dicma Trade. Abril 2016.

[https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?tab=album&album\\_id=1219340344760371&ref=page\\_internal](https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?tab=album&album_id=1219340344760371&ref=page_internal)



[Foto 60] Arcos de bambú del Centro cultural y ecológico IMAGINA, Guanajuato, bambú unidos con espárragos y tuercas con como cinchos metálicos para aportar rigidez. Puebla. Foto por: Staff

Dicma Trade. Marzo 2016. [https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?tab=album&album\\_id=1219340344760371&ref=page\\_internal](https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?tab=album&album_id=1219340344760371&ref=page_internal)

- Casa Popocatepetl

Esta casa, de la cual los autores de esta tesis fueron parte del equipo de montaje, es una edificación con uniones artesanales debido a que fueron realizadas, en su mayoría, sin herramientas eléctricas, por la cercanía a la falda del volcán Popocatepetl realizándose con formoles y limas de media caña.



[Foto 61] Casa Popocatepetl, Puebla construida a las faldas del volcán tiene aproximadamente 2,000 metros lineales de bambú, en la foto aún no ha sido recubiertas de paneles prefabricados para su protección. Staff Dicma Trade. Mayo 2015. [https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?tab=album&album\\_id=971784446182630&ref=page\\_internal](https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?tab=album&album_id=971784446182630&ref=page_internal)



[Foto 62] Cubierta de la Casa Popocatepetl, Puebla que recibirá un techo verde, se observa una columna tipo arboriforme sencilla. Staff Dicma Trade. Mayo 2015. [https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?tab=album&album\\_id=971784446182630&ref=page\\_internal](https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?tab=album&album_id=971784446182630&ref=page_internal)



[Foto 63] Arco principal de la Casa Popocatépetl el cual está compuesta de 3 guaduas, al no ser estructural sino de ornato, no posee arriostramiento. Staff Dicma Trade. Mayo 2015.

[https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?tab=album&album\\_id=971784446182630&ref=page\\_internal](https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?tab=album&album_id=971784446182630&ref=page_internal)

- Cubierta Fritz, Puebla.

Este espacio es una edificación de dos niveles que ocupa la curva natural del bambú, los autores de esta tesis formaron parte del equipo de manufactura y montaje de las piezas de bambú, reafirmando el uso de materiales contemporáneos sin dejar de lado la naturalidad que el bambú posee.



[Foto 64] Modelo en 3D de la cubierta Fritz, la cual posee columnas con un sistema denominado “yoyo” en el cual se compone de 4 varas de bambú unidas por 2 piezas pequeñas perpendiculares que amarran las varas. Dicma Trade, mayo 2016.

[https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?ref=page\\_internal](https://www.facebook.com/pg/DICMA-TRADE-939140182780390/photos/?ref=page_internal)

- Cubierta Martínez, Puebla, Puebla.

Los autores de esta tesis realizaron la cubierta del cubo de escalera en una casa habitación en la Ciudad de Puebla, el bambú tiene la función de estructura principal, junto con empotres de acero estructural para la transmisión de cargas del bambú a la construcción de existente, siendo el vidrio templado el material que cierra el techo del domo.



### 2.3. Beneficios medio ambientales

El bambú es un material versátil y capaz de aplicar acciones regenerativas al lugar en donde crece y en el lugar en que se utiliza para construir. Es deseable que, durante el desarrollo, consistente en plantación y crecimiento del bambú, se realicen contribuciones positivas al medio ambiente, las cuales se clasificarán como antes, durante y después de su uso en la construcción, a continuación, se muestran los beneficios que el bambú destaca:

#### *Beneficios antes de la obra*

El uso del bambú demuestra una reducción del impacto ambiental debido a que el sistema de raíces entretrejidas y rizomas que tiene el bambú contribuyen eficientemente a conservar y recuperar el suelo (Umaña, Bambú Guadua: un recurso ecológico, 2009) por lo que este sistema de redes evita la degeneración de canteras o cerros ayudando al suelo a la regeneración por erosión.

Al ser una planta de rápido crecimiento y abundante follaje, de acuerdo a Umaña, el bambú posee follaje que actúa como colchón de hojas en el medio natural al que pertenece

(Umaña, Bambú Guadua: un recurso ecológico, 2009) dicho colchón protege y enriquece el suelo.

Como lo menciona Betancourt et al. (2009) dentro de los principales beneficios del bambú mientras está plantado, es el comportamiento como una bomba de almacenamiento de agua en el tallo, determinando que una hectárea de bambú puede almacenar 30,375 litros de agua, es decir, suficiente para 150 personas por día, asumiendo un consumo de 200 litros por cada uno, por lo que funciona como presa hídrica a la zona donde se encuentre plantado, protegiendo las tierras de erosión haciendo notar que el bambú aporta beneficios al lugar donde se encuentre plantado.

Las plantaciones de bambú son captadoras de CO<sub>2</sub> en mayores cantidades a diferencia de los bosques de otros tipos de árboles (Betancourt et al., 2009) permitiendo plantar el bambú para que actúe como filtro limpiador del aire para mejorar la calidad de este.

El mantenimiento que se realiza a las plantaciones es prácticamente nulo, ya que absorbe agua de las lluvias para guardarla durante época de menor precipitación pluvial y sus hojas caulinares resultan como su propio fertilizante.

### ***Beneficios durante la obra***

Reducción de costos y volúmenes de obra en comparación con los materiales contemporáneos: es importante explicar un análisis de precio unitario de un elemento estructural utilizado en las construcciones en general, sea de concreto armado o de bambú para abordar términos iguales en la comparativa y demostrar la reducción que el bambú es capaz de aportar.

Dicho elemento para analizar será 1 metro de elemento estructural tipo columna con sección de 0.30x0.30 metros en una construcción en planta baja con montaje máximo de 4 metros, tomando en cuenta que el sitio de colocación es en Amozoc, Puebla.

**ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO DE COLUMNA DE CONCRETO ARMADO**

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
CC-01	Suministro, fabricación, acarreo, vaciado de concreto, cimbra común, descimbra, habilitado, armado de acero de refuerzo en columna 30x30 concreto tipo f'c= 250 kg/cm2 hecho en obra con agregado grueso máximo de 3/4" armada con 8 varillas del #5 y 10 estribos #3@7 en extremos y resto #3@15 a una altura maxima de 4 metros. Incluye mano de obra, herramienta y materiales.	M

CLAVE	DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE
<b>MATERIALES</b>					
	Concreto f'c=250 kg/cm2	M3	\$1,396.50	0.09	\$125.69
	Acero #5	KG	\$19.73	12.48	\$246.27
	Acero #3	KG	\$19.08	10.58	\$201.85
	Alambre	KG	\$30.00	0.0389	\$1.17
	Cimbra contacto	M2	\$107.76	1.20	\$129.31
			SUBTOTAL DE MATERIALES		\$704.29

<b>MANO DE OBRA</b>					
(1-1)	Cimbra y descimbra	JOR	\$1,089.70	0.235	\$256.40
(1-1)	Cimbra y descimbra	JOR	\$1,089.70	0.235	\$256.40
(1-1)	Habilitado de acero	JOR	\$1,089.70	0.008	\$9.08
(1-3)	Colado	JOR	\$1,969.44	0.098	\$192.14
(0-1)	Vibrado	JOR	\$439.86	0.067	\$29.32
			SUBTOTAL DE MANO DE OBRA		\$743.35

<b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>					
	Revolvedora	HR	\$ 80.00	0.286	\$22.86
	Cuerpo de andamio	HR	\$ 13.00	2.000	\$26.00
	Vibrador	HR	\$ 45.00	0.067	\$3.00
			SUBTOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO		\$51.86

<b>HERRAMIENTA Y EQUIPO DE SEGURIDAD</b>					
	DHM	%MO	\$795.20	3%	\$23.86
	EQSEG	%MO	\$795.20	2%	\$15.90
			SUBTOTAL DE HERRAMIENTA DE MANO Y EQUIPO DE SEGURIDAD		\$39.76

COSTO DIRECTO	\$1,539.25
COSTO INDIRECTO	\$307.85
UTILIDAD	\$153.93
<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>\$2,001.03</b>

[Tabla 2] Análisis de precio unitario de columna de concreto puesta en obra. Realizado por Tlahuetl, Y. 2020.

**ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO DE COLUMNA DE BAMBÚ**

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
CB-01	Suministro, selección, corte, acarreo, colado de culmos con mortero grout, habilitado, armado de acero de refuerzo con 4 varillas de 60 cm del #3 en columna de bambú de 4 piezas de guadua de 4" de diámetro con 3 crucetas de guadua de 30 cm de largo a una altura máxima de 4 metros. Incluye tornillería, barnizado, resane, mano de obra, herramienta y materiales.	M

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE
<b>MATERIALES</b>					
	Guadua 4"	M	\$35.00	4.00	\$140.00
	Acero #3	KG	\$19.08	1.337	\$25.51
	Grout	M3	\$27.78	0.06	\$1.69
	Esparrago 3/8 gal	M	\$40.00	1.40	\$56.00
	Barniz polylack	M2	\$18.33	1.47	\$26.90
	Resane	L	\$106.00	0.10	\$10.60
			SUBTOTAL DE MATERIALES		\$250.11

<b>MANO DE OBRA</b>					
(1-1)	Selección y corte	JOR	\$1,089.70	0.011	\$12.05
(1-1)	Armado de columnas	JOR	\$1,089.70	0.011	\$12.05
(1-1)	Habilitado de acero	JOR	\$1,089.70	0.083	\$90.81
(1-2)	Montaje	JOR	\$1,529.57	0.038	\$57.36
(1-1)	Colado	JOR	\$1,089.70	0.098	\$106.31
(1-1)	Resane y barnizado	JOR	\$439.86	0.080	\$35.19
			SUBTOTAL DE MANO DE OBRA		\$313.76

<b>HERRAMIENTA Y EQUIPO DE SEGURIDAD</b>					
	DHM	%MO	\$313.76	7%	\$21.96
	EQSEG	%MO	\$313.76	2%	\$6.28
			SUBTOTAL DE HERRAMIENTA DE MANO Y EQUIPO DE SEGURIDAD		\$28.24

COSTO DIRECTO	\$592.11
COSTO INDIRECTO	\$177.63
UTILIDAD	\$59.21
<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>\$828.96</b>

[Tabla 3] Análisis de precio unitario de columna de bambú puesta en obra.  
Realizado por Tlahuetl, Y. 2020.

De acuerdo con el análisis de Precio Unitario de dos tipos de columnas: concreto armado y bambú, demostrando que la materia prima propuesta en esta tesis es de menor costo siendo de \$828.96 puesto en obra, mientras que los materiales usado para habilitar, armar y colar una columna de concreto es de \$2001.03 ambas por metro lineal.

Durante la realización de una obra con bambú, se evita el descargar desperdicios a basureros ya que todas las varas y pedazos de bambú que no puedan ser usados en obra, se pueden donar o vender para la fabricación de muebles, artesanías y fertilizantes por lo que se descarta la opción de aumentar los volúmenes de basura al medio ambiente.

Hablando de temas estructurales, cuando un edificio se diseña, es necesario la elaboración de pruebas de reacción ante sismo y cargas por viento, para lo cual el peso total del mismo es un factor influyente, y el bambú es un material ligero en comparación a las obras realizadas en concreto armado (González, 2005) dicha comparativa se ve reflejada en el trabajo de Samuel García donde demuestra que el peso del bambú es de 700 a 850 kg/m<sup>3</sup>, mientras que el del concreto es de 2200 a 2400 kg/m<sup>3</sup>, (García S. M., Bambú como material estructural: Generalidades, aplicaciones y modelización de una estructura tipo., 2015) apreciando que la materia prima analizada es ligera en comparación a materiales comúnmente usados en la construcción.

### ***Beneficios después de la obra***

Cuando el edificio llega a su término durante su construcción, el bambú es capaz de realizar aportes paisajísticos y urbanos, sea por la vista del material colocado en el edificio o por realizar plantaciones en las zonas verdes que tendrá dicha edificación usando bambúes de ornato.

Un punto de apoyo a la construcción con bambú tiene es que se pueden brindar capacitaciones durante el proceso de construcción con bambú tanto a los habitantes del lugar, estudiantes e interesados en el tema para lograr un crecimiento del interés sobre el bambú.

La creación de conciencia sobre el cuidado del medio ambiente se ve ampliada al dar conocer el tema del bambú como material de construcción y las capacidades que puede aportar tanto a sus usuarios como al planeta.

Las piezas de bambú que servirán para habilitar estructuras del mismo material pueden ser cortadas y armadas en un taller donde se encuentren las herramientas de banco como sierra de inglete y caladoras para después ser montadas en la obra de una forma más rápida logrando una maniobra menor a trasladar dichas herramientas al sitio de montaje.

## **2.4. Legislación aplicada al bambú como material**

Parte importante que determina el funcionamiento de los sistemas constructivos a base de bambú, es la aplicación de legislación al mismo, incluyendo temas de protección civil como

inflamabilidad, pruebas de resistencia, pruebas de calidad a las varas y plantaciones. La aplicación de legislación sirve para normar las plantaciones para asegurar la calidad en los brotes que posteriormente se convertirán en varas de bambú para la construcción.

Parte de las normas que han sido consolidadas para el bambú estuvieron a cargo del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) se han desarrollado las siguientes normas, que pueden ser aplicadas a varas y plantaciones, así como a edificaciones en México. A continuación, se describen las principales normas que legislan al bambú, las cuales se dividen en dos, por una parte, para la producción de varas y la segunda parte es la aplicación en edificaciones.

*Primera parte:* La presente investigación, también busca la difusión del bambú como material de construcción, siendo Colombia el país que ha normado y difundido el bambú por sus propiedades estructurales, por lo que este país se ha dedicado a la publicación, investigación, y aplicación de normativa para que el material se presente como seguro para su uso en construcciones habitables.

Colombia ha publicado las Normas técnicas Colombianas (NTC) aplicadas al bambú para cosecha, curado, almacenaje entre otras actividades primordiales para la puesta en obra de las varas de bambú, las cuales puede ser aplicadas en el país y en el municipio, tema de estudio de esta tesis, debido a que si

- Norma Técnica Colombiana 5300: Cosecha y pos cosecha de los culmos de guadua angustifolia kunth
- Norma Técnica Colombiana 5301: Secado e inmunizado de los culmos de guadua angustifolia kunth
- Norma Técnica Colombiana 5405: Propagación vegetativa de guadua angustifolia kunth

*Segunda parte:* Legislación colombiana aplicada al diseño y colocación de las varas en la obra para el soporte y transferencia de cargas, resistente a sismos, vientos, cargas vivas y factores ambientales.

- Norma Técnica Colombiana 5407: Uniones para estructuras construidas en guadua angustifolia kunth
- Prenorma ISO 22157-1: métodos de ensayo para determinar las propiedades físicas y mecánicas de guadua angustifolia kunth

Además, existe activo un comité de bambú guadua que se encarga que el marco normativo se adapte a las características del bambú que logre poner puntos a favor del mismo.

Y completando el marco normativo de las varas de bambú, desde el año 2006 se aprobaron 66 normas técnicas para el uso de elementos estructurales de bambú (SENCICO, 2006) tomando en cuenta las siguientes técnicas para el bambú estructural:

- Las piezas de bambú estructural no pueden presentar una deformación inicial del eje mayor al 0.33% de la longitud del elemento.
- Piezas de bambú con agrietamientos superiores o iguales al 20% de la longitud del tronco no serán consideradas como aptas para uso estructural
- Las piezas de bambú estructural no deben presentar perforaciones causadas por ataque de insectos antes de ser utilizadas.

De acuerdo con la norma E-100 las estructuras deben diseñarse para soportar todas las cargas provenientes de:

- Peso propio y otras cargas permanentes o cargas muertas.
- Sobrecarga de servicio o cargas vivas.
- Sobrecargas de sismos, vientos, precipitaciones y otras.

<b>ESFUERZOS ADMISIBLES</b>				
<b>FLEXION (<math>f_m</math>)</b>	<b>TRACCION PARALELA (<math>f_t</math>)</b>	<b>COMPRESION PARALELA (<math>f_c</math>)</b>	<b>CORTE (<math>f_v</math>)</b>	<b>COMPRESION PERPENDICULAR (<math>f'_{c\perp}</math>)</b>
5 Mpa (50 Kg/cm <sup>2</sup> )	16 Mpa (160 Kg/cm <sup>2</sup> )	13 Mpa (130 Kg/cm <sup>2</sup> )	1 Mpa (10 Kg/cm <sup>2</sup> )	1.3 Mp (13 g/cm <sup>2</sup> )

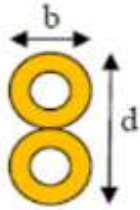
[Tabla 4] Tabla de esfuerzos admisibles para bambú estructural. "Normas Técnicas." Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. 2006. Norma E-100. P. 7.

Así como el módulo de elasticidad que deberá usarse en el diseño de elementos de bambú

<b>MÓDULO DE ELASTICIDAD (E)</b>	
<b><math>E_{PROM}</math></b>	<b><math>E_{MIN}</math></b>
9500 Mpa (95000Kg/cm <sup>2</sup> )	7300 Mpa (73000 Kg/cm <sup>2</sup> )

[Tabla 5] Módulo de elasticidad admisible para bambú estructural. "Normas Técnicas." Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. 2006. Norma E-100. P. 8.

Para el caso de la propuesta del Centro Deportivo, se utilizarán vigas compuesta de dos o más guaduas, por lo que es importante tomar en cuenta la relación de estabilidad para elementos a flexión realizando un arriostamiento para evitar el pandeo lateral de las varas con la siguiente relación: el alto/ancho sea mayor a 1.



[Dibujos 9] Arriostar cuando  $(d/b) > 1$ . Para prevenir pandeo o rotación. "Normas Técnicas." Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. 2006. Norma E-100. P. 10.

También tomando en cuenta los siguientes valores para la relación anteriormente expuesta:

- Si  $d/b = 2$  no se requerirá soporte lateral
- Si  $d/b = 3$  se debe restringir el desplazamiento lateral de los apoyos.
- Si  $d/b = 4$  se debe restringir el desplazamiento lateral de los apoyos y del borde en compresión mediante correas o viguetas.
- Si  $d/b = 5$  se debe restringir el desplazamiento lateral de los apoyos y proveer soporte continuo del borde en compresión mediante un entablado.

Se anexan las características de mantenimiento que se presenta en la norma E-100 (SENCICO, 2006) las cuales en su mayoría coinciden con las prácticas realizadas en cursos de construcción con bambú a los cuales los autores han asistido:

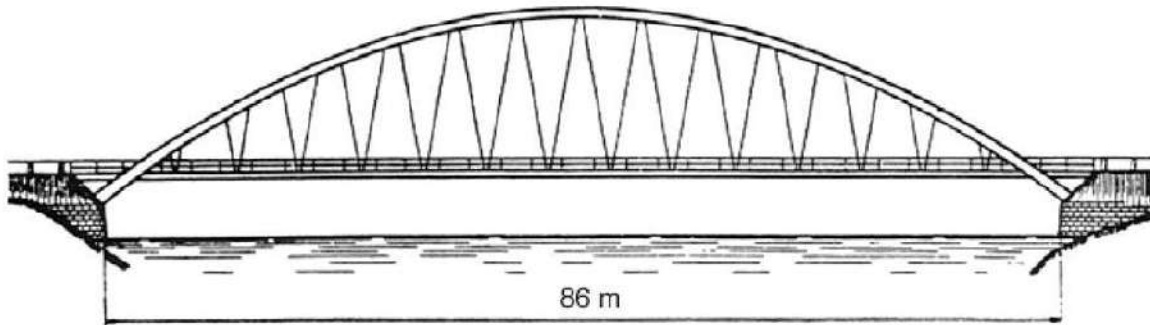
El mantenimiento del bambú se debe realizar con materiales como: ceras, lacas, barnices o pintura y según los siguientes criterios:

- Para piezas de bambú expuestas a la intemperie se debe realizar el mantenimiento como mínimo cada 6 meses.
- Para piezas de bambú en exteriores, protegidas de la intemperie, se debe realizar el mantenimiento como mínimo cada 1 año.
- Para piezas estructurales de bambú en interiores, se debe realizar el mantenimiento como mínimo cada 2 años.
- Se deberán reajustar los elementos que, por contracción del bambú, por vibraciones o por cualquier otra razón se hayan desajustado.
- Garantizar que los mecanismos de ventilación previstos en el diseño original funcionen adecuadamente.
- Evitar la humedad que puede propiciar la formación de hongos y eliminar las causas.
- Deberá verificarse los sistemas especiales de protección contra incendios y las instalaciones eléctricas.

- Aquellas partes de la edificación próximas a las fuentes de calor, deben aislarse o protegerse con material incombustible o con sustancias retardantes o ignífugos, aprobados por la legislación peruana, que garanticen una resistencia mínima de una hora frente a la propagación del fuego.

## 2.5. Sistema constructivo complejo

La forma más convencional de transmisión de cargas es el sistema columna-dintel que se encuentra sujeto a compresión principalmente, sin embargo Jorg Stamm afirma que “la mayoría de los constructores entienden el bambú como madera pero hay que entenderlo como bambú” por lo que es importante emplear nuevos sistemas que aprovechan que una de las principales características que es que las varas trabajan mejor a tensión, por lo que hablando de un sistema complejo se encuentra referido a la transmisión de cargas entre la estructura y para el siguiente ejemplo estará compuesto de una serie de diagonales dentro de armaduras que cierran la fuerza que tienen los arcos, logrando que el sistema trabaje a tenso compresión que por su forma ayudan a cubrir grandes claros. (Stamm, 2009)



[Dibujo 10] Puente tipo Bowstring. Ingeniería y estructuras. 2017. <https://docplayer.es/64442156-El-porque-y-el-como-del-arco-tipo-network.html>

La composición del sistema complejo para este ejemplo estará conformada de arcos y columnas arboriformes que permitirán el uso de formas orgánicas, del cual a continuación se describen los componentes que trabajan en conjunto para lograr nuevas formas arquitectónicas a base de un material con un auge prometedor:

## Arcos

Cuando el bambú es aprovechado por su forma natural de crecimiento, la cual es una ligera curva, se pueden obtener arcos naturales con las varas de bambú, como la que se propondrá para el Centro Deportivo, la cual estará sujeta a esfuerzos de tensión y compresión.



[Foto 66] Cercha tipo bellyfish realizada por Jorg Stamm. Tierra bambú. 2012.  
<http://tierrabambu.blogspot.com/2010/10/ecobamboo-curso-de-capacitacion-en.html>

## Triangulaciones internas

Un arco es un elemento que por su fuerza de compresión y peso propio tiende a abrirse hacia los lados, por lo que, de forma interna se refuerza con triangulaciones tipo armadura, que ayudan a la transmisión de cargas de una manera uniforme, además estas diagonales logran rigidizar la estructura el cual es un método usado en edificaciones de acero estructural pues de acuerdo a Jack McCormac, este material se flambea debido a cambios de temperatura, humedad y por su peso propio (McCormac, 2002).

## Columnas arboriformes

Otra forma empleada en construcciones de bambú es el uso de columnas de tipo arboriforme las cuales buscan ganar eficiencia en las estructuras por la forma de transmisión de cargas verticales que se ramifican hasta llegar a la menor cantidad de puntos de apoyo posible, es decir, el sistema se basa en conjuntos jerarquizados de barras y nodos que transmiten el peso de una forma uniforme pudiendo sostener una estructura más amplia con menor cantidad de apoyos.

Las barras de este tipo de columnas tienen calibres diferentes debido que entre más cerca del nivel de piso terminado se encuentren, mayor será la carga que deban sostener por lo que estando más cerca de la estructura son de menor diámetro ya que sólo cargarán parte de la estructura (Ducon. et al, 2013)



[Foto 67] Columnas arboriformes por Jed Long. Staff Cave Urban, 2012. <https://www.caveurban.com/art-1#/hothouse/>

## Conclusión

Existen diversas aplicaciones, sean parciales o totales, del bambú en las edificaciones, es decir, el uso del bambú es capaz de producir soluciones al problema social del espacio deportivo, por lo que resulta de interés invertir tiempo y dar oportunidad al bambú de proveer de estructuras constructivas para la sociedad, ya que generan aporte benéfico incluso desde su plantación.

Derivado de lo vertido en los capítulos precedentes, se afirma en este trabajo de investigación que el bambú es un material versátil que puede ser empleado no sólo en construcciones de espacio deportivo, ya que cumple con los aspectos que se han ido desarrollado en los capítulos anteriores acerca de la sostenibilidad que es capaz de albergar en su proceso de vida aportando factores al medio ambiente que son potencialmente explotables como mejoras.

La versatilidad de la cual el bambú tiene fama se puede ver claramente cuando se le aplica las normas de un sistema constructivo complejo el cual se encuentra sujeto a tensión, pudiendo realizar nuevas formas arquitectónicas del tipo orgánico.

## 3. CONTEXTO GENERAL

A partir del desarrollo de la era industrial (1760) la implementación de los materiales surgidos en esa época ocasionó que la unión de la construcción con el mantenimiento del medio ambiente durante la creación de espacio se viera vahído. A razón de las propiedades que prometían los materiales de vanguardia, el daño al medio ambiente se vio acumulado a causa

de que las industrias productoras colocan en primer lugar los beneficios de los nuevos progresos buscando la venta de los productos.

Dicha venta se deduce en la realización de construcciones como conjuntos habitacionales que dejan poco espacio para el espacio deportivo por consiguiente esquivando el desarrollo de nuevos modelos constructivos que generen impactos menores hacia el medio ambiente.

La construcción de espacios deportivos ha seguido caminos guiados por el empleo de materiales que cuando son lanzados al mercado resultan innovadores siendo utilizados en nuevas edificaciones, verificando a través del método inconsciente de prueba y error, es así como se ha llegado a concluir involuntariamente que el concreto armado así como el uso de elementos prefabricados resultan ser la solución más conveniente a los problemas presentados (González, 2005) en los temas de vivienda, educación, recreación, gestión y salud, entre otros pero visto solo desde el aspecto económico.

Considerando lo expuesto en los párrafos anteriores, así como lo que se desglosará en el presente capítulo referente a contexto urbano y social en el municipio de Amozoc, se propone un espacio deportivo construido con bambú, el cual es un material que debido a sus características permite trabajar con una arquitectura más apegada al medio ambiente (Cedeño et al, 2011) y que a su vez realice aportes al medio ambiente como los mencionados en capítulos anteriores.

Este Centro Deportivo propuesto debe ser capaz de satisfacer la necesidad deportiva, la cual se ve afectada por el rápido desarrollo de unidades habitacionales ya que como lo ha demostrado el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2010) el crecimiento poblacional del municipio de Amozoc, ha llevado a que el número de habitantes haya aumentado aproximadamente 3 veces dentro de las últimas dos décadas censadas, es decir, de 1990-2010 ya que para el año de 1990 se contaban 35'738 habitantes en el municipio, mientras que en 2010 había un total de 100'964 pobladores, por otra parte INEGI reporta 117'244 para el año de 2015, relacionado a esto se presentan las gráficas de sondeos de población que demanda el espacio deportivo.

De acuerdo con la información vertida en la siguiente tabla donde se realizaron diez visitas al centro del municipio de Amozoc, donde se obtuvieron los datos de 27 personas en el horario donde se reúnen jóvenes entre 10 y 19 años de edad a realizar actividades de skateboarding y bmx, se reúne lo siguiente:

JÓVENES DE 10 A 19 AÑOS QUE PRACTICAN DEPORTES EXTREMOS EN EL CENTRO DE AMOZOC							
NÚM	EDAD	CANTIDAD DIAS QUE PRACTICAN	HORAS DE PRACTICA/ DIA	LUGAR DE PRACTICA	AÑOS DE EXPERIENCIA	OPCIONES DE LUGAR	DEPORTE QUE PRACTICAN
1	10	4	2	CENTRO DE AMOZOC	1	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
2	18	3	2	CENTRO DE AMOZOC	3	PARQUE ECOLOGICO	SKATEBOARDING
3	19	2	2	CENTRO DE AMOZOC	4	PARQUE ECOLOGICO	BMX
4	15	5	3	PARQUE XONACA	2	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
5	14	3	3	CENTRO DE AMOZOC	2	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
6	16	2	4	CENTRO DE AMOZOC	3	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
7	16	3	2	PARQUE XONACA	3	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
8	17	2	2	CENTRO DE AMOZOC	4	PARQUE ECOLOGICO	SKATEBOARDING
9	10	1	2	CENTRO DE AMOZOC	1	PARQUE XONACA	BMX
10	18	4	3	CENTRO DE AMOZOC	3	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
11	19	3	3	CENTRO DE AMOZOC	3	PARQUE ECOLOGICO	SKATEBOARDING
12	11	3	3	CENTRO DE AMOZOC	2	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
13	13	2	5	PARQUE XONACA	4	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
14	12	3	3	CENTRO DE AMOZOC	3	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
15	17	1	3	CENTRO DE AMOZOC	3	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
16	16	5	4	CENTRO DE AMOZOC	3	PARQUE XONACA	BMX
17	18	2	3	CENTRO DE AMOZOC	2	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
18	10	5	2	CENTRO DE AMOZOC	2	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
19	14	3	3	CENTRO DE AMOZOC	1	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
20	14	2	5	PARQUE XONACA	1	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
21	14	4	2	CENTRO DE AMOZOC	2	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
22	16	2	4	CENTRO DE AMOZOC	3	PARQUE ECOLOGICO	SKATEBOARDING
23	18	3	4	CENTRO DE AMOZOC	4	PARQUE XONACA	BMX
24	17	3	4	CENTRO DE AMOZOC	3	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
25	17	3	2	CENTRO DE AMOZOC	3	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
26	19	4	3	CENTRO DE AMOZOC	2	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
27	13	5	5	PARQUE XONACA	2	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING

[Tabla 6] Resultados de jóvenes de 10 a 19 años del municipio de Amozoc que practican deportes extremos. Tlahuel Y. 2020.

Obteniendo un promedio de espacio solicitado para practicar deportes extremos de 3.07 horas diarias y un promedio de 3.03 días a la semana para los deportes en mención.

Por otra parte, para que esta propuesta sea una solución íntegra, en el capítulo 3.4. contexto urbano, se demuestra el cumplimiento de las condiciones de equipamiento urbano, vialidades, servicios e infraestructura para cubrir las necesidades básicas que el Centro Deportivo demanda.

El terreno propuesto se encuentra ubicado en la calle 4 poniente entre las calles 7 y 9 norte. En el barrio de San Miguel, municipio de Amozoc, el sitio consta de un polígono irregular cuyas características de mencionan a continuación:



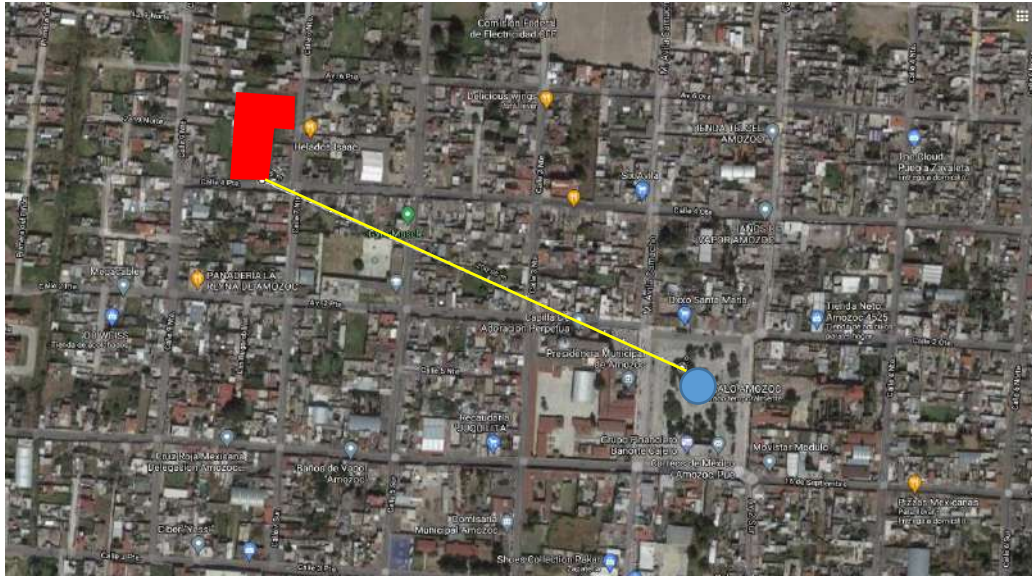
[Mapa 2] Terreno-propuesta. Google Maps. 2016.

<https://www.google.com.mx/maps/@19.0466612,-98.048533,688m/data=!3m1!1e3>

El terreno posee una superficie total de 3,443.12 m<sup>2</sup>, cuyas medidas son las siguientes:

- En el lado norte posee una longitud de 51.93 m., (cincuenta y un metros, noventa y tres centímetros);
- Al sur 30.00 m., (treinta metros, cero centímetros);
- Al oriente en tres quiebres, el primero de norte a sur en 32.00 m., (treinta y dos metros, cero centímetros), el segundo de oriente a poniente en 20.00 m., (veinte metros, cero centímetros), y el ultimo de norte a sur en 56.33 m., (cincuenta y seis metros, treinta y tres centímetros).
- Al poniente 91.00 m., (noventa y un metros, cero centímetros).

En el siguiente mapa se muestra el terreno en color rojo y la distancia de 439.00 m en línea recta amarilla a la que se encuentra el terreno propuesto del centro de Amozoc, siendo el circulo azul.



[Mapa 3] Terreno en relación a la cercanía del centro de Amozoc. Google Maps. 2020.  
<https://www.google.com.mx/maps/@19.0466612,-98.048533,688m/data=!3m1!1e3>

Los criterios para la selección del terreno parten de algunas características determinadas por la normativa de SEDESOL:

- El terreno debe cubrir un radio de servicio de 15 km.
- Su ubicación debe en una zona cuyo uso de suelo sea de tipo habitacional
- La vialidad de acceso sea una calle local, principal o secundaria.
- Debe contar con los servicios de agua potable, drenaje, electricidad y alumbrado público como mínimo.
- El área mínima debe entre 620 m<sup>2</sup> y 8'396 m<sup>2</sup>.

Lo cual se ha considerado para la selección del terreno para la propuesta del Centro Deportivo para el municipio de Amozoc, cubriendo las necesidades de la sociedad.

### 3.1. Contexto social

Entendiendo la palabra sociedad como un conjunto de personas (Pérez y Merino, 2012) este tema abordará un análisis realizado a la sociedad del municipio de Amozoc, en la que se revisan las actividades de índole deportiva que realizan, así como los espacios donde se realizan dichas actividades.

Sin duda alguna, México es un país en el que uno de los principales deportes practicados es el fútbol, sin segregar clases sociales, pues es practicado en estadios, parques, canchas, y en las calles de la población, por lo que muchas veces, la sociedad adapta un espacio para la realización de dichas actividades deportiva, como es el caso del campo de futbol “La Vía” ubicado en la Avenida Maximino Ávila Camacho esquina con 8 poniente,

municipio de Amozoc Puebla, lugar que recibe torneos semanalmente pero le falta equipamiento como gradas y sanitarios creando un ambiente apto para el vandalismo.

Además, en el lado oriente de dicho espacio, se encuentra una vialidad principal, en la que transitan vehículos particulares, de carga y transporte público y en el lado norte, se encuentra la vía ferroviaria creando un ambiente inseguro ya que en ambas colindancias no se posee una barda o cercado lo cual es apreciado a simple vista.

Otra muestra de que el campo no cubre las necesidades es que sólo alberga partidos de equipos de fútbol de 11 jugadores por equipo que abarcan todo el espacio minimizando la posibilidad de que equipos de futbol rápido puedan hacer uso de la cancha, y más aún dificulta la realización de “la cascarita” lo que lleva a niños con la intención de realizar esta actividad a jugar en las calles usando piedras o botellas como portería, generando un riesgo potencial a la integridad de los niños.



[Foto 68] Vestidores de la cancha, se aprecia el vandalismo y el descuido. López, J. 2016.



[Foto 69] Vista del campo antes de un partido, se aprecia la falta de bardas y gradas pues la gente está sentada en la tierra. Tlahuetl, Y. 2016.

Otra actividad realizada en el municipio es el básquetbol, de la cual también requiere mejora en el equipamiento ya que las canchas existentes tienen las mismas condiciones que la cancha de fútbol “La Vía” el cual es el ejemplo de “Las canchas de San Antonio” ubicadas en la esquina de la calle 4 norte y 10 oriente cuya principal deficiencia es su falta de

mantenimiento, clara muestra de ello es el hecho de que algunos de sus postes carecen de aro.



[Foto 70] Canchas de San Antonio, se aprecia la falla de equipamiento y abandono, descuido en el pavimento y las canchas. López, J. 2016.

Por otra parte, se tienen las canchas junto al antiguo Centro de Salud, las cuales se encuentra en la esquina de la calle 3 poniente y 5 sur, a una calle de una gasolinera y ambas son vialidades principales que tiene paso de vehículos constante y no posee elementos de seguridad como bardas o cercas, también se carece de equipamiento como gradas o sanitarios.

La falta de equipamiento en esta cancha, a pesar de que también se realizan torneos, se debe al hecho de que el espacio no fue provisto para esta función si no que fungía como estacionamiento del centro de salud, lo cual se puede apreciar claramente en los límites del terreno en el cual se ven los cajones de estacionamiento en la siguiente fotografía.



[Foto 72] Canchas del centro de salud, se aprecia la falta de equipamiento y bardas, así como los cajones de estacionamiento forjados en el pavimento. Google Maps. 2016. <https://www.google.com.mx/maps/@19.0429844,-98.0467723,3a,75y,0.96h,78.85t/data=!3m6!1e1!3m4!1sPZ1mnQqvBepcCQk23henTw!2e0!7i13312!8i6656>



[Foto 72] Canchas del centro de salud, se aprecia la falta de equipamiento y bardas, así como los cajones de estacionamiento forjados en el pavimento. Foto obtenida de: Google Maps. 2016.

[https://www.google.com.mx/maps/@19.0433559,-](https://www.google.com.mx/maps/@19.0433559,-98.0469367,3a,75y,156.24h,72.35t/data=!3m6!1e1!3m4!1sC_Q3dzHIBg0LN7irmZ05pA!2e0!7i13312!8i6656)

[98.0469367,3a,75y,156.24h,72.35t/data=!3m6!1e1!3m4!1sC\\_Q3dzHIBg0LN7irmZ05pA!2e0!7i13312!8i6656](https://www.google.com.mx/maps/@19.0433559,-98.0469367,3a,75y,156.24h,72.35t/data=!3m6!1e1!3m4!1sC_Q3dzHIBg0LN7irmZ05pA!2e0!7i13312!8i6656)

La selección del basquetbol como actividad deportiva para formar parte de la propuesta radica en el hecho de que a pesar de tener estas limitantes existen personas ya que practican este deporte a altas horas de la noche como se presenta en la siguiente fotografía.



[Foto 73] Canchas del centro de salud. Se aprecian personas haciendo uso del espacio alrededor de las 9:00 pm. López, J. 2016.

Otra actividad que se analizará es la realización de deportes extremos como es el skateboarding, bmx, etc., actividades que realmente no cuentan con un espacio destinado a ellas lo que lleva a que aquellos que buscan practicar estos deportes se tengan que desplazar 15 kilómetros para llegar a un parque con los espacios necesarios para dichas actividades.

Este parque es el denominado “Xonaca Skate Plaza” inaugurado el 11 de septiembre de 2010, ubicado en boulevard Xonaca, Puebla entre la calle 20 norte y la avenida 20 oriente Puebla, lo que implica un tiempo de traslado de 45 min en transporte público, y el pasaje es de \$17 en viaje redondo, a pesar de eso, en las encuestas realizadas a los practicantes de los deportes extremos “bmx y skateboarding”, se entrevistó a 20 personas (16-25 años) de las cuales, 17 asisten por lo menos 3 veces a la semana, y de esas 17 personas, 13 deben trasladarse al menos durante 35 minutos para llegar al parque.

De las 20 personas encuestadas, 6 son procedentes del municipio de Amozoc, por lo que de cada 100 visitantes en el parque “Xonaca Skate Plaza” 36 proceden del municipio donde se propone el Centro Deportivo que incluya espacios para los practicantes de los deportes extremos “bmx y skateboarding” (2019).

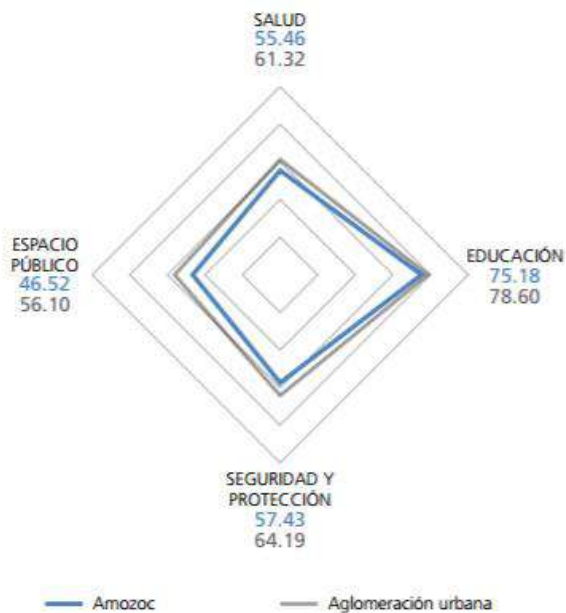
Otro espacio en la Ciudad de Puebla que cuenta con la infraestructura denominado “Parque Ecológico” ubicado a 18 kilómetros del centro de Amozoc, cuyas instalaciones se abrieron el 2 de febrero de 2015 el cual además de ser más reciente se encuentra más alejado pues está ubicado dentro de las instalaciones del parque ecológico, Puebla a lo largo de la calle 24 sur colonia Azcárate, Puebla.

Agregando limitantes a esta actividad se contempla el hecho de que anteriormente se reunían grupos de personas para practicar estos deportes en el zócalo del municipio de Amozoc, ya que el pavimento en este sitio permitía realizar estas prácticas aunque no contara con rampas o barandales, pero a partir de diciembre de 2016 comenzaron obras de remodelación por parte del gobierno municipal en la zona del centro histórico impidiendo así la reunión de aquellos quienes practicaban estos deportes en esta zona conllevando a reducir el índice de la práctica del skateboarding, una vez terminada la remodelación, continuaron las reuniones para practicar los deportes antes mencionados.



*[Foto 74] Panorámica del centro histórico del municipio de Amozoc, en esta foto se puede apreciar el avance de obra del zócalo del mismo, se carece de firme y no se distingue el límite del mismo respecto al de la calle. La zona desde donde se tomó la fotografía era una de las principales “rampas” donde se reunían las personas para practicar skateboarding. Tlahuetl, Y. diciembre 2016.*

De acuerdo con el informe del municipio de Amozoc, la accesibilidad al espacio público abierto mide el porcentaje del área urbana que está localizada a 400 metros o menos de un espacio público abierto de jerarquía local, y a 1 km o menos de un espacio público abierto de jerarquía regional dando como resultado que es un factor débil, con un valor de 46.52.

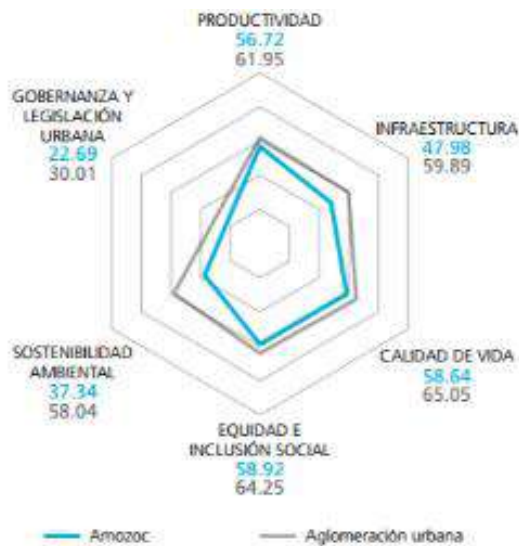


[Grafica 1] Índice de calidad de vida. ONU-Hábitat, 2015. "Informe de ciudades prósperas." P. 18.

De acuerdo con la síntesis de resultados para el municipio de Amozoc, en el tema de viviendas en tugurios: es prioritario desarrollar proyectos de centros integrados de desarrollo, mejoramiento de vivienda (SEDATU, 2016) infiriendo que no sólo se requiere de dotar de espacios para la vivienda adecuados sino espacios deportivos para la recreación.

Por otra parte, relacionando el tema ambiental, de acuerdo con la síntesis de ciudades prósperas "el indicador de área verde por habitante es extremadamente débil. Esta condición reduce considerablemente la capacidad para capturar emisiones de CO2, y también limita el potencial de interacción social en condiciones ambientalmente saludables" (SEDATU, 2016) lo que hace proponer un espacio deportivo.

De acuerdo a INEGI, en el 2019 11 mujeres y 11 hombres entre 10 y 20 años fallecieron por enfermedades relacionadas a la obesidad y el sobrepeso en el municipio de Amozoc (INEGI, INEGI ORG, 2019) parte de la evolución de esta enfermedad es la falta de ejercicio físico que padecen la mayoría de las personas, afectando a la comunidad del municipio de Amozoc, Puebla.



[Gráfica 2] Resultados por dimensión del CPI (Índice de ciudades prósperas), Donde se observa que la sostenibilidad ambiental y la calidad de vida se encuentra bajos en comparación con la aglomeración urbana. ONU-Hábitat, 2015. "Informe de ciudades prósperas." P. 18.

	Municipio		Aglomeración urbana
	CPI	Amozoc	Puebla
<b>PRODUCTIVIDAD</b>		<b>44.69</b>	<b>54.78</b>
		<b>56.72</b>	<b>61.95</b>
Crecimiento económico		23.50	45.77
Carga económica		73.04	59.38
Aglomeración económica		61.84	73.44
Empleo		68.51	69.23
<b>INFRAESTRUCTURA</b>		<b>47.98</b>	<b>59.89</b>
Infraestructura de vivienda		74.98	82.28
Infraestructura social		22.57	64.30
Infraestructura de comunicaciones		27.49	34.26
Movilidad urbana		50.00	54.20
Forma urbana		64.85	64.41
<b>CALIDAD DE VIDA</b>		<b>58.64</b>	<b>65.05</b>
Salud		55.46	61.32
Educación		75.18	78.60
Seguridad y protección		57.43	64.19
Espacio público		46.52	56.10
<b>EQUIDAD E INCLUSIÓN SOCIAL</b>		<b>58.92</b>	<b>64.25</b>
Equidad económica		43.71	47.46
Inclusión social		41.09	54.96
Inclusión de género		91.96	90.34
<b>SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL</b>		<b>37.34</b>	<b>58.04</b>
Calidad del aire		73.04	82.03
Manejo de residuos		38.99	92.08
Energía		0.00	0.00
<b>GOBERNANZA Y LEGISLACIÓN URBANA</b>		<b>22.69</b>	<b>30.01</b>
Participación y rendición de cuentas		56.73	47.79
Capacidad institucional y finanzas municipales		11.33	42.23
Gobernanza de la urbanización		0.00	0.00

[Tabla 7] Resultados por sub-dimensión del CPI (Índice de ciudades prósperas). ONU-Hábitat, 2015. "Informe de ciudades prósperas." P. 20,21.

Tiene el propósito de generar información estadística sobre los puntos en sostenibilidad urbana en el municipio de Amozoc; así como otras características de interés sobre la calidad de vida, para la formulación de políticas públicas encaminadas a mejorarlas (INEGI, 2015) por lo que a través de estos resultados se pueden obtener conclusiones aplicadas al tema.

Actualmente, la sociedad del municipio de Amozoc presenta un problema de baja actividad física, lo que supone un mayor riesgo de mortalidad cuando hablamos en términos de condición física. Los distintos factores involucrados que se presentan para la falta de actividad física o distractores lo declaran de la siguiente forma los habitantes del municipio:

De 50 personas entrevistadas (2020) sin distinto de sexo, entre 12 y 20 años, las principales actividades que prefieren realizar en lugar de salir a realizar deportes son: uso de internet, uso de plataformas de streaming (Netflix, HBO, Amazon prime) videojuegos, navegación en redes sociales, principalmente, ocasionando problemas de salud, por ello, es importante incidir en la consecución de hábitos de práctica deportiva.

Una vez demostrado la necesidad del espacio deportivo, se refuerza mediante las tablas de sondeos a la población donde exponen abiertamente las actividades deportivas que son afines para practicar.

JÓVENES DE 10 A 19 AÑOS QUE PRACTICAN DEPORTES EXTREMOS EN EL CENTRO DE AMOZOC							
NÚM	EDAD	CANTIDAD DIAS QUE PRACTICAN	HORAS DE PRACTICA/ DIA	LUGAR DE PRACTICA	AÑOS DE EXPERIENCIA	OPCIONES DE LUGAR	DEPORTE QUE PRACTICAN
1	10	4	2	CENTRO DE AMOZOC	1	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
2	18	3	2	CENTRO DE AMOZOC	3	PARQUE ECOLOGICO	SKATEBOARDING
3	19	2	2	CENTRO DE AMOZOC	4	PARQUE ECOLOGICO	BMX
4	15	5	3	PARQUE XONACA	2	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
5	14	3	3	CENTRO DE AMOZOC	2	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
6	16	2	4	CENTRO DE AMOZOC	3	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
7	16	3	2	PARQUE XONACA	3	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
8	17	2	2	CENTRO DE AMOZOC	4	PARQUE ECOLOGICO	SKATEBOARDING
9	10	1	2	CENTRO DE AMOZOC	1	PARQUE XONACA	BMX
10	18	4	3	CENTRO DE AMOZOC	3	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
11	19	3	3	CENTRO DE AMOZOC	3	PARQUE ECOLOGICO	SKATEBOARDING
12	11	3	3	CENTRO DE AMOZOC	2	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
13	13	2	5	PARQUE XONACA	4	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
14	12	3	3	CENTRO DE AMOZOC	3	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
15	17	1	3	CENTRO DE AMOZOC	3	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
16	16	5	4	CENTRO DE AMOZOC	3	PARQUE XONACA	BMX
17	18	2	3	CENTRO DE AMOZOC	2	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
18	10	5	2	CENTRO DE AMOZOC	2	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
19	14	3	3	CENTRO DE AMOZOC	1	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
20	14	2	5	PARQUE XONACA	1	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
21	14	4	2	CENTRO DE AMOZOC	2	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
22	16	2	4	CENTRO DE AMOZOC	3	PARQUE ECOLOGICO	SKATEBOARDING
23	18	3	4	CENTRO DE AMOZOC	4	PARQUE XONACA	BMX
24	17	3	4	CENTRO DE AMOZOC	3	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
25	17	3	2	CENTRO DE AMOZOC	3	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
26	19	4	3	CENTRO DE AMOZOC	2	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING
27	13	5	5	PARQUE XONACA	2	PARQUE XONACA	SKATEBOARDING

[Tabla 8] Resultados de jóvenes de 10 a 19 años del municipio de Amozoc que practican deportes extremos. Tlahuetl Y. 2020.

JÓVENES DE 10 A 19 AÑOS QUE PRACTICAN DEPORTES EN ESPACIO EXISTENTES DEL MUNICIPIO DE AMOZOC						
NÚM	EDAD	CANTIDAD DIAS QUE PRACTICAN	HORAS DE PRACTICA/DIA	LUGAR DE PRACTICA	AÑOS DE EXPERIENCIA	DEPORTE QUE PRACTICAN
1	11	4	2	CANCHA LA VIA	2	FUTBOL
2	15	3	2	CANCHA DE SAN ANTONIO	3	BASQUETBOL
3	18	5	2	CANCHA DE SAN ANTONIO	2	BASQUETBOL
4	17	6	3	CANCHA LA VIA	5	FUTBOL
5	16	4	3	CANCHA DE SAN ANTONIO	4	BASQUETBOL
6	16	5	4	CANCHA LA VIA	2	FUTBOL
7	14	5	2	CANCHA DE SAN ANTONIO	3	BASQUETBOL
8	16	4	2	CANCHA DE SAN ANTONIO	3	BASQUETBOL
9	13	3	4	CANCHA LA VIA	2	FUTBOL
10	13	4	4	CANCHA LA VIA	4	FUTBOL
11	12	4	4	CANCHA LA VIA	3	FUTBOL
12	11	5	3	CANCHA LA VIA	3	FUTBOL
13	10	4	3	CANCHA LA VIA	3	FUTBOL
14	18	6	3	CANCHA LA VIA	2	FUTBOL
15	18	4	2	CANCHA DE SAN ANTONIO	4	BASQUETBOL
16	17	5	2	CANCHA LA VIA	3	FUTBOL
17	16	3	1	CANCHA DE SAN ANTONIO	2	BASQUETBOL
18	16	4	4	CANCHA LA VIA	1	FUTBOL
19	16	5	3	CANCHA DE SAN ANTONIO	3	BASQUETBOL
20	15	4	3	CANCHA LA VIA	4	FUTBOL

[Tabla 9] Resultados de jóvenes de 10 a 19 años del municipio de Amozoc que practican deportes. Tlahuetl Y. 2020.

### 3.2. Contexto geográfico

Como se mencionó anteriormente se realizó un análisis de la zona, estudiando las proximidades del terreno propuesto, para saber que consideraciones se deberán tener en el proyecto, antes, durante y después de su construcción.

Ya que el proyecto albergará actividades deportivas con ciertas características, la altura de este es importante, así como el tipo de cubierta prevista ya que puede verse afectada por cargas eólicas. También factores como rugosidad del terreno y el factor topográfico son importantes al momento de realizar las memorias de cálculo estructural, mismas que deben ser analizadas de acuerdo a las normas técnicas complementarias para el diseño y construcción por viento, las cuales a pesar de estar contempladas para materiales contemporáneos posee factores a considerar cómo la reacción e impacto del viento sobre el edificio.



[Foto 75] Vista de suroeste a noreste del terreno. Google Maps, 2017.

[https://www.google.com.mx/maps/@19.0463825,-](https://www.google.com.mx/maps/@19.0463825,-98.0481838,3a,75y,40.66h,87.06t/data=!3m6!1e1!3m4!1sb30aTm_LdxcWY8ZUybuQag!2e0!7i13312!8i6656)

[98.0481838,3a,75y,40.66h,87.06t/data=!3m6!1e1!3m4!1sb30aTm\\_LdxcWY8ZUybuQag!2e0!7i13312!8i6656](https://www.google.com.mx/maps/@19.0463825,-98.0481838,3a,75y,40.66h,87.06t/data=!3m6!1e1!3m4!1sb30aTm_LdxcWY8ZUybuQag!2e0!7i13312!8i6656)

En la foto 75 se pueden observar las condiciones topográficas del terreno, las cuales se describen a continuación:

- Nivel de rugosidad nivel 3, regida por construcciones en promedio de 2 niveles de acuerdo con las Normas técnicas complementarias para el diseño por viento.
- Tipo de topografía T3 que consta de terreno prácticamente plano, campo abierto, con pendientes menores de 5 % (normal) con base de las Normas Técnicas Complementarias para el diseño por viento.

Otro aspecto considerado son las condiciones climáticas, que deben ser tomadas en cuenta al momento de la planeación de obra pues hay que contemplar que el bambú no puede estar en contacto con la humedad durante prolongados lapsos de tiempo ya que esto puede ocasionar que sus propiedades se vean reducidas, por consiguiente la cantidad de trabajo durante el periodo de lluvias será reducida, en dado caso se deben realizar actividades secundarias para cubrir el avance de obra en el momento de cada precipitación o al finalizar cada jornada.

Finalmente se tiene el aspecto de su mantenimiento el cual se ve influenciado directamente por el clima del lugar, ya que en zonas templadas como lo es el municipio analizado (Amozoc, Puebla) las construcciones con bambú deben ser barnizadas al menos una vez al año.

Como se mencionó en el capítulo 1.1 Antecedentes: **búsqueda de materiales alternativos**, el estilo y forma de construir en la actualidad, influenciada por el uso de materiales poco amigables con el medio, así como el desperdicio generado tanto en su producción como en su empleo, son apreciables en el municipio de Amozoc, de acuerdo al inventario de banco de materiales pétreos para la construcción de año 2018 el municipio de Amozoc cuenta con los siguientes datos de bancos de materiales (SCT, 2018) donde se

establecieron zonas de extracción de materia prima y empresas de producción de materiales, lugares que, provocan deterioro visual y ambiental.

Claro ejemplo de esto es la zona de “San Mateo” donde se ha extraído roca desde hace décadas, misma que se ha usado principalmente para la construcción: piedra para cimientos, acabados y triturados para la producción de materia como lo es la marmolina, también producida y envasada en el municipio.

Núm de banco	Nombre	Kilómetro	Tipo propiedad	Tipo de material	Tratamiento	Volumne x 1000 m3	Espesor de despilme (M)	Usos
61	Las ánimas 597371.99mE2103600.35mN 98° 4'29.12"O 19° 1'21.88"N	014+500	Particular	Basáltico y roca caliza	Trituración total y cribado	19	5	Revestimiento, subbase, base, concreto asfáltico, mezcla asfáltica, sello, mampostería y concreto hidráulico
65	San Mateo 634622.86mE2089777.92mN 97°43'18.48"O18°53'44.67"N	057+600	Particular	Basáltico	Trituración parcial y cribado	19	0.5	Revestimiento, subbase, base, concreto asfáltico, mezcla asfáltica, sello, mampostería y concreto hidráulico

[Tabla 10] Información del banco de materiales pétreos para la construcción en el municipio de Amozoc. SCT (2018)

Esta zona ha provocado una evidente contaminación visual al municipio debido al aspecto (2019) que posee el cerro de La Cantera, donde se encuentra el banco de materiales de San Mateo. En este espacio se extrae el material a través de demolición con dinamita, principalmente.



[Foto 76, 77] Cerro de la Cantera. Foto por Tlahuetl, Y. 2016.

En la foto de la izquierda se puede apreciar el cerro de “La Cantera” visto desde la carretera federal Puebla-Tepeaca, se aprecian cortes en el mismo, así como una zona faltante, además del deterioro en la roca del cerro se puede ver la falta de vegetación, efecto del emplazamiento de industrias encargadas de extraer y procesar la materia prima proveniente del cerro, mientras que en la foto de la derecha se aprecia una planta encargada de procesar la piedra así como un letrero que muestra los productos que se pueden obtener en la zona, tales como: base hidráulica, tepetate, mampostería, grava y arena.

### 3.4. Contexto urbano

Se consideraron los aspectos urbanos fundamentales para la ejecución del proyecto y comprende desde el equipamiento de las cercanías, vialidades y servicios del municipio de Amozoc, coadyuvando al funcionamiento de la propuesta del Centro Deportivo.

#### Vialidades de acceso

El terreno tiene como acceso principal las siguientes vialidades: la principal es la Carretera Federal Puebla-Amozoc que se encuentra a 4 calles del terreno en línea recta; otra vialidad secundaria mediante la cual accede transporte público, mercantil y particular hacia el centro histórico es la calle 5 norte-sur que entronca con la vialidad principal mencionada con anterioridad, por último la vialidad secundaria que es parte de las colindancias del terreno propuesto es la calle 4 oriente-poniente, este análisis de acceso determina 3 puntos importantes en la propuesta del Centro Deportivo:

- Traslado de material, ya que las varas de bambú se transportan con un largo promedio de 6 metros, aunque existe la posibilidad de que se encuentren varas aún más largas;
- Traslado del personal al terreno propuesto del proyecto.
- Accesibilidad al predio por parte de las personas que deseen realizar actividades deportivas, así como la cercanía de las rutas de transporte para los mismos.

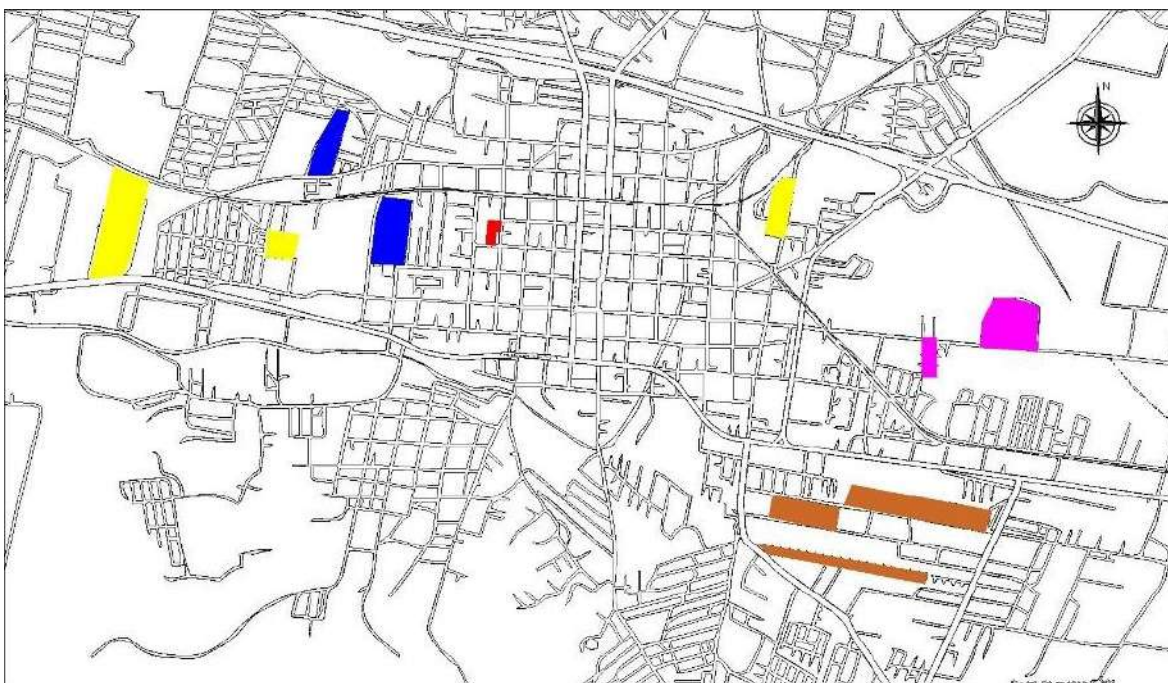


[Dibujo 11] Ubicación del terreno propuesto con base en los mapas disponibles en Google Maps, López, J. 2019.

Como se puede apreciar en el dibujo 11, el acceso debe ser desde la calle 5 norte, ya que la entrada desde la carretera federal es en el semáforo de esta esquina, el recorrido debe ser a través de esa misma calle hasta llegar a la 4 poniente, donde se debe girar hacia la izquierda y avanzar hasta llegar al terreno.

Este recorrido sería el más viable pues no presentaría problemas de maniobrabilidad por importancia de las vías de acceso principal donde circulan vehículos particulares, de transporte público y de carga.

Como se abordó en la problemática, el municipio de Amozoc ha tenido un rápido crecimiento poblacional debido al acelerado desarrollo de conjuntos habitacionales, de acuerdo con SEDESOL en el año 2005 la población del municipio fue de 78, 452 habitantes, para el año 2010 la población aumentó un 28.69% resultando de 100,959 habitantes (SEDESOL, 2010) donde se ve el crecimiento de la población demandante, para el año 2015 el censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía el municipio contaba con una población de 117,244 habitantes (INEGI I. N., 2015), quienes demandan un espacio recreativo-deportivo, por lo que se analiza la distancia a la que se encuentran algunos de los fraccionamientos donde se demuestra la viabilidad del proyecto logrando atender un radio de 2.5 kilómetros para la realización de actividades deportivas.

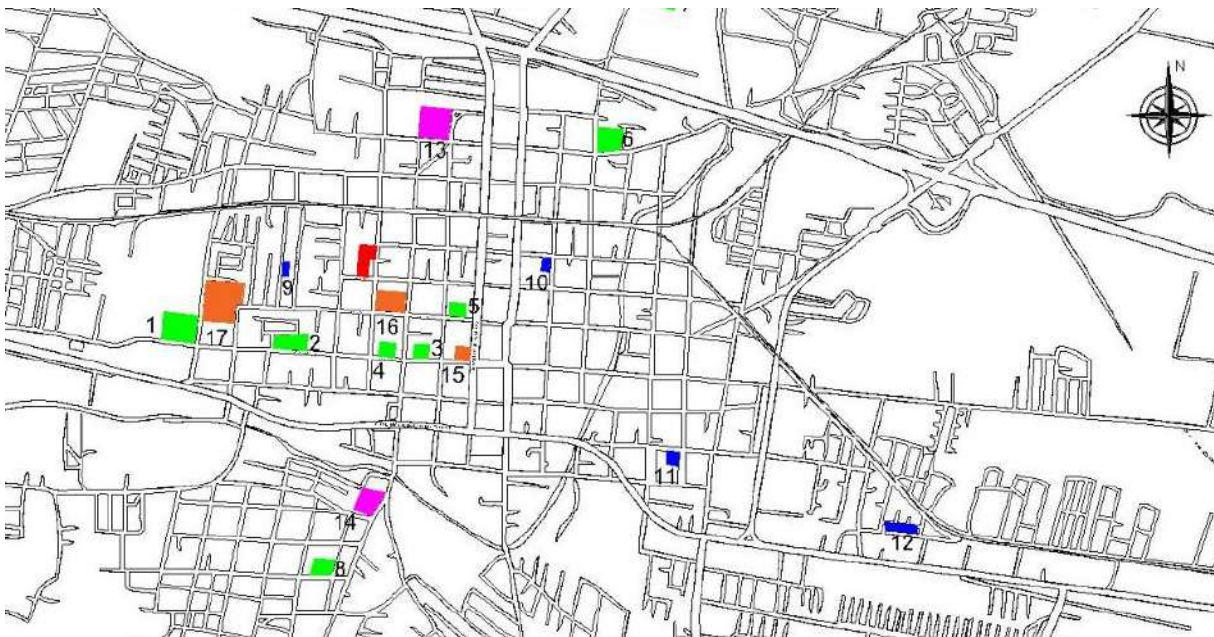


*[Dibujo 12] Fraccionamientos cercanos al terreno propuesto elaborado con base en los mapas disponibles en Google Maps. López, J. 2019.*

En este croquis se puede apreciar en color rojo el terreno a analizar:

- Las formas azules representan los fraccionamientos que se encuentran en cercanía al proyecto pues la distancia promedio es de 1 km
- Los recuadros en amarillo representan aquellos fraccionamientos cuya distancia es de 1.5 a 2 km del terreno
- Los rectángulos en color naranja, los cuales se encuentran en la zona “Las Villas”, aproximadamente a 2.5 km de distancia, cuyo desplazamiento al terreno donde se ubicará el proyecto sería a través de la vialidad principal, la carretera federal, para lo cual no se presenta problema alguno pues debido al desarrollo de dichos fraccionamientos, actualmente se cuenta con transporte público desde esta zona.
- Finalmente, los cuadros morados son los fraccionamientos ubicados al final de la calle “16 de septiembre”, localizados a un promedio de 2.5 km, existiendo la ventaja de que cuenta con transporte público cuyo traslado permitiría llegar a la calle 5 norte sobre la carretera federal.

Otro tema para analizar son los centros educativos en un radio de 2.4 kilómetros a los que la propuesta del Centro Deportivo atendería.



[Dibujo 12] Fraccionamientos cercanos al terreno propuesto elaborado con base en los mapas disponibles en Google Maps. López, J. 2019.

En este croquis ( dibujo 12) se puede apreciar en color rojo el terreno a analizar:

- Las formas verdes representan escuelas a nivel “Preescolar”.
- Los recuadros en azul representan aquellas escuelas correspondientes al nivel “Primaria”.
- Los rectángulos en color rosa, son escuelas que atienden a nivel “Secundaria”.
- Finalmente, los cuadros naranjas son los centros educativos que atienden al menos dos de los niveles mencionados anteriormente.

Y el listado de las escuelas mostradas en el croquis:

1. CENDI
2. Jardín de niños Baloo
3. Preescolar Instituto Educativo Amozoc
4. Jardín de niños Fanny Anituá Yáñez
5. Estancia infantil Anatiri
6. Preescolar Xochicalco
7. Jardín de niños Papalocalli
8. Jardín de niños José Mariano Mota
9. Primaria Juárez
10. Instituto Educativo Amozoc
11. Primaria Netzahualcóyotl
12. Primaria Gregorio de Gante
13. Secundaria Técnica núm 90
14. Secundaria José María Morelos y Pavón
15. Centro escolar José María Morelos y Pavón
16. Centro Escolar Enrique Sánchez Paredes
17. Universidad Benito Juárez

En el Centro Deportivo propuesto, se realizarán actividades de alto impacto como el skateboarding y BMX por lo que se tiene un riesgo constante a lesiones graves como luxaciones y fracturas por lo que se necesitan conocer los servicios médicos, lo cuales se refieren párrafos abajo.

### **Equipamiento urbano**

De acuerdo con el Diario Oficial de la Federación, el equipamiento urbano se encuentra determinado por el conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los servicios urbanos y desarrollar las actividades económicas y sociales (Federación, 2016), el municipio de Amozoc cuenta con el siguiente equipamiento urbano:

*Estructuración de la vía pública:* vialidades con carpetas asfálticas, calles con concreto hidráulico, calles con adoquín, guarniciones, bolardos en áreas peatonales, vados para vehículos, barreras articuladas y desmontables.

*Mobiliario de áreas verdes:* banca, quioscos, papeleras, jardineras, parques, canchas y explanadas

*Elementos de comunicación:* Carteles informativos, semáforos y placas de calles.

## **Señalética**

La coexistencia de conductores, motociclistas, ciclistas, pasajeros y peatones en la vía pública implica manejar un lenguaje de señalización visual para mantener la integridad física de todas las partes. Dichas representaciones gráficas se encuentran presentes en el municipio de Amozoc, las cuales tendrán un papel importante en el traslado de los usuarios al Centro Deportivo propuesto, las cuales son las siguientes:

*Señales restrictivas:* Alto, ceda el paso, velocidad máxima, prohibición de vueltas, alto o ancho máximo, estacionamiento, uso del cinturón de seguridad, retorno permitido, prohibiciones de circulaciones, sentido de circulación, entre otros.

*Señales preventivas:* tipos de curvas, tipos de intersecciones, glorieta, tipos de circulación, salidas e incorporaciones, estrechamiento, cruce de peatones, cruce con vía férrea, semáforo, vialidad dividida, entre otros.

*Señales informativas:* kilometraje y ruta, destino turístico, cruce de destinos, diagramática de vueltas y retornos, entre otros.

*Señales turísticas y de servicios:* Señales próximas de parroquias, servicio de cruz roja, estacionamiento, parada de autobús, baño público, artesanías, entre otros.

## **Número de rutas y destinos**

*Ruta S86:* Desde Calle 4 norte con 12 poniente, Puebla hasta San Andrés Las Vegas, Amozoc pasado a una calle del terreno propuesto para el Centro Deportivo, en la esquina 5 norte-4 poniente.

*Ruta 67:* Desde Calle 4 norte con 12 poniente, Puebla hasta Calle 8 Norte, Amozoc pasado a cuatro calles del terreno propuesto para el Centro Deportivo, en la esquina Federal a Amozoc con 7 norte.

*Ruta Tepetzala:* Desde Calle 18 norte con Boulevard Xonaca, Puebla hasta Centro de Tepetzala pasado a cuatro calles del terreno propuesto para el Centro Deportivo, en la esquina Federal a Amozoc con 7 norte.

*Ruta Amozoc-Capu:* Desde Central de Autobuses CAPU, Puebla hasta Terminal Ruta 100, Amozoc pasado a cuatro calles del terreno propuesto para el Centro Deportivo, en la esquina Federal a Amozoc con 7 norte.

*AU línea Tehuacán-Capu:* Desde Central de Autobuses CAPU, Puebla hasta Terminal de autobuses Tehuacán Amozoc pasado a siete calles del terreno propuesto para el Centro Deportivo, en la esquina Federal a Amozoc con 2 sur.

*Ruta Valles línea Tehuacán-Capu:* Desde Central de Autobuses CAPU, Puebla hasta Terminal de autobuses Tehuacán Amozoc pasado a siete calles del terreno propuesto para el Centro Deportivo, en la esquina Federal a Amozoc con 2 sur.

*Ruta 100* Desde Central de Autobuses CAPU, Puebla hasta Terminal Ruta 100, Amozoc pasado a cuatro calles del terreno propuesto para el Centro Deportivo, en la esquina Federal a Amozoc con 7 norte.

*Ruta 1:* Desde San Andrés Las Vegas, Amozoc hasta Centro de Amozoc pasado a tres calles del terreno propuesto para el Centro Deportivo, en la esquina 5 norte con 2 poniente.

*Ruta Pericos:* Desde Calle 18 norte con Boulevard Xonaca, Puebla hasta San Juan Los Lagos, Amozoc pasando a cuatro calles del terreno propuesto para el Centro Deportivo, en la esquina Federal a Amozoc con 7 norte.

## **Servicios**

Es importante “definir polígonos con servicios en relación con el acceso al empleo y equipamientos urbanos para las familias de menor ingreso y que se localizan en asentamientos irregulares o en condiciones de hacinamiento.” (Habitat, 2018) ya que esta infraestructura permitirá un crecimiento dentro del municipio.

Los servicios básicos con los que cuenta el municipio de Amozoc son:

- Red de acceso a internet
- Red de agua potable
- Red de alcantarillado
- Drenaje
- Alumbrado público
- Limpia, recolección y disposición final de residuos
- Mercados
- Panteones
- Seguridad pública
- Servicios de protección civil

La cruz roja la cual se encuentra a 380 metros del predio propuesto, lo cual facilita el acceso a paramédicos en caso de un accidente, también se cuenta con el CESSA (Centro de Salud de Servicios Ampliados) del cual se encuentra a un promedio de 3.4 km cuyo acceso se tiene desde la carretera federal, lo cual representa una ventaja por la velocidad de reacción.



[Dibujo 13] En rojo, el terreno propuesto; en verde la unidad Cruz Roja Amozoc; en amarillo, el CESSA. López, J. 2019.

Con base en la información vertida en la investigación de este proyecto, se colocan los siguientes hallazgos que demuestran la necesidad de un espacio deportivo en el municipio de Amozoc, Puebla, que cuente con zonas para la realización de actividades extremas como skateboarding y BMX.

- En el año 2018 se gestionó la realización de un espacio deportivo a 20 minutos del zócalo del municipio de Amozoc, sin embargo, dicho proyecto se vio truncado por la donación del terreno.
- En junio de 2017 realizó la gestión y compra de un terreno que albergaría un Centro Deportivo con un radio de acción, en el cual sería beneficiado el municipio de Amozoc, Puebla, sin embargo, después de realizar la compra, no se comenzaron las actividades que darían lugar a la obra por motivos desconocidos.
- También se cuenta con un antecedente que da lugar a las actividades poco comunes por falta de instalaciones como lo son skateboarding y BMX, el cual se trata de la continua solicitud de rampas temporales que eran colocadas en el zócalo del municipio de Amozoc, para realizar actividades de este tipo por la población, así como pequeños concursos a los cuales asistían grandes cantidades de personas que demuestran el interés por dichos deportes, pero se ven limitados por las instalaciones.

## Conclusión

En este capítulo, se pueden observar los espacios deportivos con que cuenta el municipio de Amozoc, Puebla así como sus limitantes para la realización de actividades físicas ya que cuenta con espacios descuidados, por lo que cada vez son menos personas las que realizan actividades deportivas.

Mediante este análisis se pueden observar las necesidades de los ciudadanos en tema de actividades deportivas y los espacios con que cuentan en relación con el crecimiento demográfico y la extensión de la mancha urbana de uso habitacional que requieren de un espacio para la realización de actividades deportivas.

Por ello es importante brindar un espacio deportivo para la realización de esas actividades; que con el uso constante de estos espacios se coadyuve a mejorar la salud de los habitantes, sobre todo los de 10 a 19 años del municipio en mención.

En cuanto al contexto urbano se propone el uso de materiales alternativos como lo es el uso del bambú, material considerado como sustentable (bajo impacto ambiental) en la propuesta de Centro Deportivo que se expone en el siguiente capítulo.

#### 4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En este capítulo se describe el proyecto de Centro Deportivo, se detallan las características del mismo analizando el tema a partir de dos vertientes, la primera, la arquitectónica y la segunda, la ambiental, tomando en consideración que ciertos aspectos de esta última afectan directamente a la primera.

##### **Aspecto arquitectónico**

La base del proyecto radica en los espacios deportivos requeridos por la población analizada: áreas para fútbol, basquetbol, skateboarding, y bmx.

Con las canchas que se describieron en el capítulo 3, Contexto general el municipio posee canchas deportivas de tamaño semi-profesionales, por lo que se busca proveer con la propuesta del Centro Deportivo de espacios de dimensiones menores a las canchas existentes, para que el tamaño permita su uso con mayor frecuencia y por mayor cantidad de personas al mismo tiempo.

Para al resto de las actividades se requieren: rampas, barandales, escaleras, así como un área llamada bowl, el cual consiste en una figura de forma irregular curva, cuyas paredes y pisos forman rampas denominadas cuarto de pipa.

Buscando fomentar los deportes extremos, se propone un espacio para albergar una tienda de accesorios deportivos, ya que, de acuerdo con una entrevista realizada a 25 usuarios de un skatepark en febrero de 2020, 17 personas afirman que una de las principales causas por la que abandonaron la actividad física en mención fue la falta de equipo.

Además, para promover el ambiente familiar se ha considerado espacios para los menores, para evitar riesgo de lesiones por mezclar actividades. Tomando en cuenta que el proyecto tiene un horario de operación extendido, es decir de 7 am a 10 pm se debe contemplar un espacio de comedor/restaurant, donde aquellas personas que practican sus actividades por tiempos prolongados, así como personas que asisten como espectadores, puedan mantener sus horarios de alimentación.

Dentro de los servicios que ofrece el proyecto, el estacionamiento posibilitará la visita de asistentes locales y foráneos que cuenten con vehículos privados, principalmente por eventos organizados dentro de las instalaciones.

Una vez planteadas las necesidades que resolverá el proyecto hacia la comunidad se analizaron las necesidades que el mismo edificio requiere para su operación, por lo que se debe resaltar la necesidad de una unidad médica o de primeros auxilios que pueda dar una respuesta inmediata a una lesión física, ya que se practicarán actividades de alto impacto

propensas a accidentes donde el menor tiempo de respuesta se ve reflejado en la pronta recuperación.

Atendiendo al tema de seguridad, se contará con personal que pueda auxiliar en caso de siniestro, además de ayudar a la vigilancia de los espacios para evitar el deterioro de estos por mal uso, siendo apoyados por un espacio con sistema de CCTV que permita que menos elementos realicen estas actividades, pero su efectividad no sea reducida. Y por último se requiere personal que coordine las actividades, gestione los recursos, así como organice eventos del municipio o de mayor envergadura.

Con base en el análisis realizado se propone el siguiente programa arquitectónico, dividiéndose en zona deportiva y zona administrativa:

#### **Zona deportiva**

- Área de skate y BMX
  - Área de rampas
  - Bowl
- Canchas de usos múltiples

#### **Zona administrativa**

- Secretaría
- Dirección
- Seguridad
- Bodega

#### **Servicios**

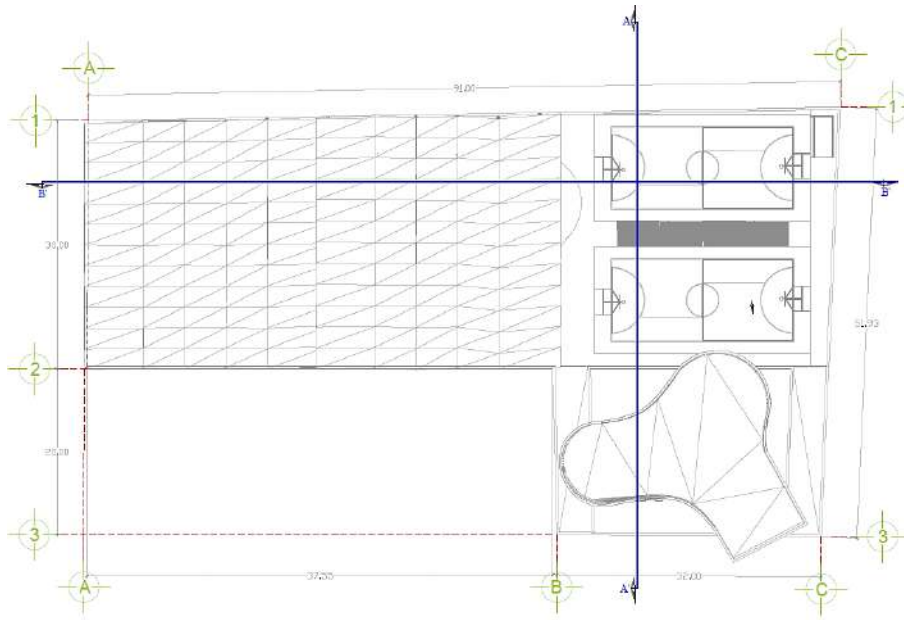
- Área infantil
- Sanitarios
- Comedor
- Tienda deportiva
- Servicios médicos

#### **Cuarto de máquinas**

- Cisterna pluvial
- Cisterna potable
- Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR)

#### **Estacionamiento**

#### **Áreas Verdes**



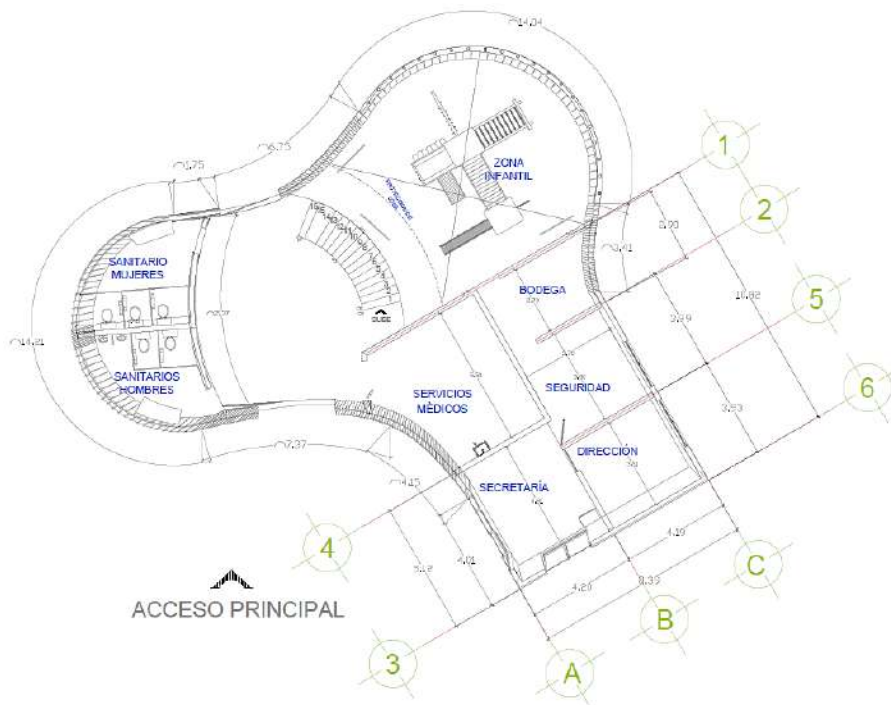
ARQ-01

PLANTA DE CONJUNTO

1:150

[Dibujo 14] Planta arquitectónica de conjunto.

Realizado por López, J y García, A. 2017.



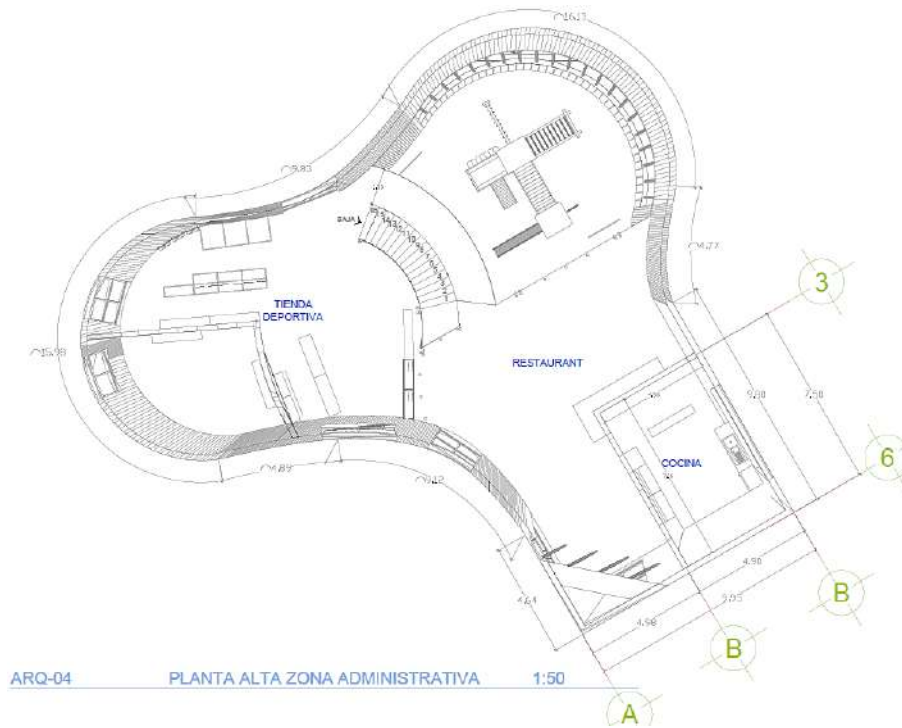
ARQ-03

PLANTA BAJA ZONA ADMINISTRATIVA

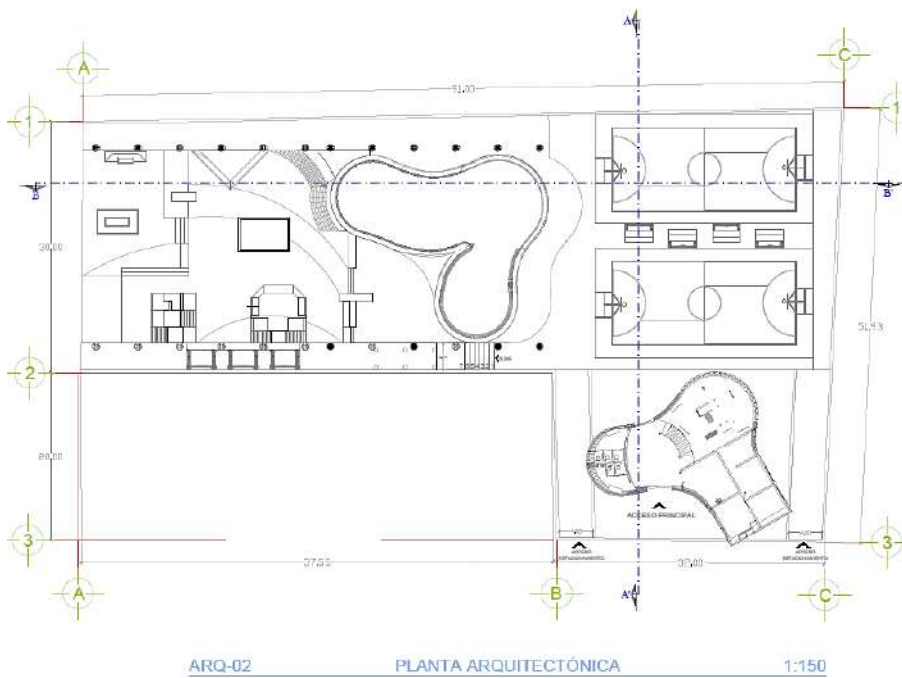
1:50

[Dibujo 15] Planta baja edificio administrativo. Realizado

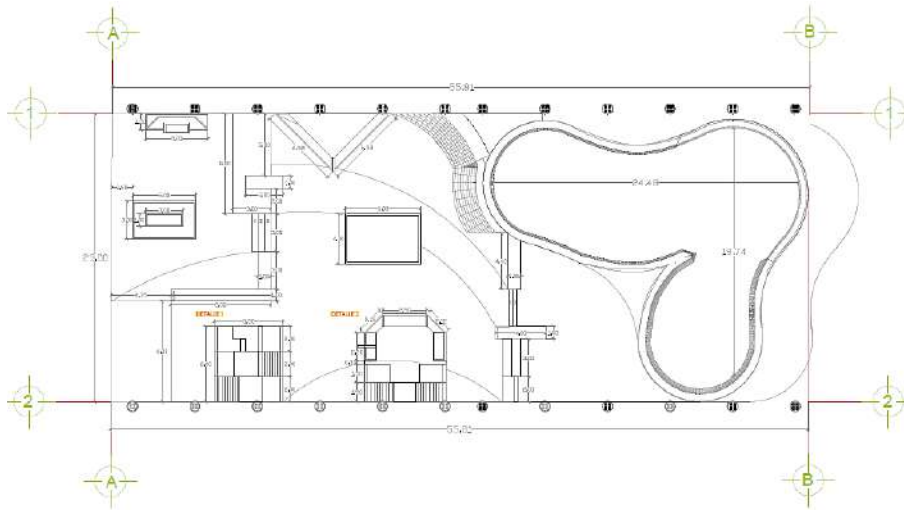
por López, J y García, A. 2017.



[Dibujo 16] Planta alta edificio administrativo.  
Realizado por López, J y García, A. 2017.

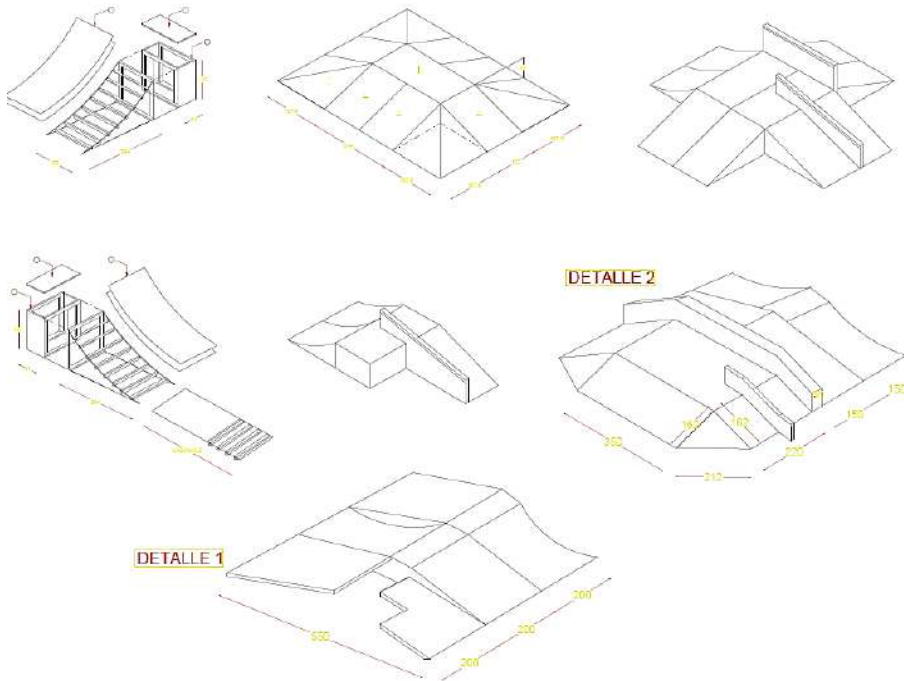


[Dibujo 17] Planta arquitectónica general. Realizado  
por López, J y García, A. 2017.



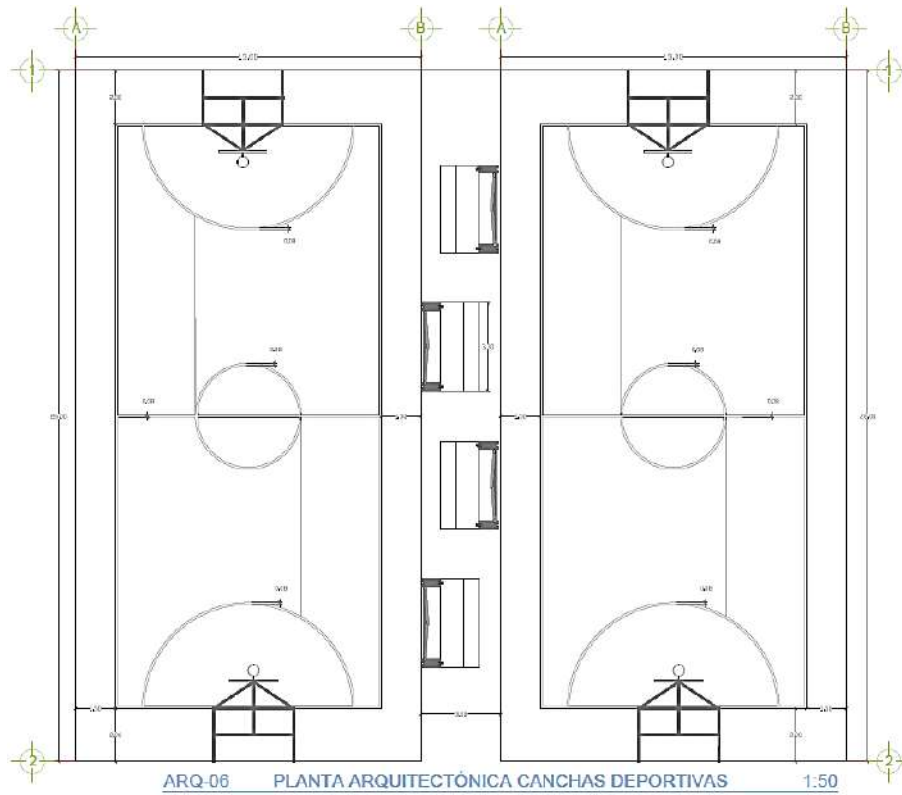
ARQ-05 PLANTA ARQUITECTÓNICA ZONA SKATE 1:100

[Dibujo 18] Planta zona de skateboarding y BMX.  
Realizado por López, J y García, A. 2017.

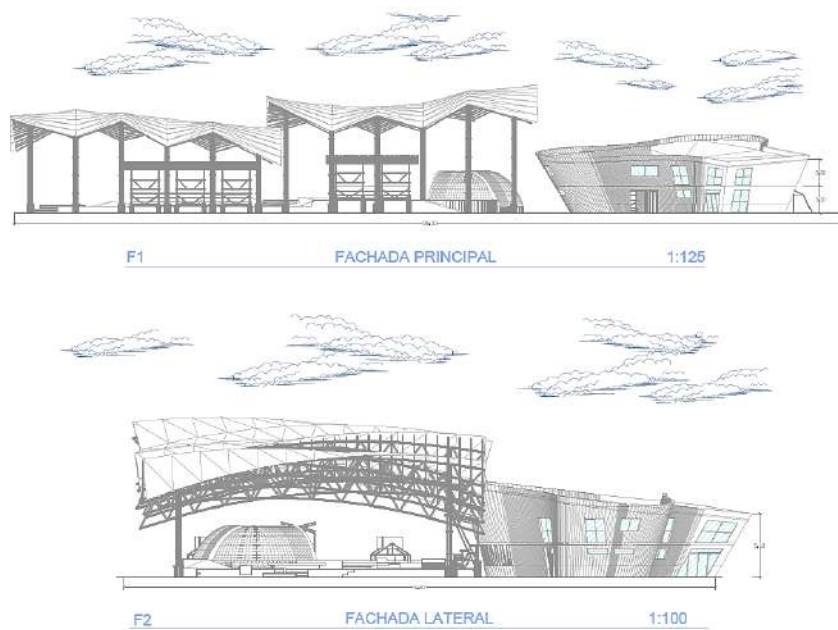


DET-01 DETALLES ZONA SKATE S/ESCALA

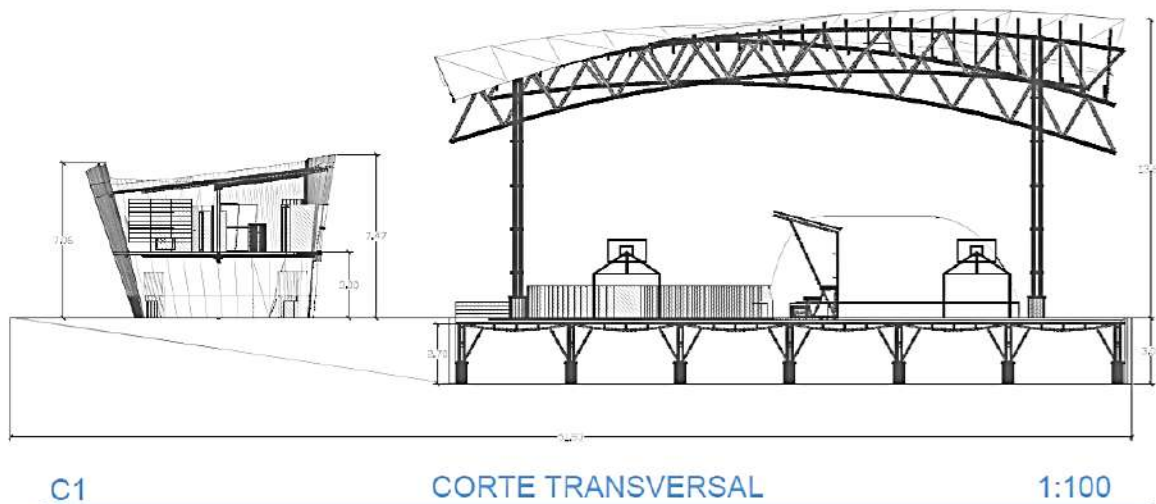
[Dibujo 19] Detalles de rampas de skateboarding y  
BMX. Realizado por López, J y García, A. 2017.



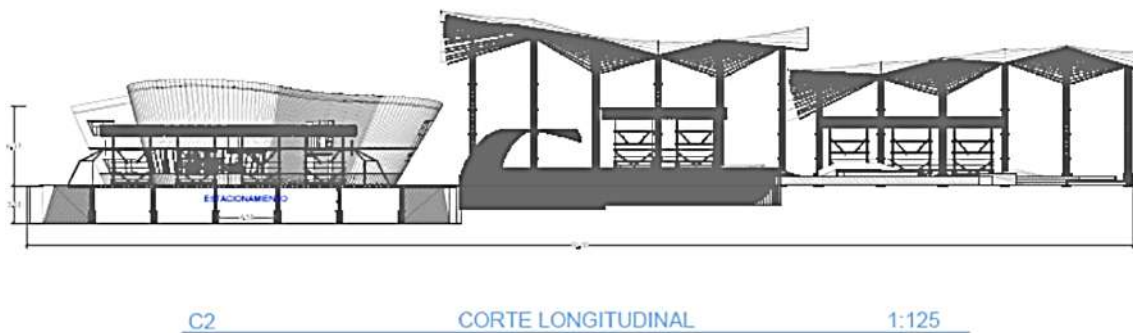
[Dibujo 20] Planta de zona de canchas. Realizado por López, J y García, A. 2017.



[Dibujo 21] Fachadas. Realizado por López, J y García, A. 2017.



[Dibujo 22] Corte transversal del centro deportivo propuesto. Realizado por López, J y García, A. 2017.



[Dibujo 23] Corte longitudinal del centro deportivo propuesto. Realizado por López, J y García, A. 2017.

### Aspecto ambiental

Como se ha mencionado anteriormente, el ámbito de la construcción (mamposterías confinadas) genera una gran cantidad de contaminantes, desde la fabricación de los materiales, pasando por el proceso constructivo hasta el tratamiento de los residuos o escombros, producto de esta actividad, por lo que este proyecto busca en medida de lo posible reducir dicha huella ecológica, por lo que se procura que los materiales a emplear tengan la menor cantidad de procesos industriales que afecten el medio ambiente por lo que se propone en el Centro Deportivo el uso de:

- **Bambú:** El material que predomina en el proyecto, empleado principalmente como elemento estructural, requiere aproximadamente 5 años desde que se siembra para tener la madurez necesaria para uso en construcciones, además de que una vez que se corta la planta sigue creciendo, a diferencia del resto de los árboles madereros que requieren aproximadamente 15 años y una vez talados la planta no vuelve a crecer.
- **Esterilla de bambú:** El bambú se divide de forma que pueda emplearse en plano, este elemento se empleara como cimbra en las losas del edificio administrativo, además, sus propiedades físico-mecánicas nos permiten que después del colado, pueda permanecer en el sitio a modo de plafón.
- **Laminado de bambú:** Ya que el proceso de producción del laminado consiste en prensar varias capas de bambú previamente tratado en forma de esterilla nos permite tener elementos flexibles, pero de alta resistencia, a manera de madera contrachapada, este material se empleará para la elaboración de las rampas, pues la flexibilidad del elemento permitirá la construcción de manera eficiente de estas. Además de las rampas, el material se empleará como piso dentro del edificio administrativo y como duela en las canchas de usos múltiples, la diferencia entre los tres usos del elemento será su espesor y su acabado, mismo que modificará la rugosidad de este, permitiendo su adaptabilidad a la diferencia de trabajo en cada zona.
- **Adobe:** Se compone exclusivamente de tierra, arena y fibras vegetales, por lo que su impacto ambiental solo se ve reflejado en la extracción de los mismos, por otro lado, la tierra requerida para la elaboración de este material será producto de las excavaciones que se realizaran para el estacionamiento, cisternas, bowl y cimentación, este material será empleado para la elaboración de bardas perimetrales, en modo de bloques, mientras que en los muros de la zona administrativa serán construidos mediante el sistema de bahareque.
- **Plasto cemento:** Se podría considerar como una alternativa al ferro cemento, pero en lugar de ocupar acero se reciclan los costales plásticos en los que se transporta la fruta, pues estos solo tienen un tiempo de vida limitado a un solo uso.
- **Cantera laminada:** Este elemento consta de una laja de piedra de cantera, con la única diferencia de que posee un recubrimiento plástico que reduce su porosidad, de esta manera se tiene un material cuya principal huella ecológica se presenta en su extracción. Dicho material se empleará en pavimentos ya que al ser un material permeable nos permitirá que en las zonas expuestas a intemperie se pueda drenar el agua producto de las lluvias, así mismo, se usará en la zona de rampas, ya que el acabado plástico reduce considerablemente la abrasión que podría ocurrir producto de una caída durante la práctica de actividades en esta área.

### Asoleamiento y vientos dominantes

Los elementos del entorno urbano tales como desniveles topográficos, masas de vegetación o edificios cercanos arrojan sombras en el terreno de la propuesta del Centro Deportivo, así como tienen influencia en la habitabilidad y confort.



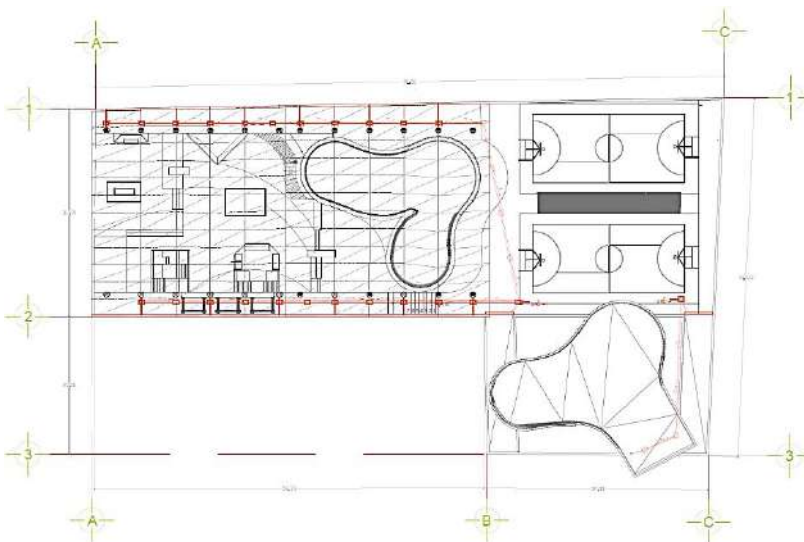
[Dibujo 24] Asoleamiento (amarillo) y vientos dominantes (naranja) del terreno donde se propone el centro deportivo en el municipio de Amozoc.

<https://es.windfinder.com/#16/19.0445/-98.0433>. 2021.

Como se aprecia el recorrido que toma el sol a través de la geometría del terreno, se busca proteger el volumen destinado a los servicios administrativos del asoleamiento del poniente durante 11 am a 3pm para que posteriormente brinde confort en la temperatura interior con el sol tenue de la tarde. También se busca que el área deportiva sea la protectora de los usuarios del asoleamiento de medio día para poder realizar actividades a cualquier hora del día.

### Aprovechamiento de la precipitación pluvial

Parte del bajo impacto ambiental que se busca en el Centro Deportivo es mediante el uso de aguas pluviales mediante su recolección con un sistema de cisternas que brindarán abastecimiento de agua a los servicios hidráulicos dentro del edificio administrativo y riego de áreas verdes.



[Dibujo 25] Red de captación pluvial para el aprovechamiento de agua en color rojo. Realizado por López, J y García, A. 2017.

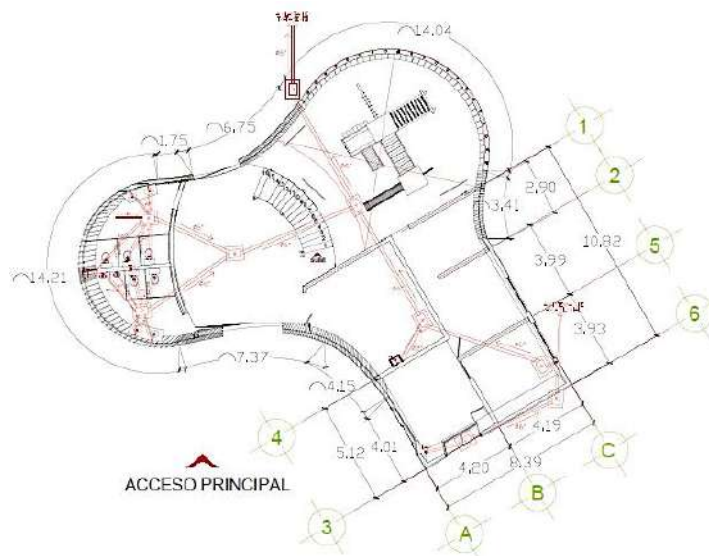
Parte importante en el diseño del Centro Deportivo en el municipio de Amozoc es la calidad de la habitabilidad, que se verá reflejada en la cantidad de tiempo diario que los usuarios inviertan en las actividades dentro de las instalaciones del Centro Deportivo.

Este tiempo de calidad podría verse beneficiado utilizando características de confort en el mismo, como las siguientes:

- Microclima que mitigue el ruido y reduzca la sensación térmica de calor mediante masas de vegetación y jardineras.
- Propuesta de juego de volúmenes salientes y entrantes que producen un conjunto de sombras propias, arrojadas por el edificio, que disminuye la asimilación de calor.
- Mantener áreas abiertas en planos verticales en el área del parque y canchas para proporcionar amplios espacios entre edificaciones siguiendo la dirección del flujo de viento.
- Utilizar los techos para crear sombras en superficies pavimentadas exteriores para disminuir la temperatura de estas.

### Red de sistema de drenaje

Mantener independientes las redes de recolección pluvial de las del sistema de drenaje del proyecto para procurar la reutilización del agua de lluvia, por lo que se considera desde el diseño del Centro Deportivo una red de captación sanitaria de acuerdo con las necesidades de recolección del proyecto.

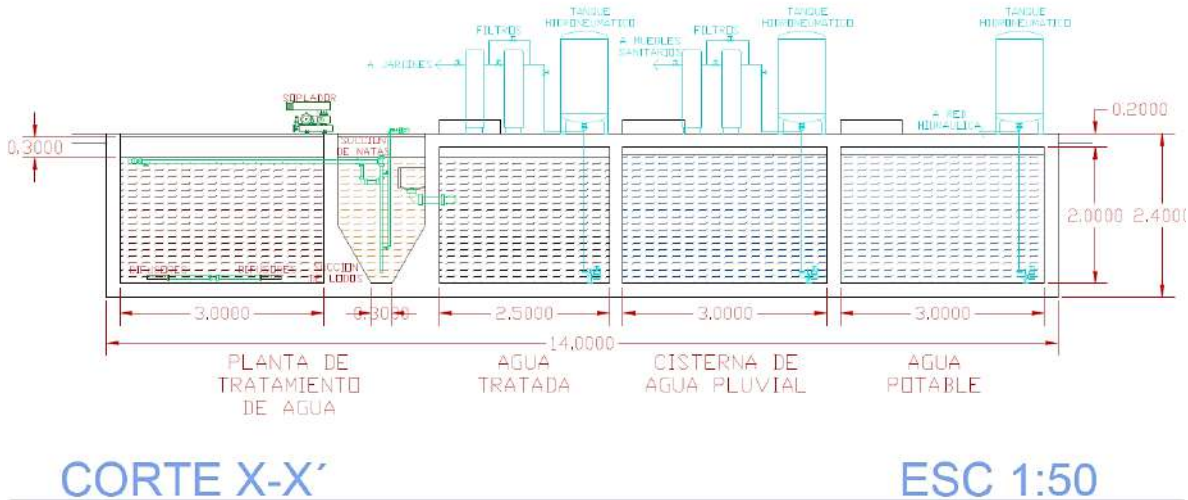


[Dibujo 26] Red de captación sanitaria para el edificio administrativo en color rojo. Realizado por López, J y García, A. 2017.

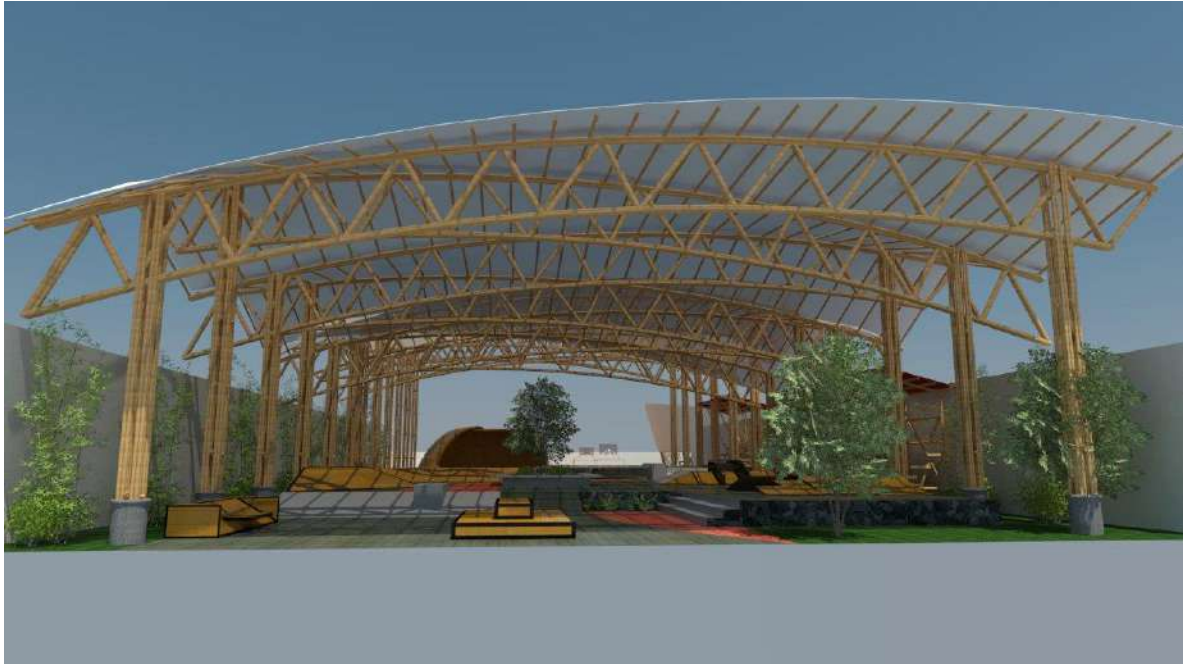
## Proyecto con el entorno urbano

La integridad del proyecto se vincula con el significado de la palabra “sostenible” (sustentable) como se describe en el informe de Brundtland, mencionado en el capítulo 1.1 Antecedentes: búsqueda de materiales alternativos, la propuesta del Centro Deportivo toma en cuenta aspectos climáticos y ambientales, no solo en el aspecto de su construcción, sino también en su operación, para esto, se tiene en consideración el uso de construcciones bioclimáticas, mediante el uso de losas inclinadas en el edificio administrativo y losas curvas en la zona de las rampas, pues su forma ayuda a que la radiación solar incida en menor cantidad sobre estas, reduciendo la sensación térmica de calentamiento, pues al aumentar el área, también se aumenta el tiempo en que una superficie incrementa su calor.

Además de estas medidas se tiene en cuenta el uso de 3 cisternas, la primera será para el agua potable, de manera convencional, la segunda será para la captación pluvial, la cual se alimentará con el agua recolectada en la zona de rampas, la cubierta del edificio administrativo y las trincheras colocadas a la entrada del estacionamiento, como se muestra en el dibujo 26 y por ultimo una cisterna para aguas tratadas, por lo que se requiere una planta de tratamiento de agua (ver dibujo 27). Ya que el agua producto de estos últimos procesos no puede ser utilizada para consumo humano serán reutilizadas para los muebles sanitarios y para regar jardines, respectivamente.



[Dibujo 27] Sistema de cárcamos y filtros para tratamientos de aguas.. Realizado por López, J. 2017.



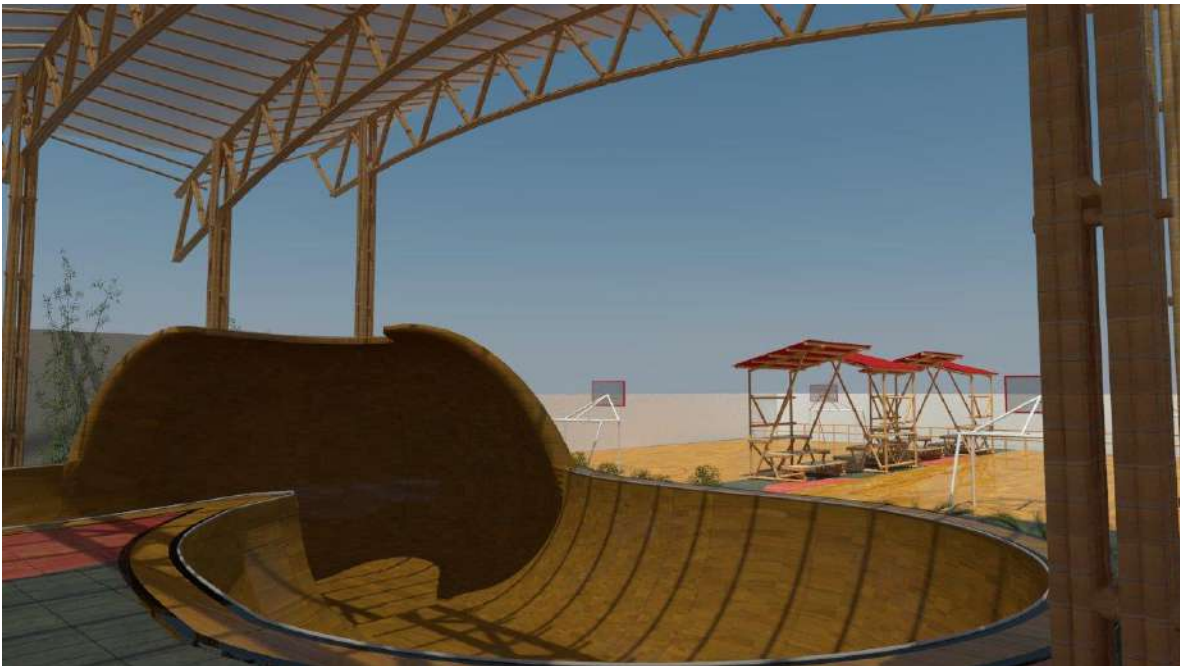
*[Foto 78] Fachada principal zona de skate park, se aprecia el uso del bambú como principal elemento estructural. Realizado por López, J. 2017.*



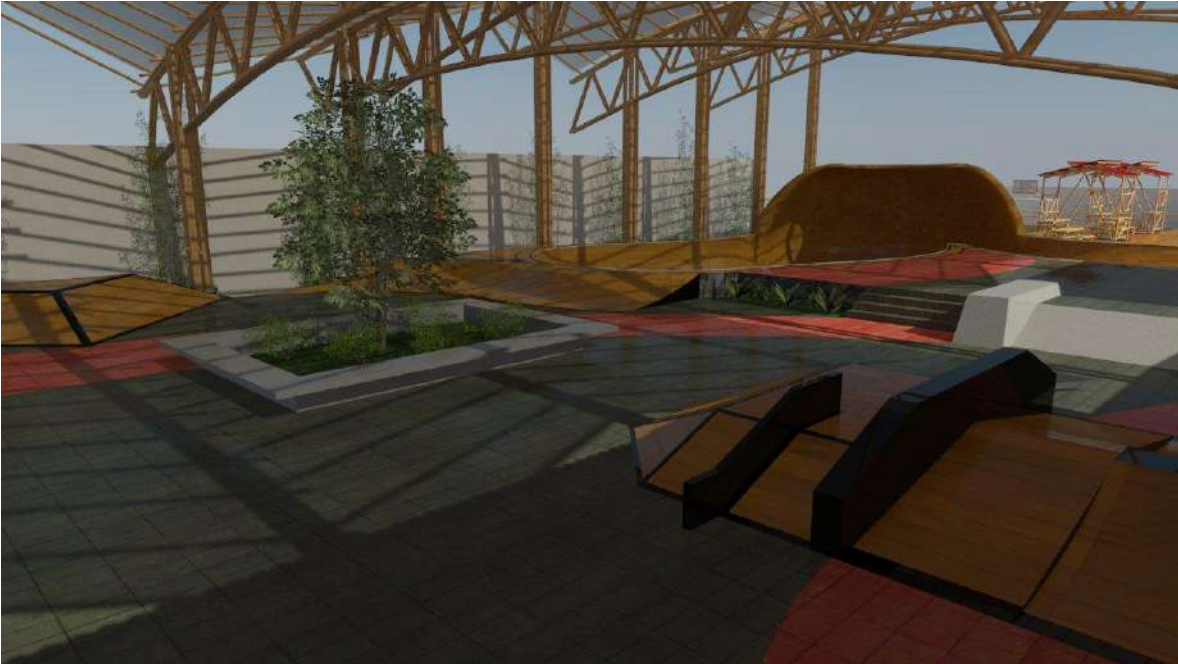
*[Foto 79] Zona de rampas, pavimentos elaborados mediante cantera laminada. Realizado por López, J. 2017.*



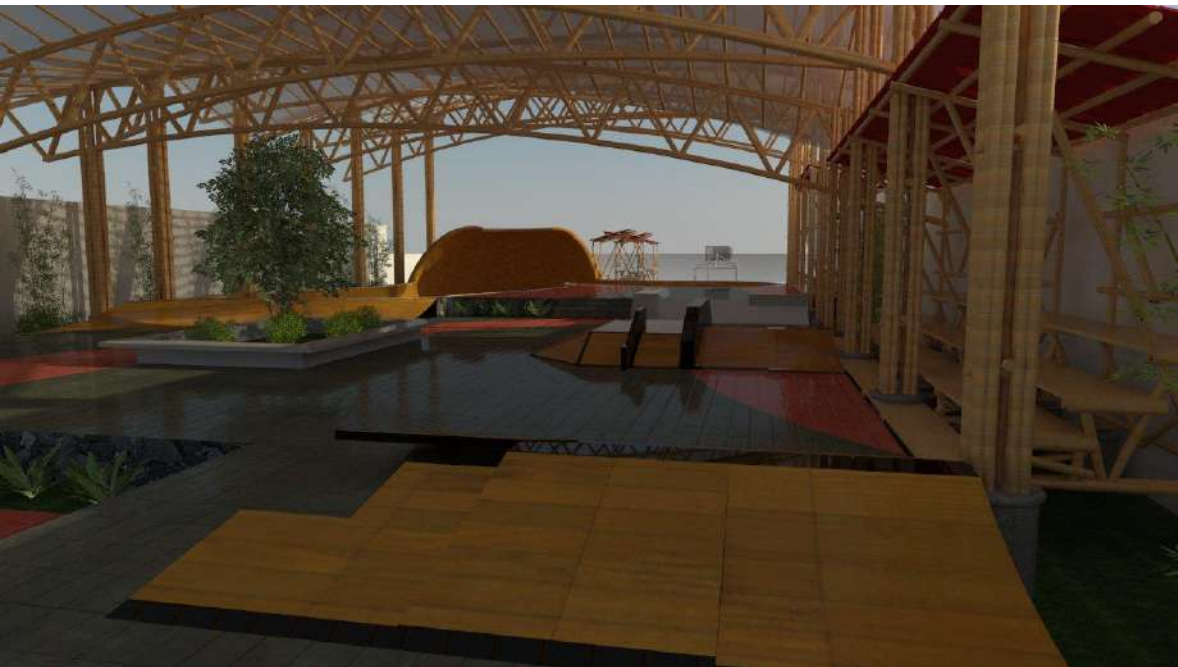
*[Foto 80] Vista del bowl mostrando la flexibilidad del laminado de bambú para la elaboración de las rampas curvas. Realizado por López, J. 2017.*



*[Foto 81] Canchas de usos múltiples / rampas de skate, elaboradas con el mismo material, laminado de bambú, pero con distinto tratamiento y acabado. Realizado por López, J. 2017.*



*[Foto 82] Canchas de usos múltiples / rampas de skate, elaboradas con el mismo material, laminado de bambú, pero con distinto tratamiento y acabado. Realizado por López, J. 2017.*



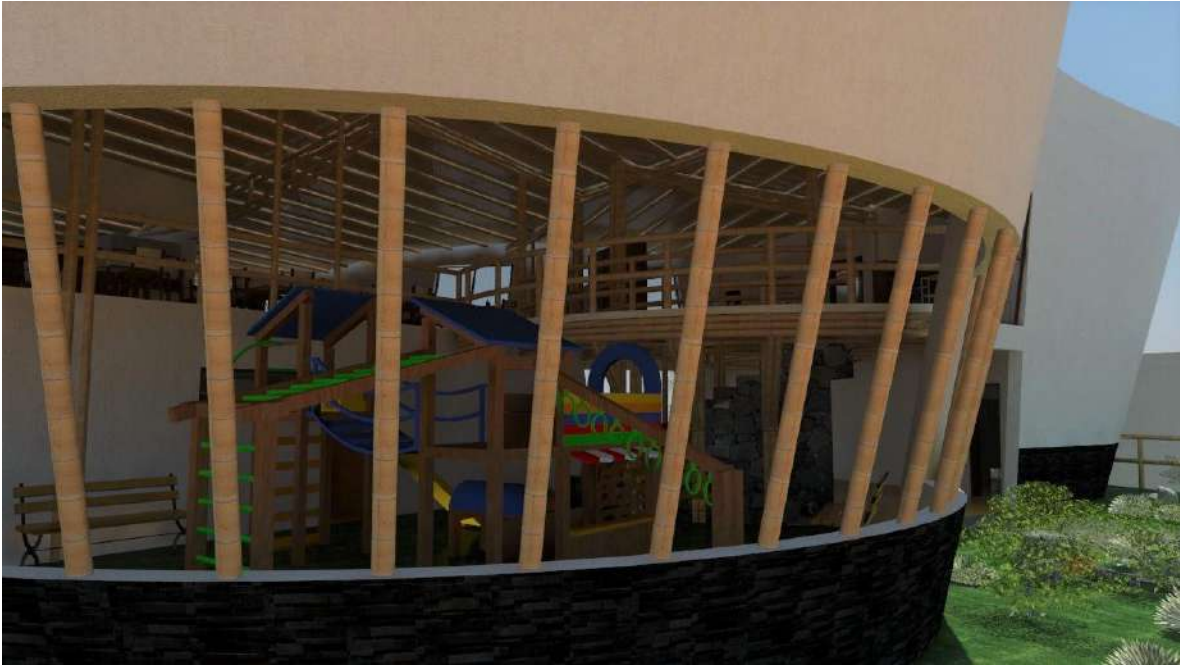
*[Foto 83] Vista general del skate park. Realizado por López, J. 2017.*



*[Foto 84] Fachada principal edificio administrativo. Juego de volúmenes mostrando elementos curvos, planos, rectos e inclinados para mostrar la versatilidad del material. Realizado por López, J. 2017.*



*[Foto 85] Fachada posterior edificio administrativo. Realizado por López, J. 2017.*



*[Foto 86] Vista exterior del área infantil. Realizado por López, J. 2017.*



*[Foto 87] Acceso a estacionamiento, se aprecia el entepiso el cual será elaborado con plasto cemento soportado por la estructura de bambú. Realizado por López, J. 2017.*



*[Foto 88] Interior del estacionamiento, el bambú predomina en la estructura, se aprecia la losa de plasto cemento soportada con esterilla de bambú, además del pavimento a base de cantera laminada. Realizado por López, J. 2017.*

## CONCLUSIÓN

La huella ecológica que el avance de la construcción ha ocasionado sobre el medio ambiente ha llamado la atención de la sociedad, aportando mayor interés en las investigaciones de materiales alternativos como lo es el bambú como material de construcción, el cual es un material alternativo de bajo impacto ambiental que permite coadyuvar a la habitabilidad de los espacios. También puede ofrecer, a través de sus propiedades y naturaleza morfológica, una amplia variedad de opciones tendientes a la sostenibilidad para ser utilizadas en edificaciones de carácter deportivo.

Las ventajas que ofrece el bambú para ser aprobado dentro de los espacios que se viven a diario están fuertemente cimentadas debido a que el bambú brinda beneficios aún desde el momento en que nace, así mismo se encuentra respaldado por una historia milenaria aprobatoria de su uso como material de construcción logrando evolucionar para tener normativa propia así como diferentes sistemas de producción para lograr poseer un carácter diferente a cada uno, logrando posicionar el bambú como una solución sostenible.

Además, su uso en un espacio requerido por la sociedad en un sitio que coadyuva a que las personas del municipio de Amozoc interesadas en la realización de actividades deportivas, cuenten con un espacio para ello, con lo cual podrán ejercitarse y mejorar su estado de salud, así mismo servirá de modelo análogo para apoyar a la realización de proyectos que tienden a la sostenibilidad a base de bambú.

## BIBLIOGRAFÍA

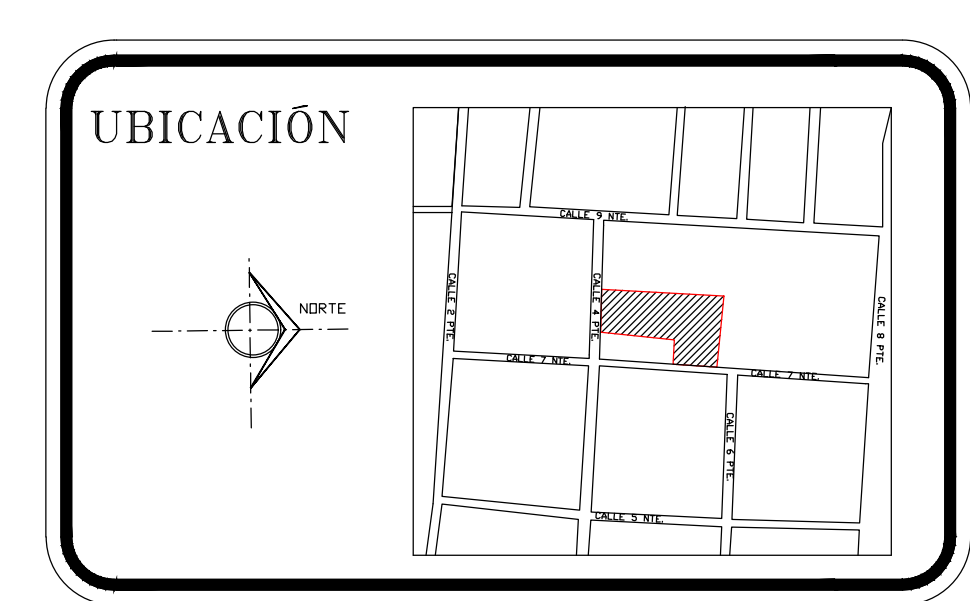
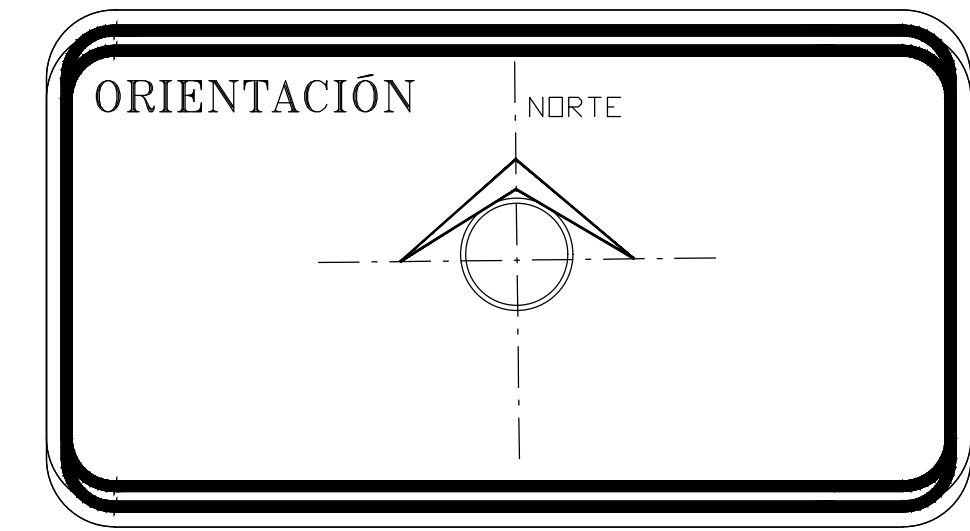
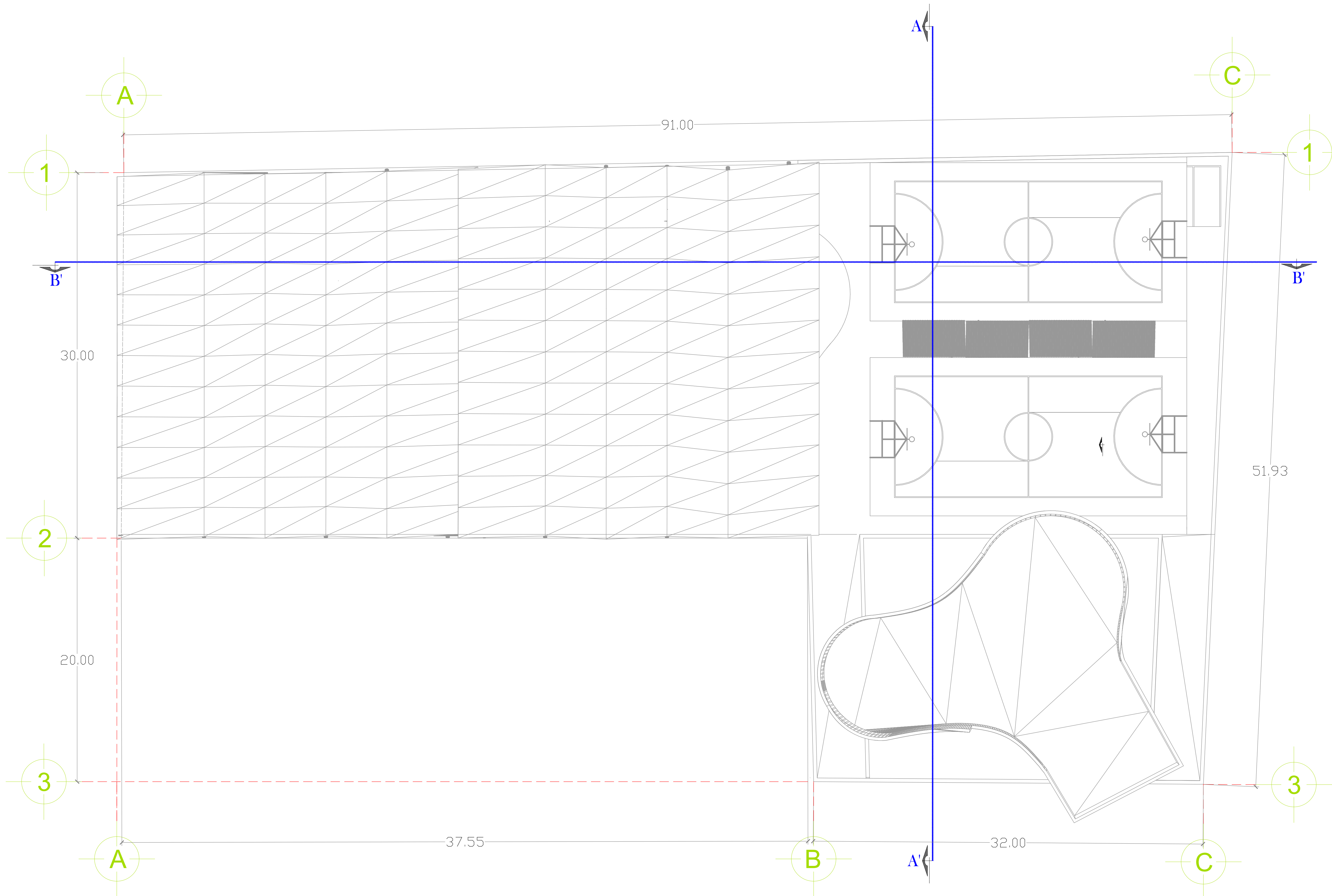
- Amend. et al, .. (1 de enero de 2011). *Biblioteca Virtual de la Cooperación Alemana*. Obtenido de ¿Un pie grande en un planeta pequeño? Haciendo cuentas con la huella ecológica: triunfando en un planeta con cada vez mayor escasez de recursos: <https://www.bivica.org/file/view/id/1117>
- Anónimo. (1987). *Nuestro futuro común*. Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.
- Aras. et al., A. (2011). Monografía de análisis de autores: Simón Vélez. Ciudad del Rosario, Santa Fe, Argentina.
- Bambú, O. V. (2016). *Cooperativa Oro Verde Bambú*. Obtenido de Cooperativa Oro Verde Bambú: <https://www.oroverdebambu.org/el-bambu>
- Bambuexport, S. (2016). *Bambuexport corporation*. Obtenido de Bambú ecuatoriano de exportación: <http://www.bambuexport.com.ec/procesos/>
- Bambuver. (2015). *Bambuver*. Obtenido de Bambuver Web Site: <http://www.bambuver.com/index.php/productos/planta-tipo>
- Betancourt. et al. (2009). El cultivo de bambú y sus beneficios al medio ambiente. *Agricultura orgánica*, 37, 38.
- Broto, C. (2006). *Tratado de Broto de la construcción. Patologías de los elementos constructivos*. Links.
- Candelaria, V. R. (1999). Perspectivas del bambú para la construcción en México. *Madera y Bosques*, 3-12.
- Carvajal, E. A. (2011). *Nuevos materiales y renovación arquitectónica. Técnicas y medios artísticos*. Madrid: UNED.
- Cedeño, Irigoyen. (2011). El bambú en México. *ARQURB*, 227-229.
- Cisneros, A. P. (1990). *Enciclopedia de arquitectura Plazola Vol. 4*. Plazola Editores.
- Cisneros, A. P. (1991). *Enciclopedia de arquitectura Plazola vol 8*. Plazola editores.
- Colombia, B. G. (15 de Julio de 2016). *Bambú Guadua Colombia*. Obtenido de Acero vegetal Bambú Guadua Colombia: <https://guaduabambucolombia.com/2012/10/15/recomendamos-el-uso-de-aceite-de-linaza-protector-e-inmunizante/>
- CONADE. (2015). Registro Nacional de Infraestructura Deportiva. Puebla, Puebla, México.
- Delgado, E. S. (2006). La importancia de la guadua en la obra de Simón Vélez. *Arquitectura*, 14-19.
- Ducon. et al, .. (23 de Julio de 2013). *Aplicación de estructuras arboriformes y colgantes a un puente peatonal*. Obtenido de Unipiloto: <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00000978.pdf>
- Echevarría, A. C. (2003). *Diccionario clásico de Arquitectura y Bellas Artes*. Barcelona: Ediciones del Serbal.

- Expansión. (04 de febrero de 2014). La mitad de la población en México no realiza actividad física: Conade.
- Federación, D. O. (18 de Octubre de 2016). *DOF SEGOB*. Obtenido de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5457053&fecha=18/10/2016](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5457053&fecha=18/10/2016)
- García, S. M. (2015). *Bambú como material estructural: Generalidades, aplicaciones y modelización de una estructura tipo*. Valencia : Creative commons.
- García, T. (19 de Agosto de 2015). *El país*. Obtenido de Shibam: Los rascacielos de adobe: [http://elpais.com/elpais/2015/08/19/seres\\_urbanos/1439964000\\_143996.html](http://elpais.com/elpais/2015/08/19/seres_urbanos/1439964000_143996.html)
- Geografic, R. N. (5 de Septiembre de 2010). *Oso Panda Gigante*. Obtenido de National Geographic: <https://www.nationalgeographic.es/animales/oso-panda-gigante>
- González, F. V. (2005). *Comparación de consumos de recursos energéticos en la construcción de vivienda social: guadua vs. concreto*. Caldas: Tesis para master.
- Habitat, O. (9 de noviembre de 2018). *Índice de las ciudades prósperas*. Obtenido de ONU Habitat. por un mejor futuro urbano: <https://onuhabitat.org.mx/index.php/indice-de-las-ciudades-prosperas-cpi-mexico-2018>
- Heinsdorff, M. (2014). *Bamboo Architecture*. Design Media Publishing Ltd.
- INEGI. (2011). *Perspectiva estadística Puebla*. Puebla: INEGI.
- INEGI. (11 de 2015). *Módulo de Práctica Deportiva y Ejercicio Físico (MOPRADEF)*. Obtenido de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/modulos/moprade/f/>
- INEGI. (2016). *Cuentame INEGI*. Obtenido de [http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/pue/territorio/div\\_municipal.aspx?tema=me&e=21](http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/pue/territorio/div_municipal.aspx?tema=me&e=21)
- INEGI. (2016). Distribución porcentual de la población de 18 y más años inactiva físicamente que alguna vez realizó práctica físico-deportiva, por razón principal de abandono, según sexo. México.
- INEGI. (13 de Noviembre de 2019). *INEGI ORG*. Obtenido de [https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/702825189990.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825189990.pdf)
- INEGI, I. N. (21 de Marzo de 2015). *Encuesta intercensal 2015*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/#Documentacion>
- Iracheta. et al, .. (2012). *Metrópolis en crisis. Una propuesta para la zona metropolitana Puebla-Tlaxcala*. Zacatepec, Estado de México: El colegio Mexiquense.
- Lara. et al. (2012). Huella ecológica, datos y rostros. *Cuadernos de divulgación ambiental.*, 5-6.
- Laude, T. M. (2004). *Bambú: recurso sostenible par estructuras espaciales*. Medellín: Bamboo space.
- Lengen, J. V. (2009). *Manual del arquitecto descalzo*. México: Editorial Pax México.

- Lengen, P. V. (2016). *Materiales alternativos: usos y proceso constructivo* [Grabado por P. V. Lengen]. Puebla, Puebla, México.
- López, Ó. H. (1981). *Manual de construcción con bambú*. Bogotá: Estudios técnicos colombianos Ltda. Editores.
- López, O. H. (2003). *Bamboo: the gift of the gods*. Bogotá: Hipertexto Ltda.
- Málaga, H. C. (7 de Octubre de 2013). *Área del corazón*. Obtenido de Área del corazón: <http://www.areadelcorazonhcvv.com/blog/?pag&paged=12>
- McCormac, J. (2002). *Diseño de estructuras de acero*. México: Alfaomega.
- Meredith, T. J. (2001). *Bamboo for gardens*. Timber Press.
- Merino, J. P. (2012). *Definición de*. Obtenido de Definición de: <http://definicion.de/sociedad/>
- México, G. d. (29 de Julio de 2020). *Anuario de Morbilidad 1984 - 2019*. Obtenido de Morbilidad Estatal : <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/anuarios-de-morbilidad-1984-2019>
- México, U. (2013). *Las 5 enfermedades que más afectan a los mexicanos*. Obtenido de <http://noticias.universia.net.mx/en-portada/noticia/2013/04/29/1020236/5-enfermedades-mas-afectan-mexicanos.html>
- Minke, G. (1995). *Building with bamboo*. Icaria.
- Nación, G. (2 de Mayo de 2016). *La Nación*. Obtenido de La Nación: [http://www.nacion.com/vivir/tendencias/edificio-barro-grande-mezquita-Mali\\_0\\_1557844297.html](http://www.nacion.com/vivir/tendencias/edificio-barro-grande-mezquita-Mali_0_1557844297.html)
- OCDE. (s.f.). Obtenido de La Obesidad y la Economía de la prevención: <https://www.oecd.org/centrodemexico/medios/obesidadylaekonomiasdelaprevencion.htm>
- OCDE, O. p. (2013). *Estudio territorial Puebla-Tlaxcala, México*. Puebla, México.: Instituto Municipal de Planeación.
- OMS. (2016). *Actividad Física*. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs385/es/>
- OMS. (JUNIO de 2016). *Obesidad y sobrepeso*. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>
- Puebla, R. (13 de abril de 2015). Puebla, estado con mayor obesidad en el país.
- Puebla, S. g. (2014). *Plan de Desarrollo Municipal del Municipio de Amozoc, Puebla*. Puebla.
- Rodríguez, C. (2000). *Los bambués nativos de México*. Biodiversitas.
- Rodríguez, G. C. (2000). Los bambúes nativos de México. *CONABIO. Biodiversitas*, 12-15.
- Romo, J. C. (2006). El bambú como material de construcción. *Conciencia tecnológica*, 67-69.
- SCT. (1 de diciembre de 2018). *Banco de materiales*. Obtenido de Secretaria de comunicaciones y transporte:

[http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Banco\\_de\\_Materiales\\_2018/1/NBM\\_PUEBLA\\_2018.pdf](http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Banco_de_Materiales_2018/1/NBM_PUEBLA_2018.pdf)

- SEDATU. (2016). *Informe final municipal: Amozoc, Puebla*. Amozoc: SEDATU.
- SEDESOL. (1 de noviembre de 2010). *Cédulas de información municipal*. Obtenido de Microregiones:  
<http://www.microrregiones.gob.mx/zap/datGenerales.aspx?entra=nacion&ent=21&mun=015>
- SEDESOL. (17 de Diciembre de 2012). *Estructura del sistema normativo de la Secretaría de Desarrollo Social, tomo V, recreación y deporte*. Obtenido de [http://www.inapam.gob.mx/work/models/SEDESOL/Resource/1592/1/images/recreacion\\_y\\_deporte.pdf](http://www.inapam.gob.mx/work/models/SEDESOL/Resource/1592/1/images/recreacion_y_deporte.pdf)
- Segura, R. B. (s.f.). *Del desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis*. Vasco: Creative Commons .
- SENCICO. (2006). *SENCICO, Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento*. Obtenido de Norma técnica de bambú e-100: <https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=180>
- Soderstrom, e. a. (1985). *Bamboo systematics: yesterday, today and tomorrow*.
- Stamm, J. (2009). *Siete Conceptos para hacer un Puente en Bambú*. Thailand.
- Ubidia, J. M. (2015). *Construir con bambú: caña de guayaquil*. Lima: INBAR.
- Umaña, V. C. (28 de marzo de 2009). *Bambú Guadua: un recurso ecológico*. Cartago, Cartago, Costa Rica.
- WWF. (15 de mayo de 2012). *World Wide Fund for Nature*. Obtenido de Informe Planeta Vivo 2012:  
[https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/informe\\_planeta\\_vivo\\_2012\\_1m.pdf](https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/informe_planeta_vivo_2012_1m.pdf)
- WWF. (2018). *Informe Planeta Vivo Apuntando más alto*. Gland Suiza: Grooten, M. y Almond, R.E.A.
- Yoshikawa, I. (2001). *Building bamboo fences*. Graphic Sha Pub Co.
- Yunis, N. (18 de octubre de 2015). *Archdaily*. Obtenido de Archdaily website:  
<http://www.archdaily.mx/mx/775573/rising-canes-el-pabellon-de-bambu-de-penda-en-beijing-design-week>



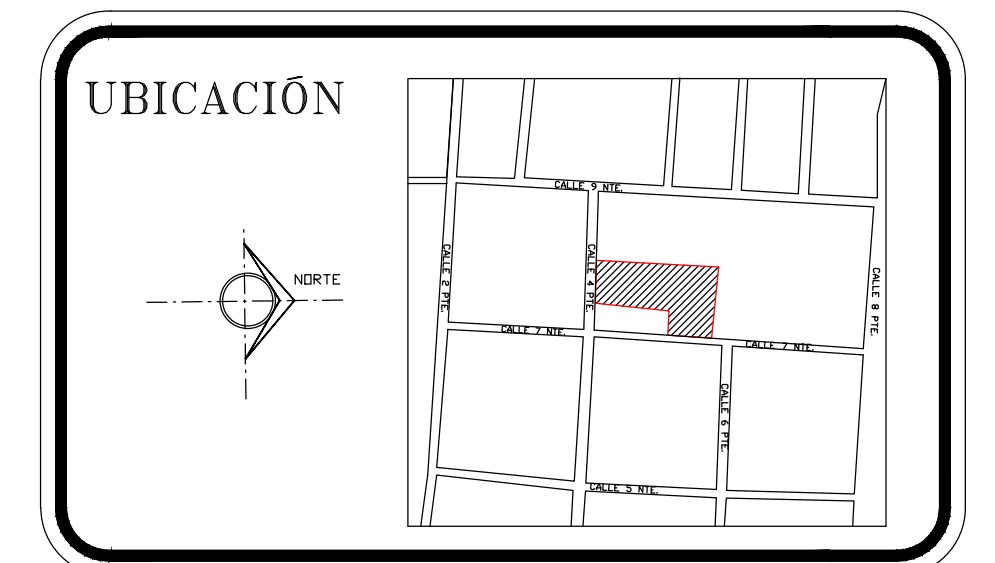
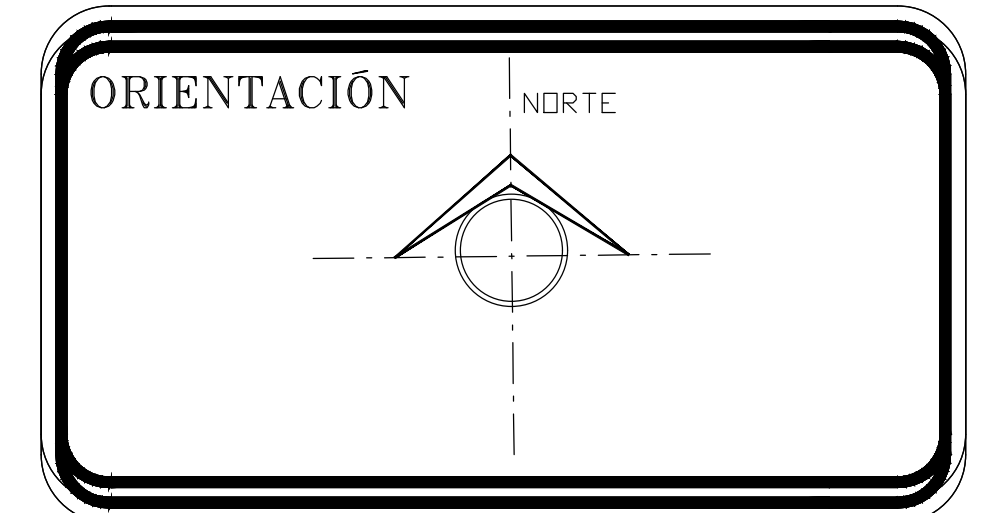
NOTAS:

ARQ-01

PLANTA DE CONJUNTO

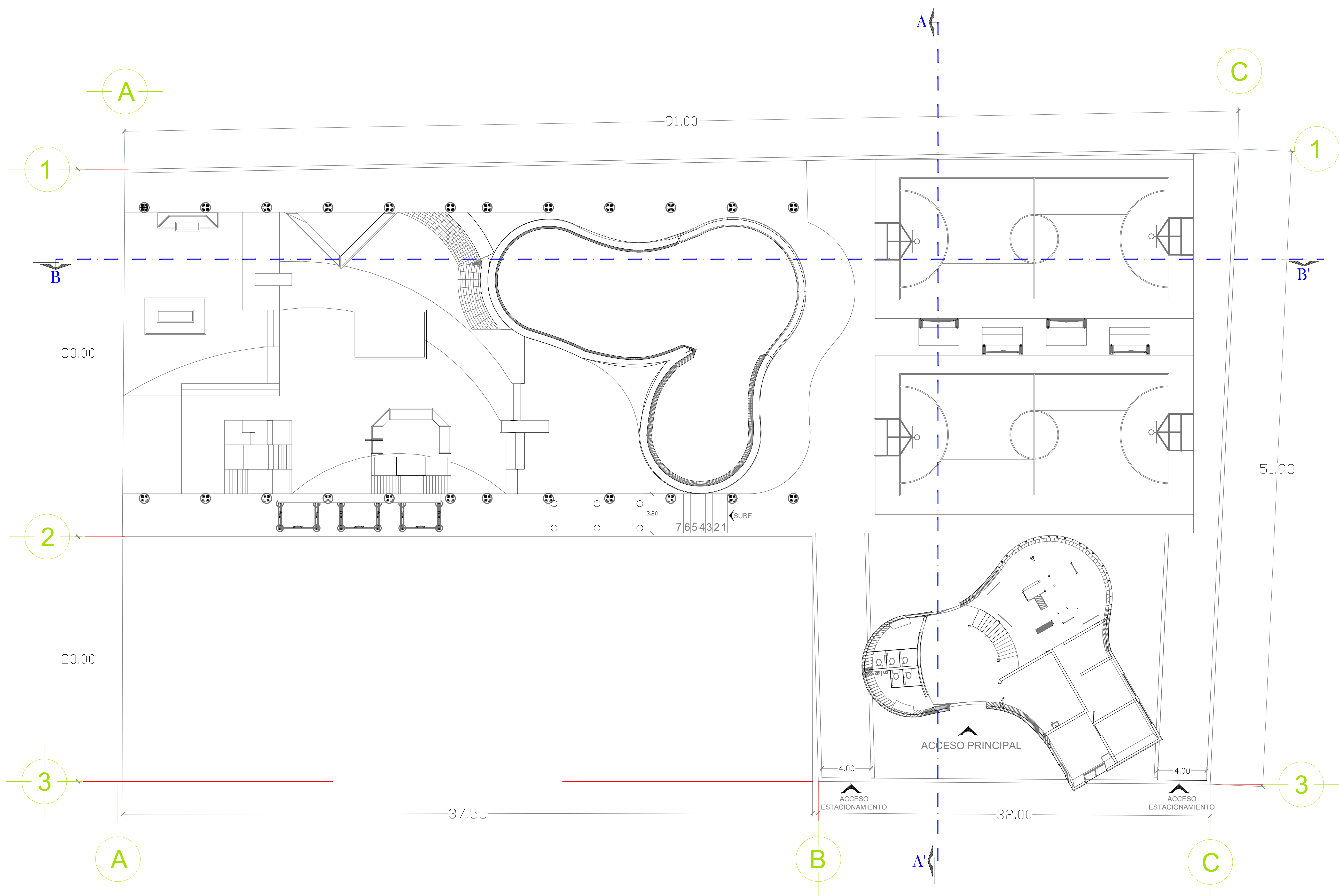
1:150

	<b>CENTRO DEPORTIVO EN EL MUNICIPIO DE AMOZOC, PUEBLA.</b>	
	FACULTAD DE ARQUITECTURA	
PROFESORES: DRA. DELIA DEL CONSUELO DOMINGUEZ CUANALO ID: 100079444 DRA. LILIA VARINA CATALINA LÓPEZ VARGAS ID: 100187855 DR. AGUSTÍN LÓPEZ ROMERO ID: 100068266		
ALUMNOS: ANAHÍ MONSERRAT GARCÍA VILLALBA ID: 201205232 YAZMÍN TLAMUETL FLORES ID: 201205233 MANUEL LÓPEZ ROJAS ID: 201202417		
FECHA: ABRIL 2016	ESCALA: INDICADA	COTAS: METROS
PLANO: PLANTA DE CONJUNTO		CLAVE: ARQ-01



**NOTAS:**

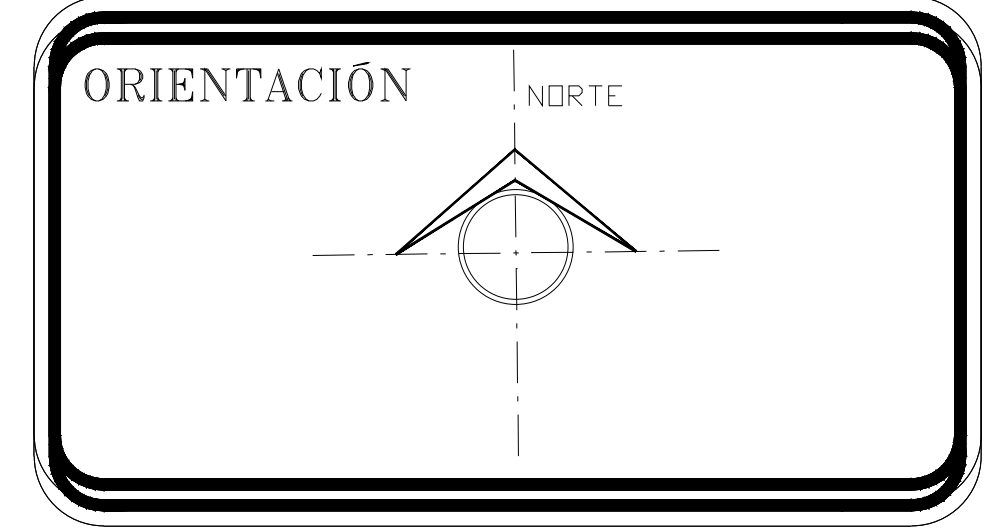
	<b>CENTRO DEPORTIVO EN EL MUNICIPIO DE AMOZOC, PUEBLA.</b>
	FACULTAD DE ARQUITECTURA
PROFESORES: DRA. DELIA DEL CONSUELO DOMÍNGUEZ CUANALO ID: 100079444 DRA. LILIA VARRINA CATALINA LÓPEZ VARGAS ID: 100187855 DR. AGUSTÍN LÓPEZ ROMERO ID: 100082266	ALUMNOS: ANAHÍ MONSERRAT GARCÍA VILLALBA ID: 201205232 YAZMÍN TLAHUETL FLORES ID: 201205263 MANUEL LÓPEZ ROJAS ID: 201202417
FECHA: ABRIL 2016	ESCALA: INDICADA
COTAS: METROS	
PLANO:	CLAVE: ARQ-02



ARQ-02

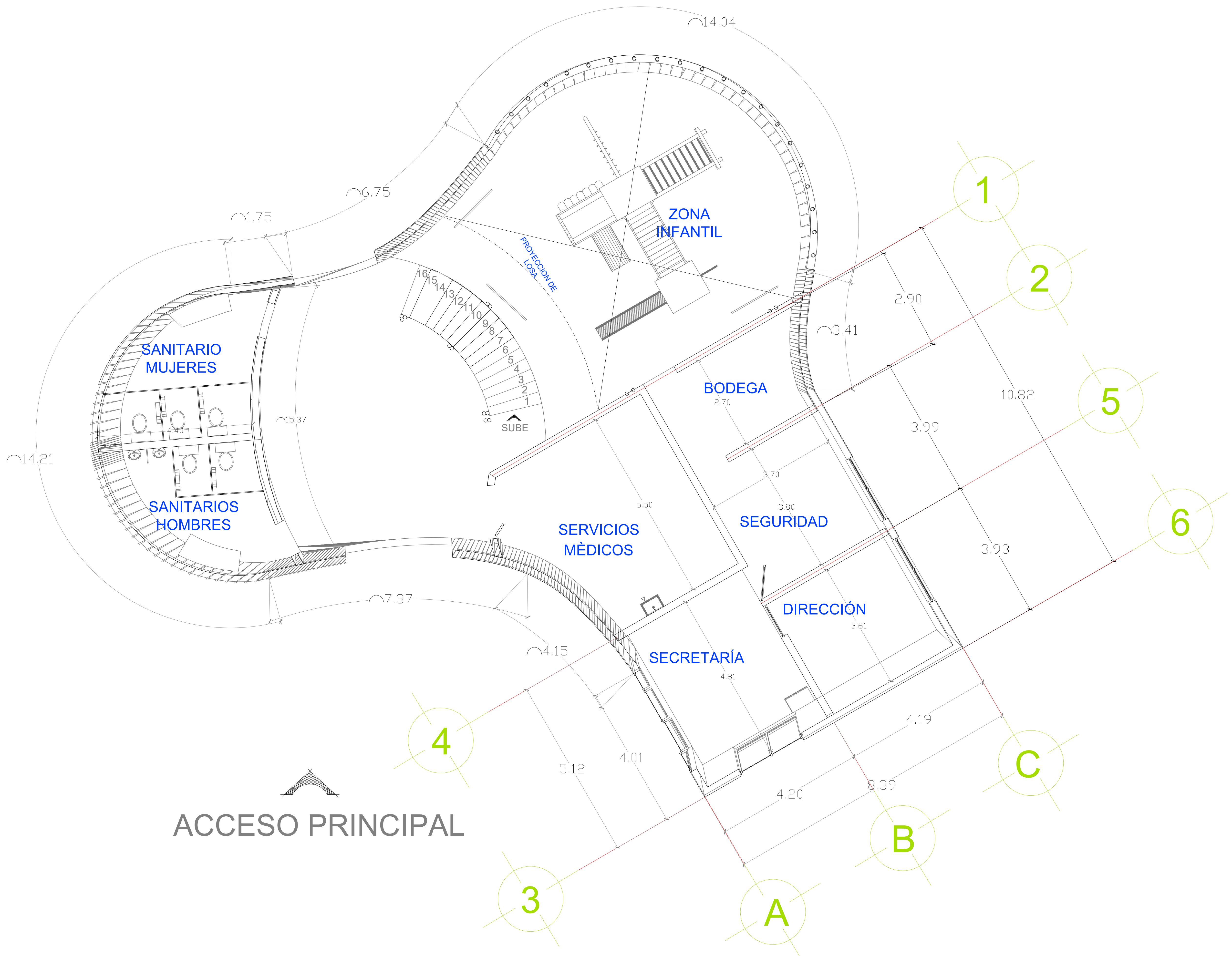
PLANTA ARQUITECTÓNICA

1:150



NOTAS:

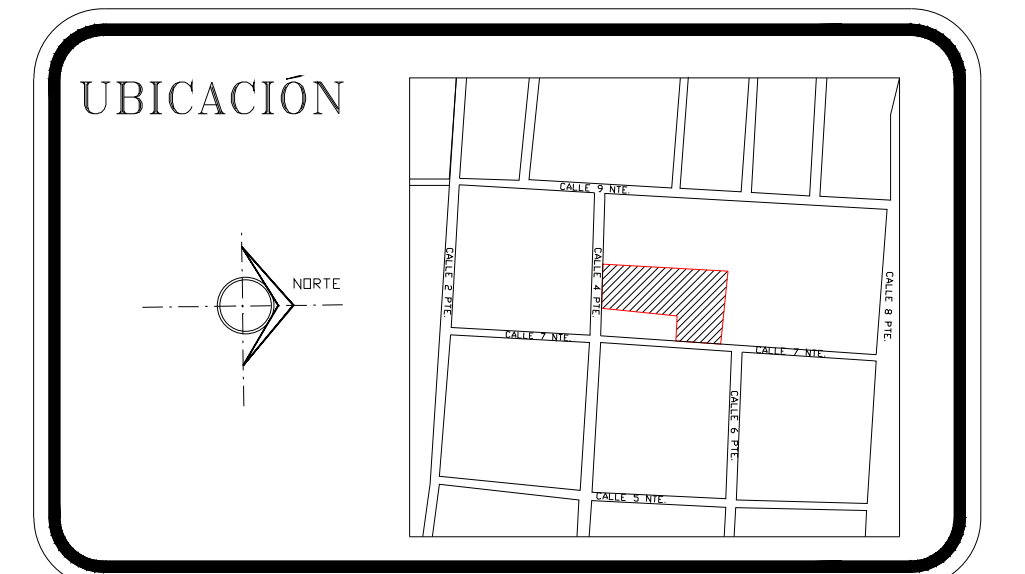
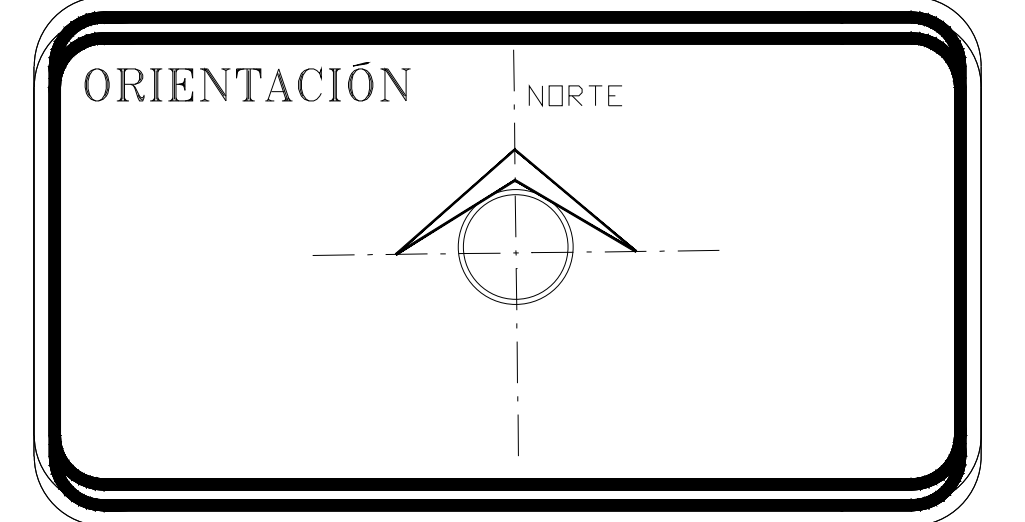
		<b>CENTRO DEPORTIVO EN EL MUNICIPIO DE AMOZOC, PUEBLA.</b>	
FACULTAD DE ARQUITECTURA			
PROFESORES: DRA. DELIA DEL CONSUELO DOMINGUEZ CUANALO ID. 100073444 DRA. LILIA VARIANIA CATALINA LÓPEZ VARGAS ID. 100187805 DR. AGUSTIN LÓPEZ ROMERO ID. 100068266			
ALUMNOS: ANAHI MONSERRAT GARCIA VILLALBA ID. 20120232 YAZMIN TLAHUETL FLORES ID. 201203953 MANUEL LÓPEZ ROJAS ID. 201202417			
FECHA: ABRIL 2016	ESCALA: INDICADA	COTAS: METROS	CLAVE: ARQ-03



ARQ-03

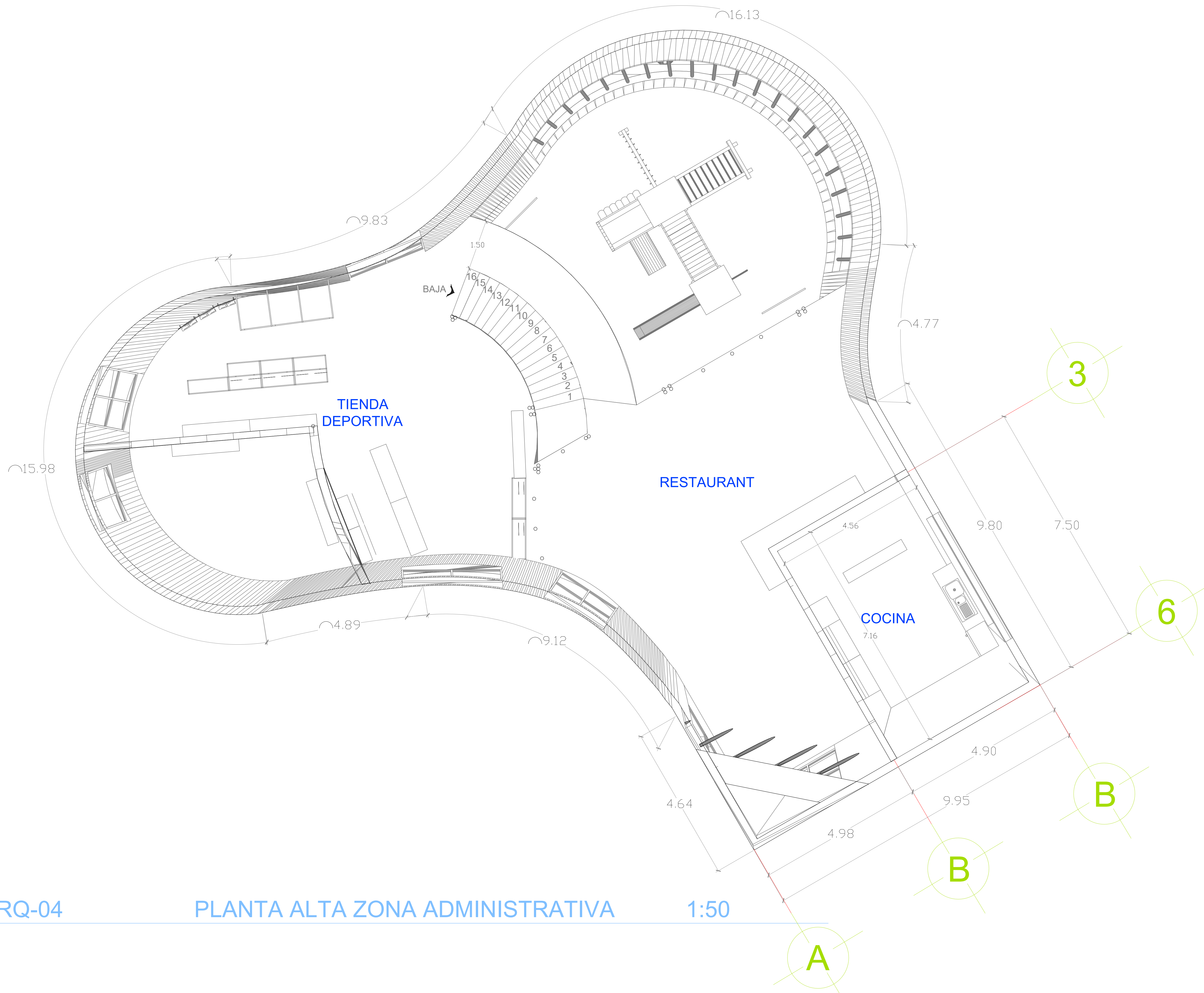
PLANTA BAJA ZONA ADMINISTRATIVA

1:50



NOTAS:

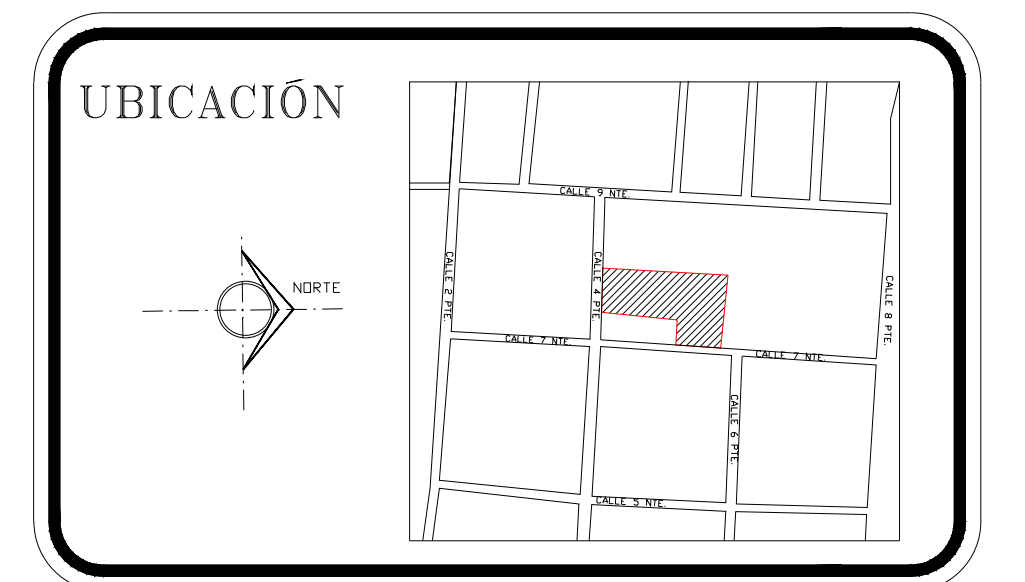
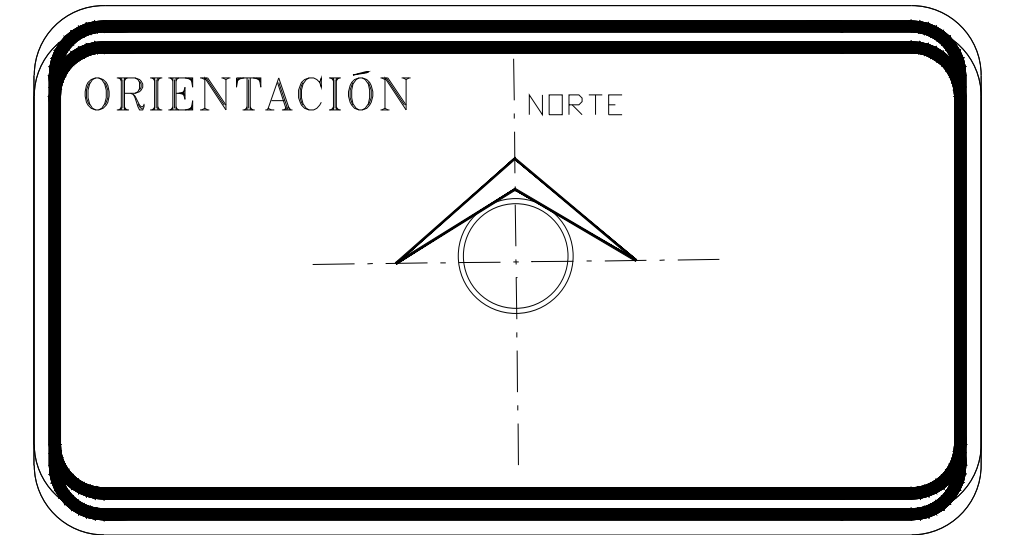
		<b>CENTRO DEPORTIVO EN EL MUNICIPIO DE AMOZOC, PUEBLA.</b>
FACULTAD DE ARQUITECTURA		
PROFESORES:		
DRA. DELIA DEL CONSUELO DOMINGUEZ CUANALO ID: 100073444		
DRA. LILIA VARIÑIA CATALINA LÓPEZ VARGAS ID: 100187805		
DR. AGUSTÍN LÓPEZ ROMERO ID: 100068266		
ALUMNOS:		
ANAHÍ MONSERRAT GARCÍA VILLALBA ID: 20120232		
YAZMIN TLAHUETL FLORES ID: 201203953		
MANUEL LÓPEZ ROJAS ID: 201202417		
FECHA: ABRIL 2016	COTAS: METROS	CLAVE: ARQ-04
PLANO: PLANTA ALTA ZONA ADMINISTRATIVA		



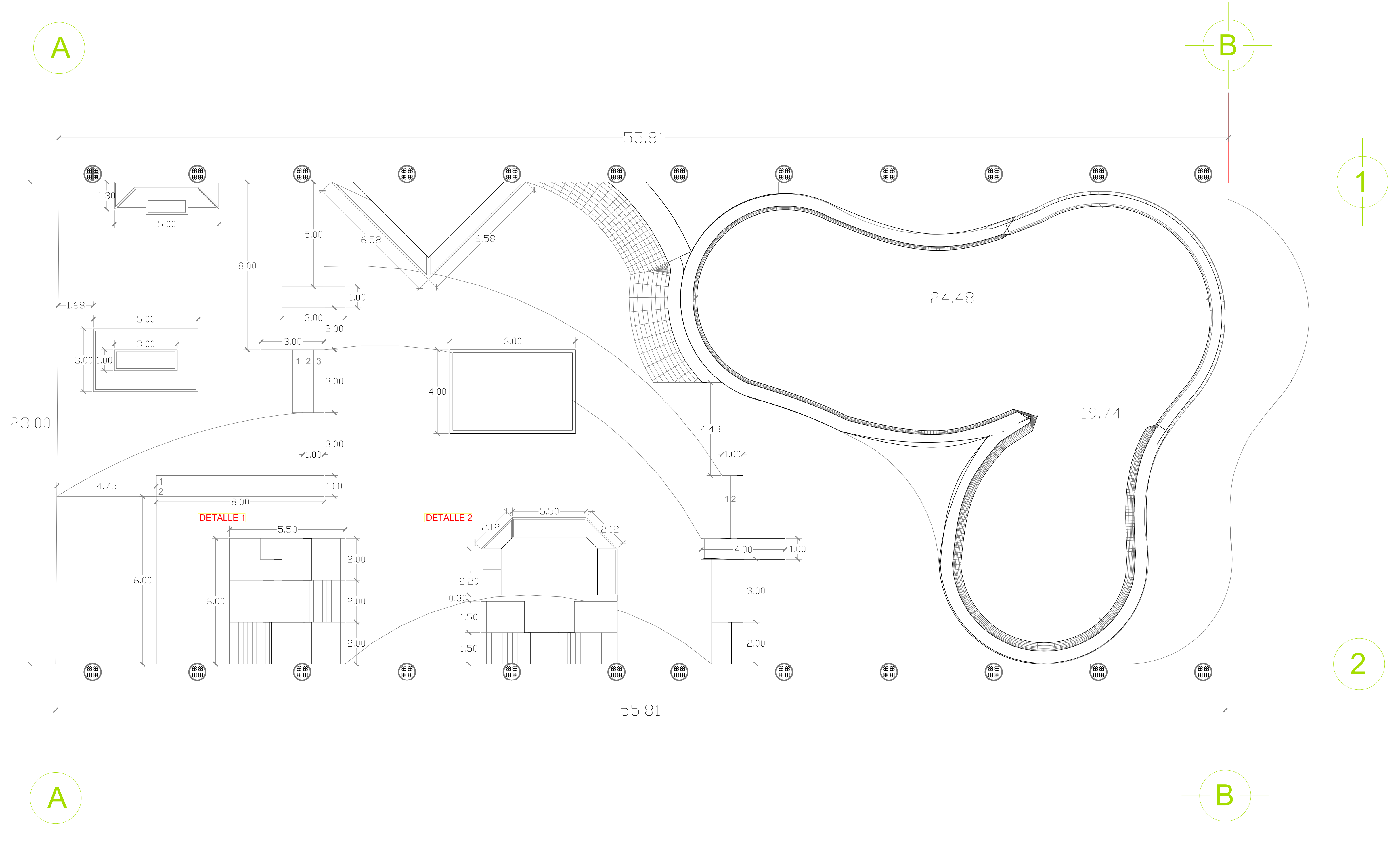
ARQ-04

PLANTA ALTA ZONA ADMINISTRATIVA

1:50



NOTAS:

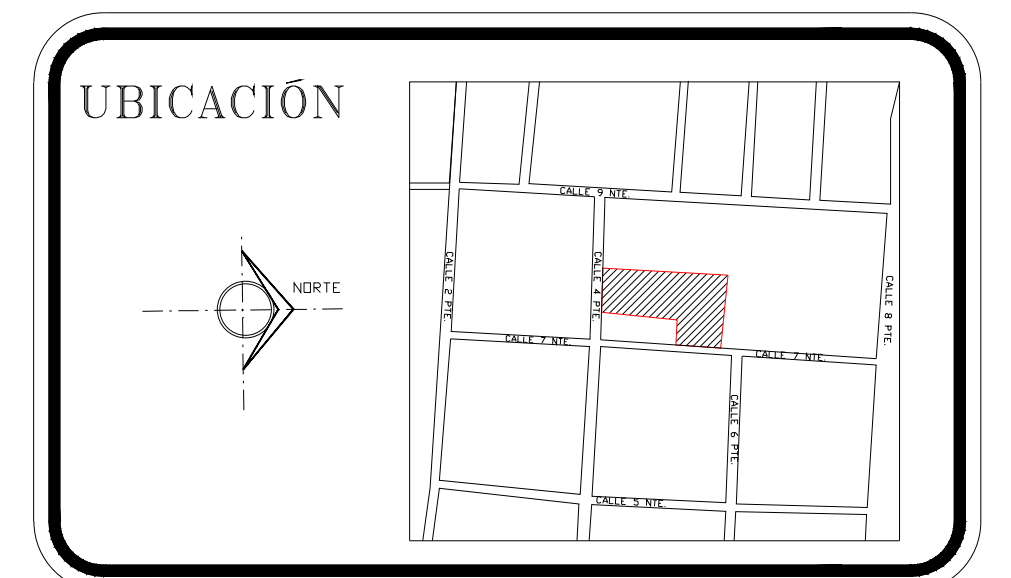
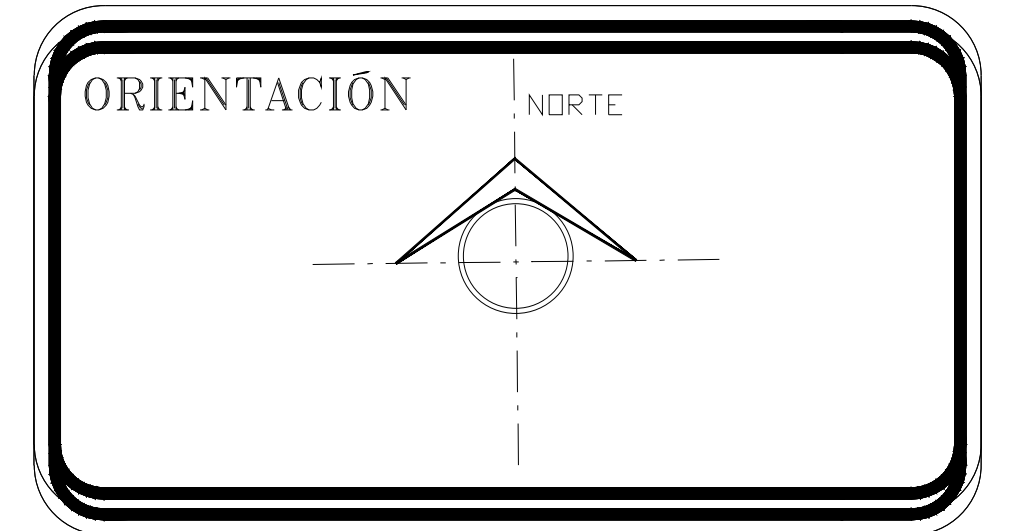


ARQ-05

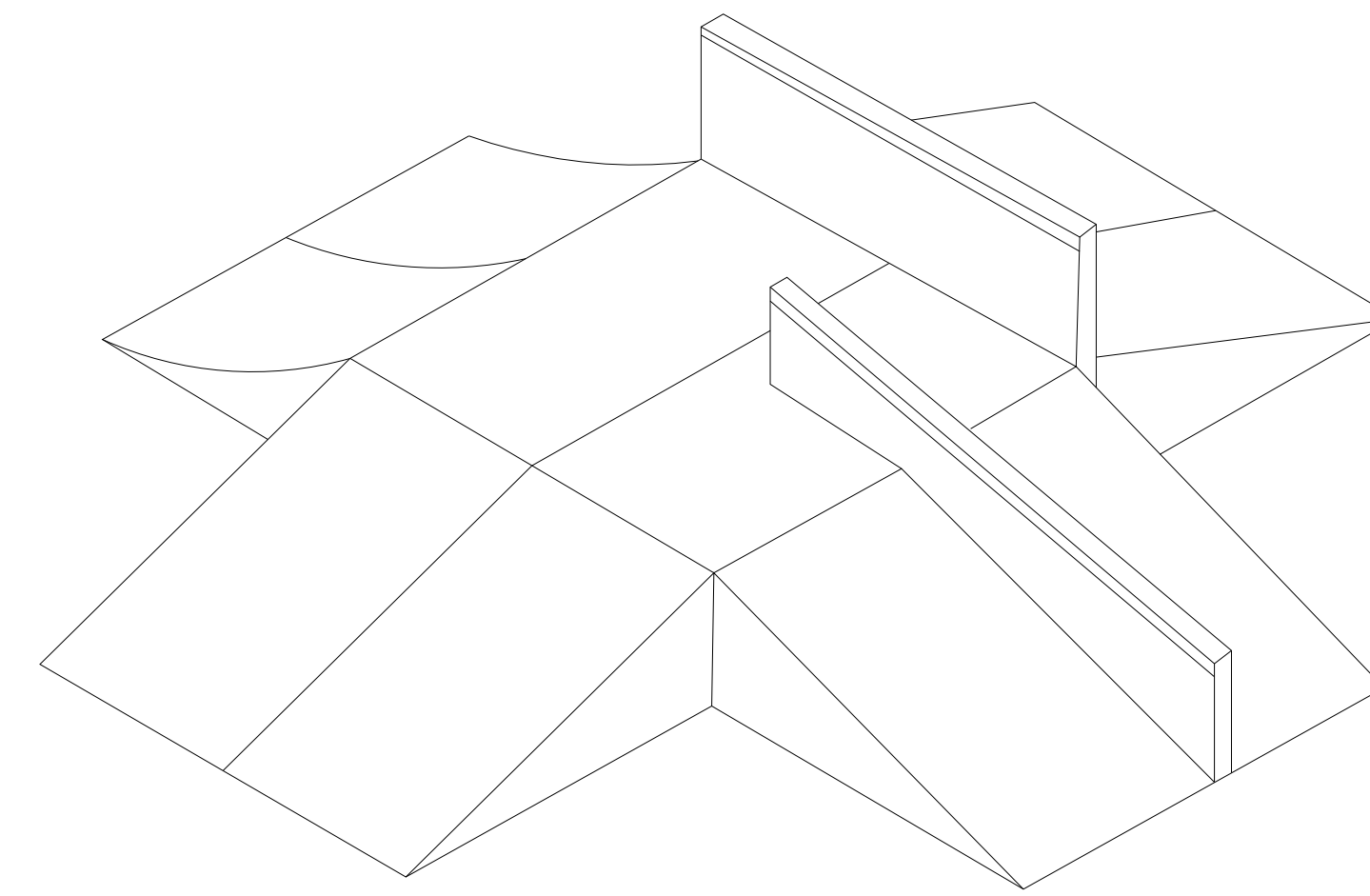
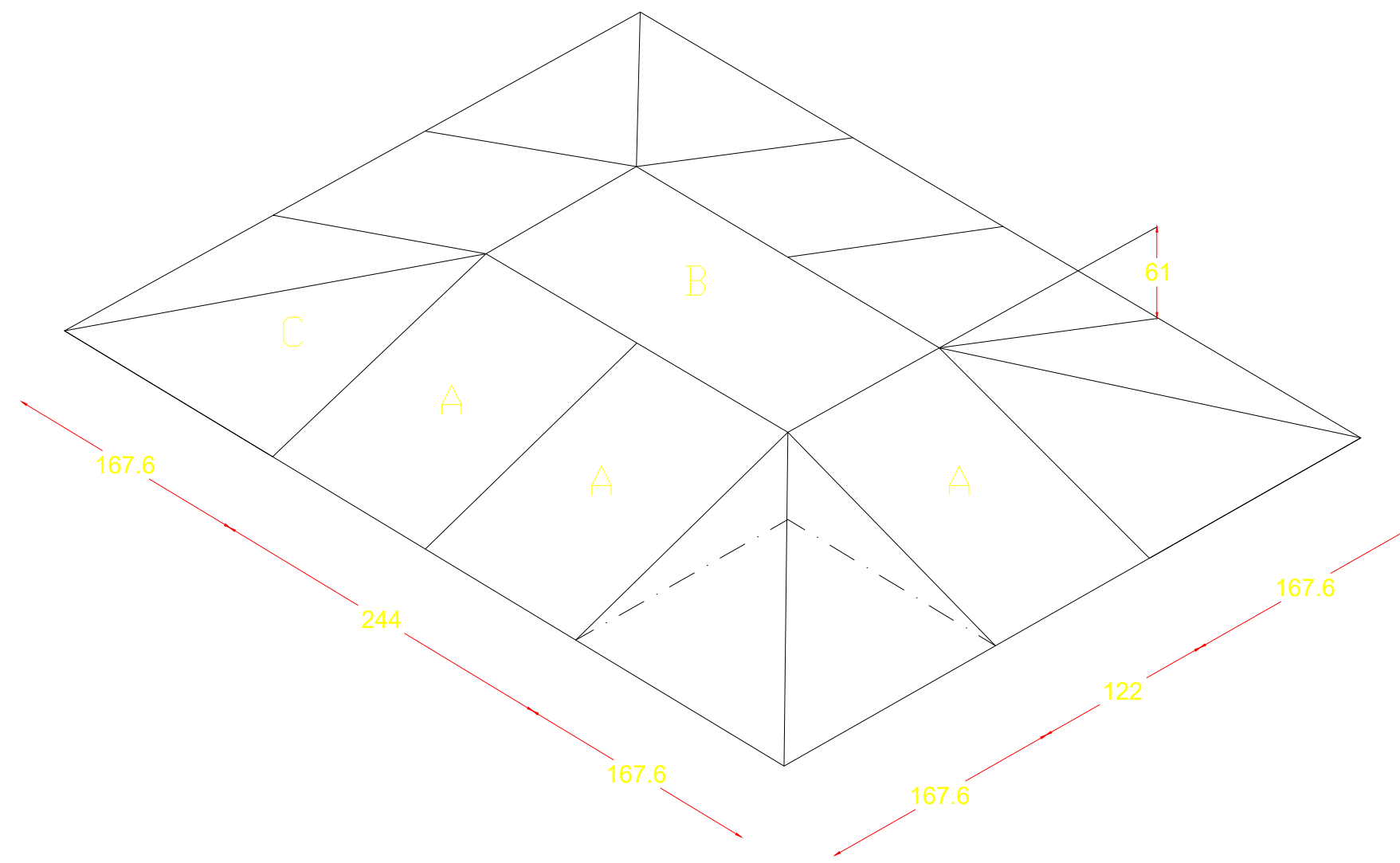
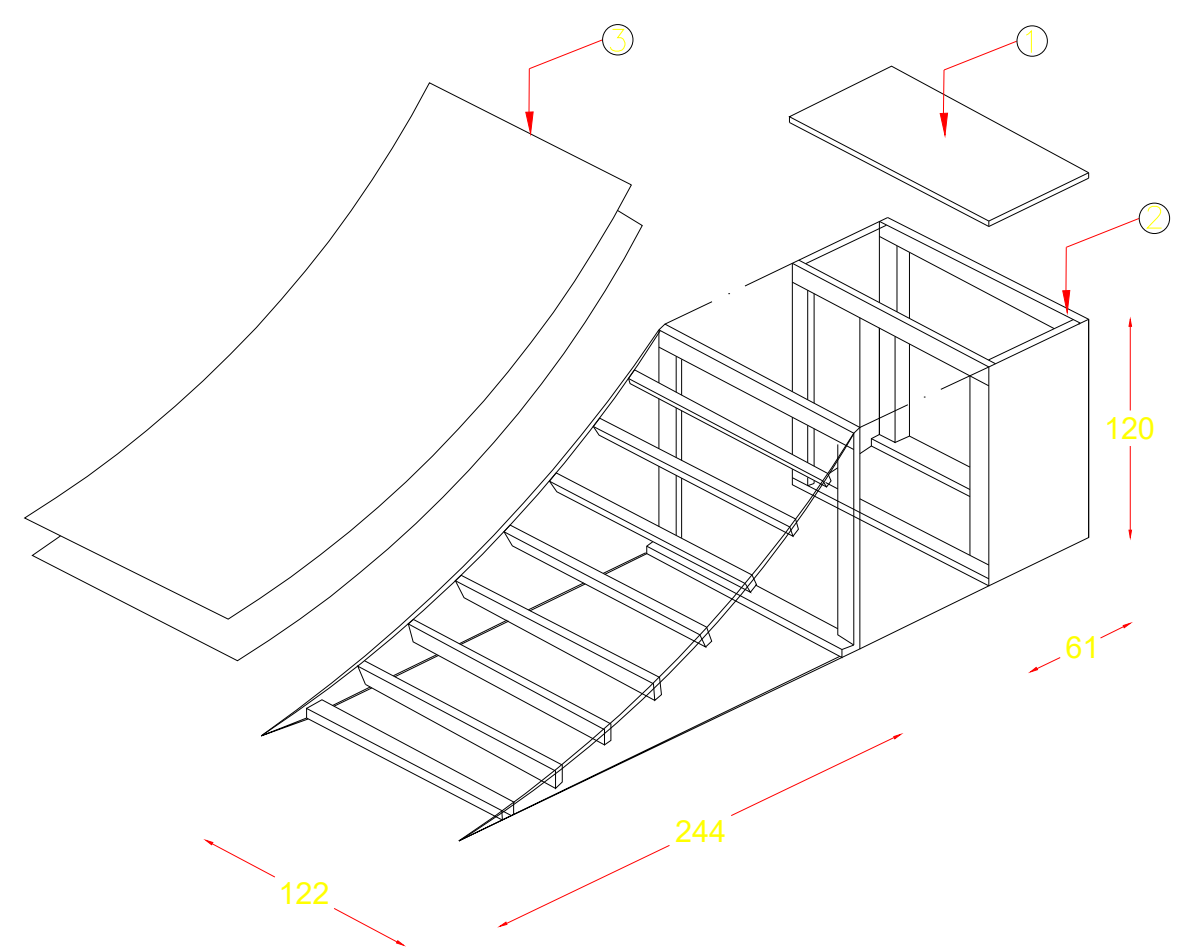
PLANTA ARQUITECTÓNICA ZONA SKATE

1:100

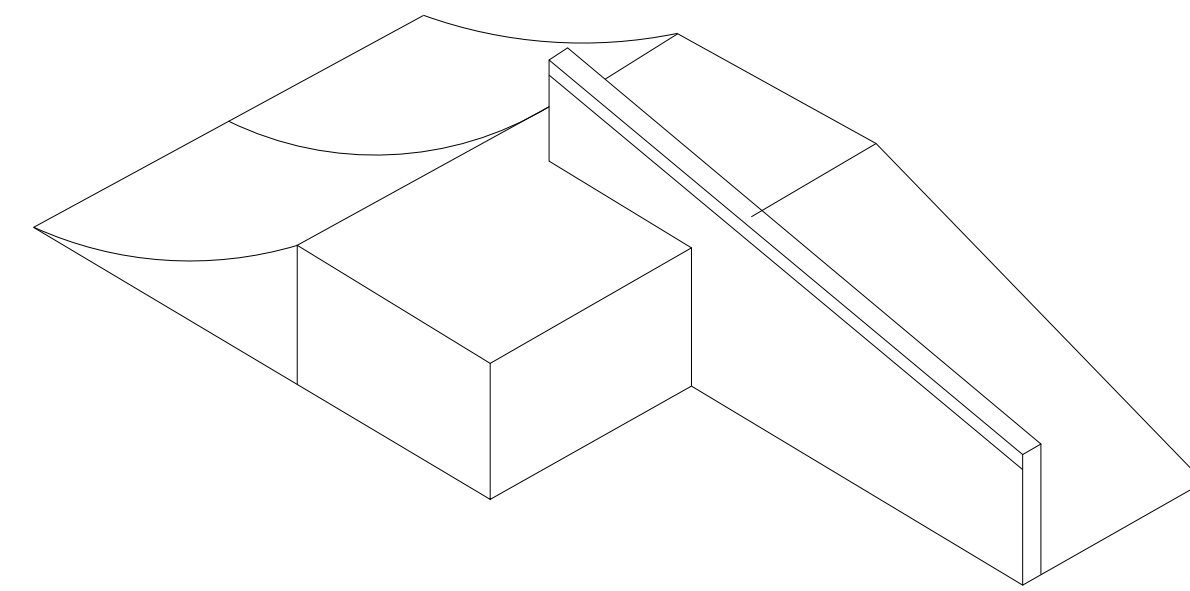
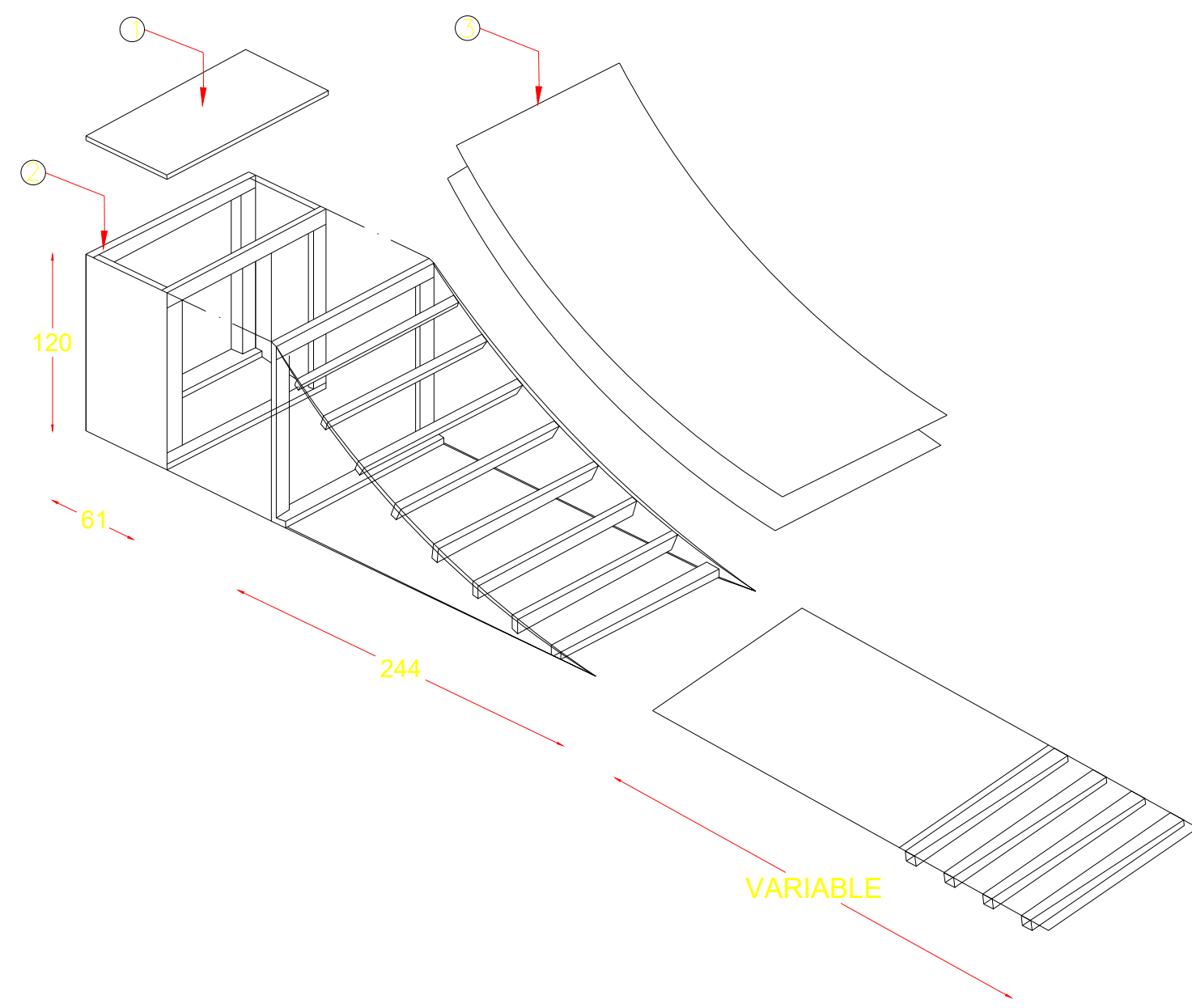
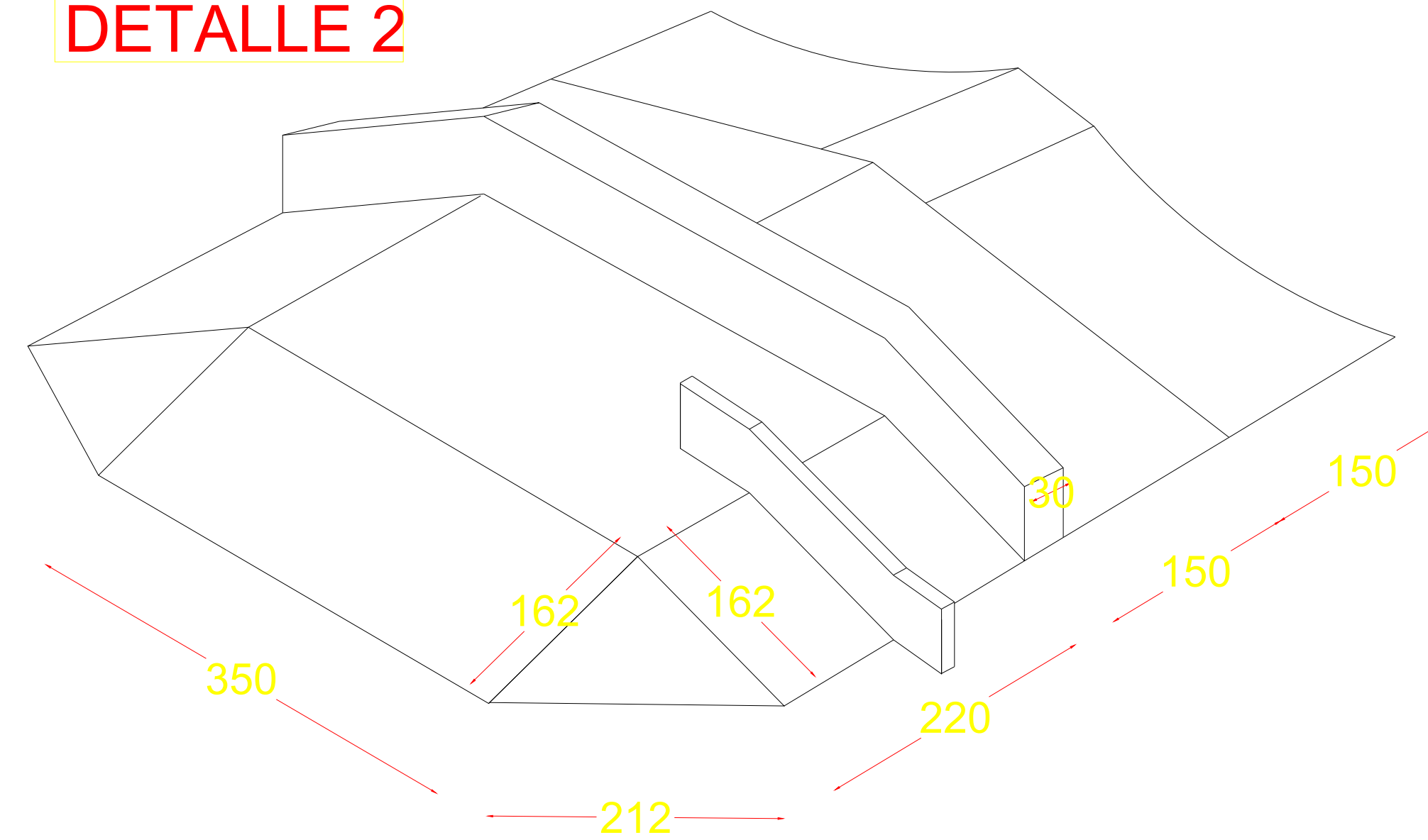
		<b>CENTRO DEPORTIVO EN EL MUNICIPIO DE AMOZOC, PUEBLA.</b>	
FACULTAD DE ARQUITECTURA			
PROFESORES: DRA. DELIA DEL CONSUELO DOMINGUEZ CUANALO DRA. LILIA VARIÑIA CATALINA LÓPEZ VARGAS DR. AGUSTÍN LÓPEZ ROMERO			
ALUMNOS: ANAHÍ MONSERRAT GARCÍA VILLALBA YAZMIN TLAHUETL FLORES MANUEL LÓPEZ ROJAS			
FECHA: ABRIL 2016	ESCALA: INDICADA	COTAS: METROS	CLAVE: ARQ-05



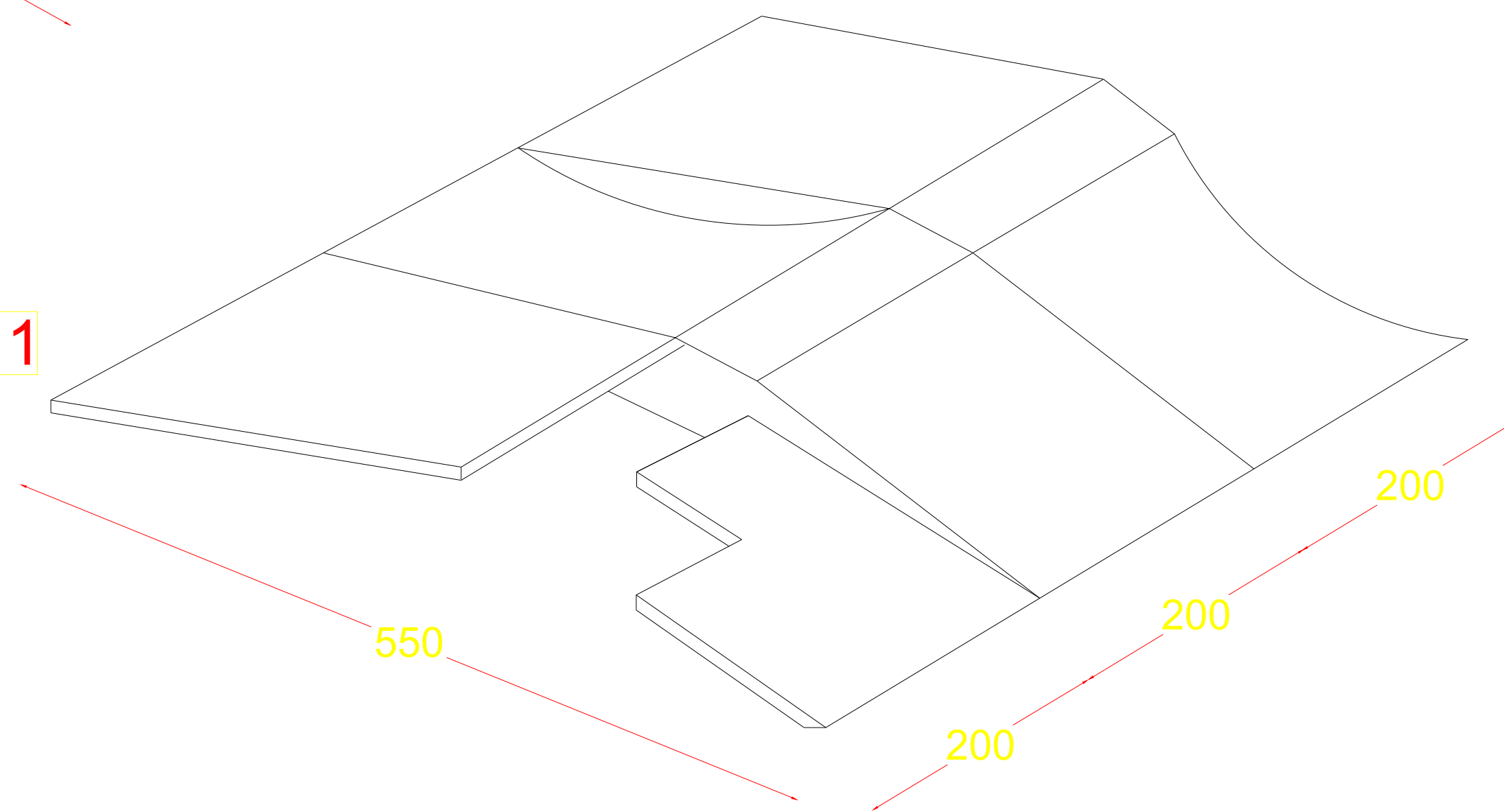
**NOTAS:**



**DETALLE 2**



**DETALLE 1**

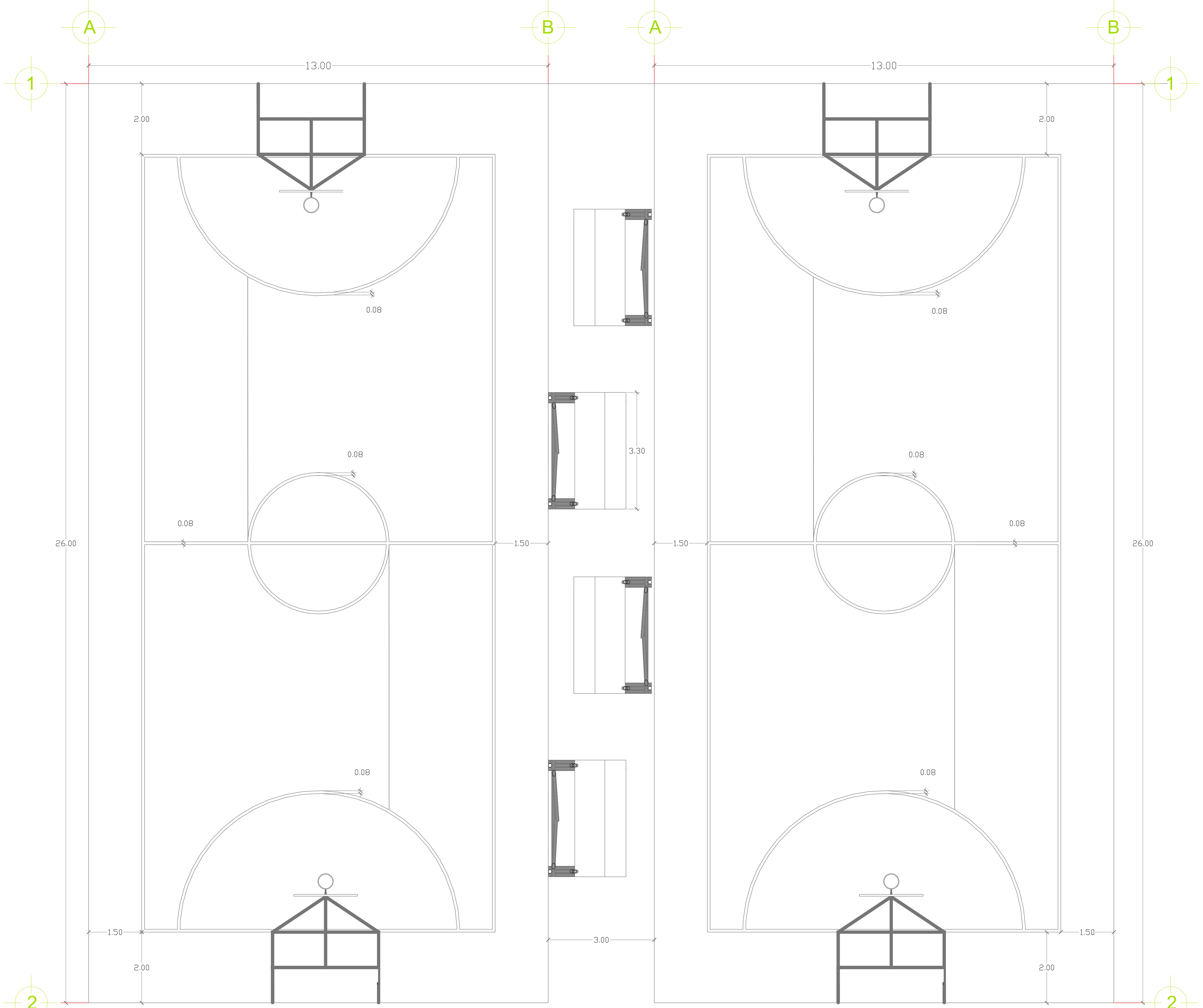


DET-01

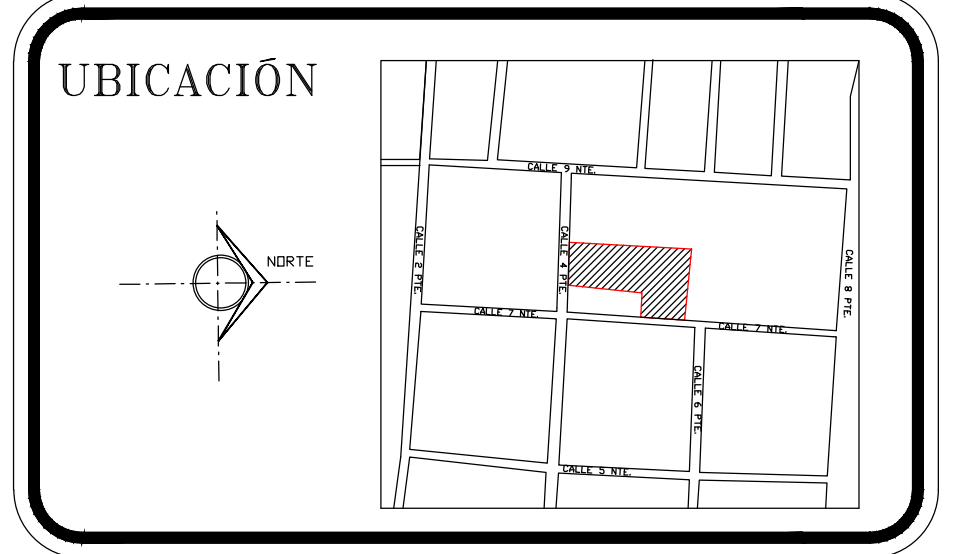
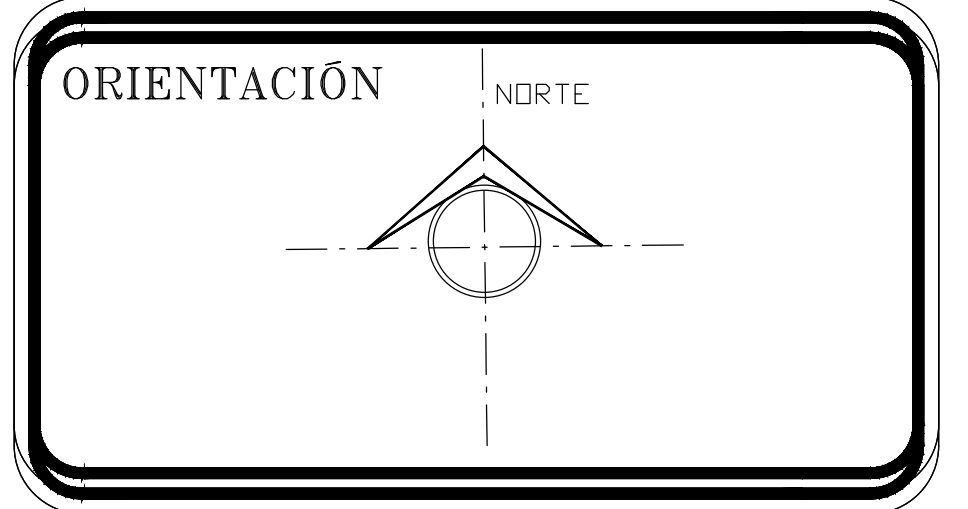
DETALLES ZONA SKATE

S/ESCALA

		<b>CENTRO DEPORTIVO EN EL MUNICIPIO DE AMAZOC, PUEBLA.</b>	
FACULTAD DE ARQUITECTURA			
PROFESORES: DRA. DELIA DEL CONSUELO DOMINGUEZ CUANALO ID: 100073444 DRA. LILIA VARRINIA CATALINA LÓPEZ VARGAS ID: 100187805 DR. AGUSTIN LÓPEZ ROMERO ID: 100068266			
ALUMNOS: ANAHI MONSERRAT GARCIA VILLALBA ID: 20120232 YAZMIN TLAHUETL FLORES ID: 201203953 MANUEL LÓPEZ ROJAS ID: 201202417			
FECHA: ABRIL 2016	ESCALA: INDICADA	COTAS: METROS	CLAVE: DET-01
PLANO: DETALLES ZONA SKATE			

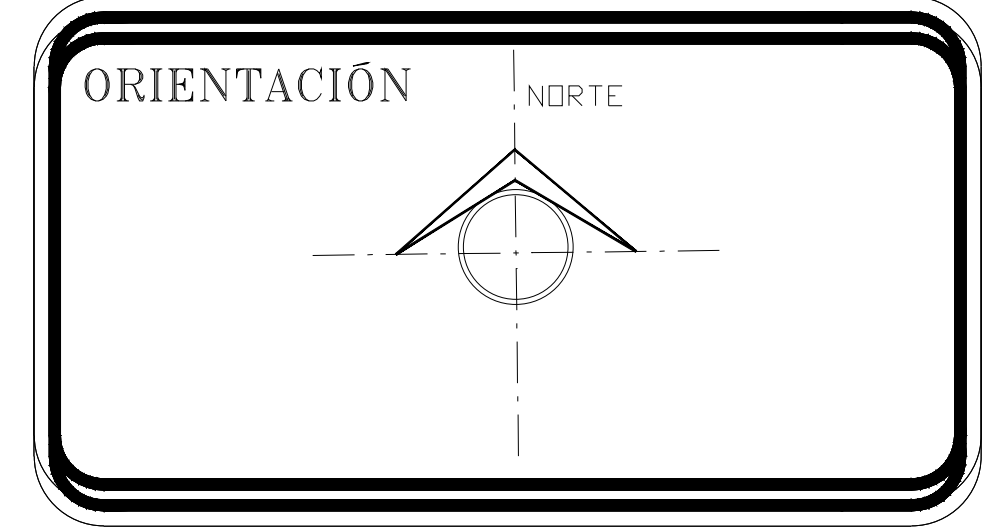


ARQ-06 PLANTA ARQUITECTÓNICA CANCHAS DEPORTIVAS 1:50

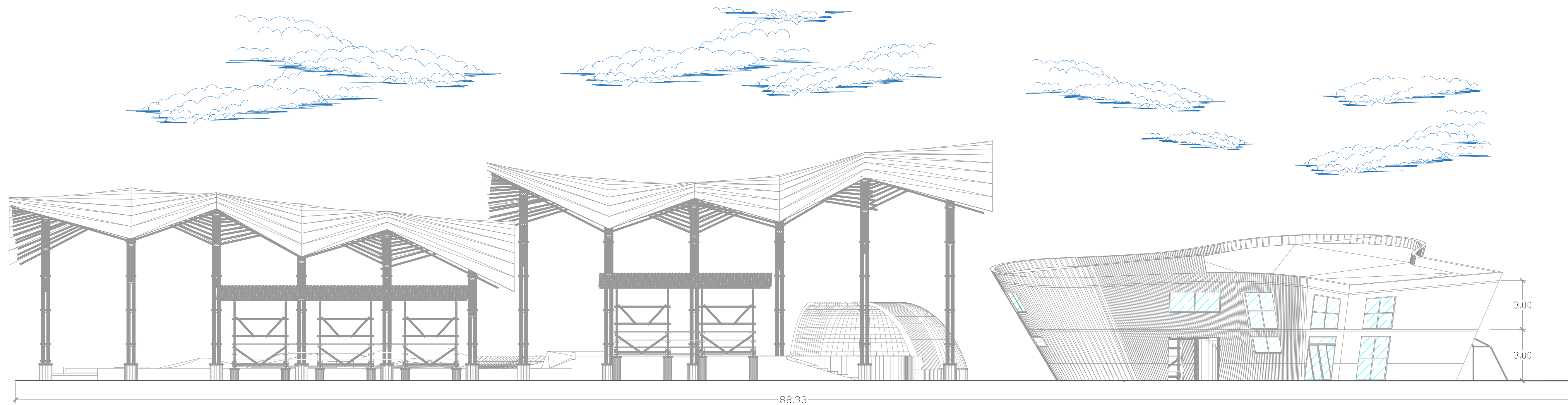


NOTAS:

		<b>CENTRO DEPORTIVO EN EL MUNICIPIO DE AMOZOC, PUEBLA.</b>	
FACULTAD DE ARQUITECTURA			
PROFESORES: DRA. DELIA DEL CONSUELO DOMINGUEZ CUANALO ID: 100079444 DRA. LILIA VARINIA CATALINA LÓPEZ VARGAS ID: 100187855 DR. AGUSTÍN LÓPEZ ROMERO ID: 100082866			
ALUMNOS: ANAHE MONSERRAT GARCIA VILLALBA ID: 201205032 YAZMIN TLAHUETL FLORES ID: 201201063 MANUEL LÓPEZ ROJAS ID: 201202417			
FECHA: ABRIL 2016	ESCALA: INDICADA	COTAS: METROS	CLAVE: ARQ-06
PLANO: PLANTA ARQ CANCHAS DEPORTIVAS			CLAVE: ARQ-06



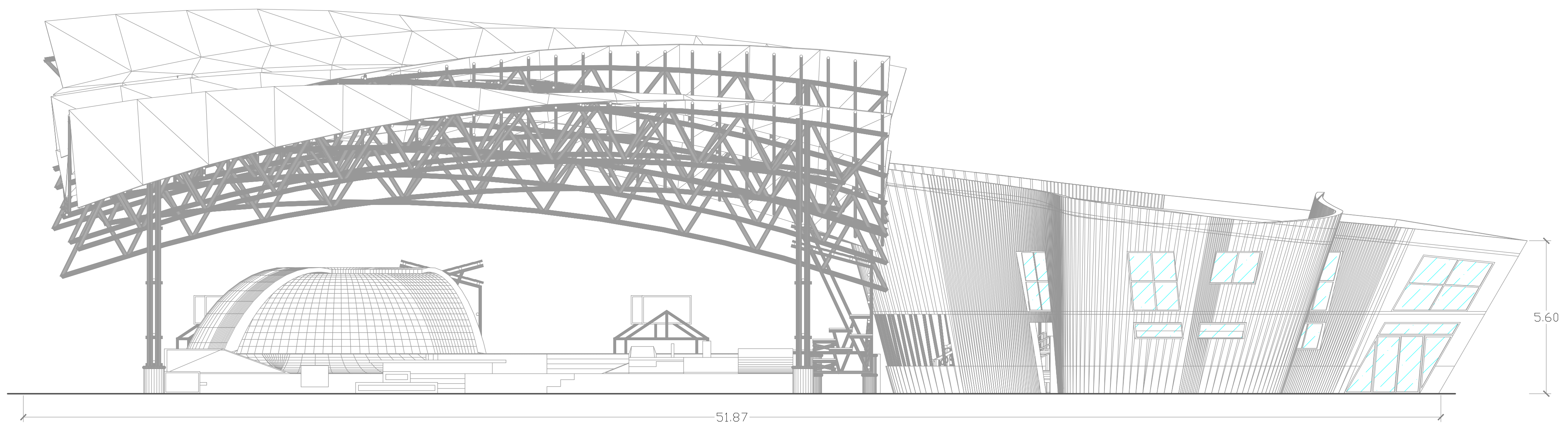
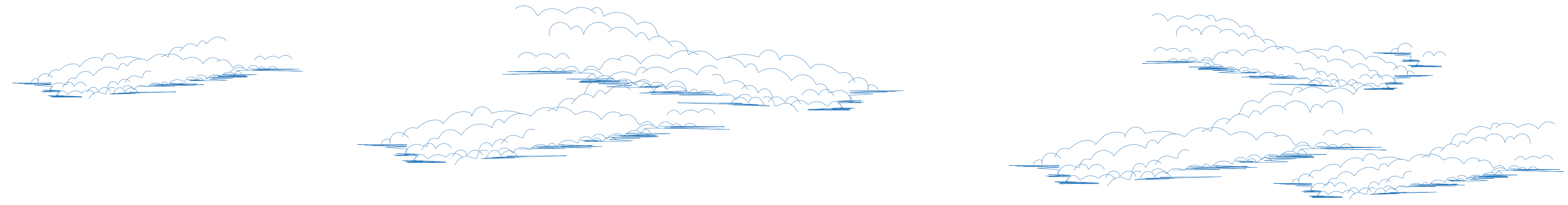
**NOTAS:**



**F1**

**FACHADA PRINCIPAL**

**1:125**

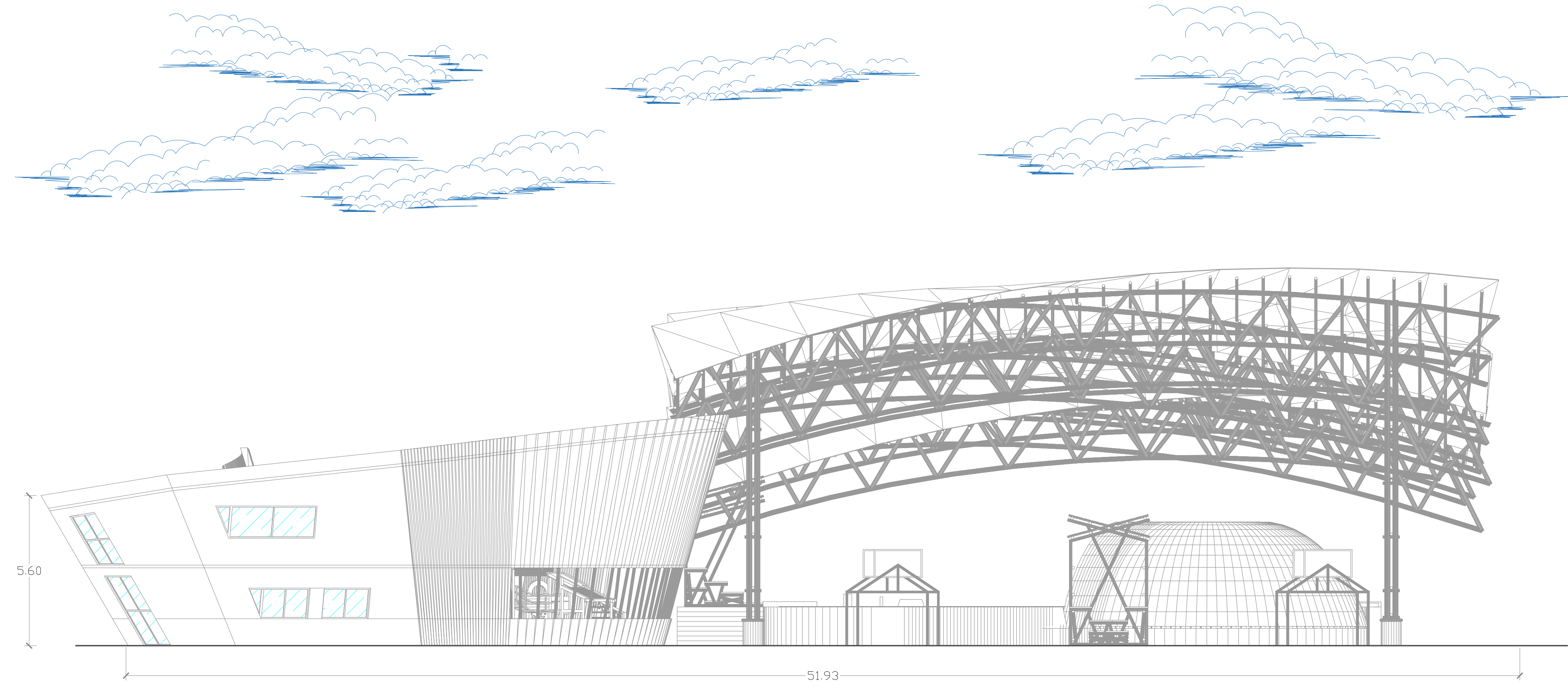


**F2**

**FACHADA LATERAL**

**1:100**

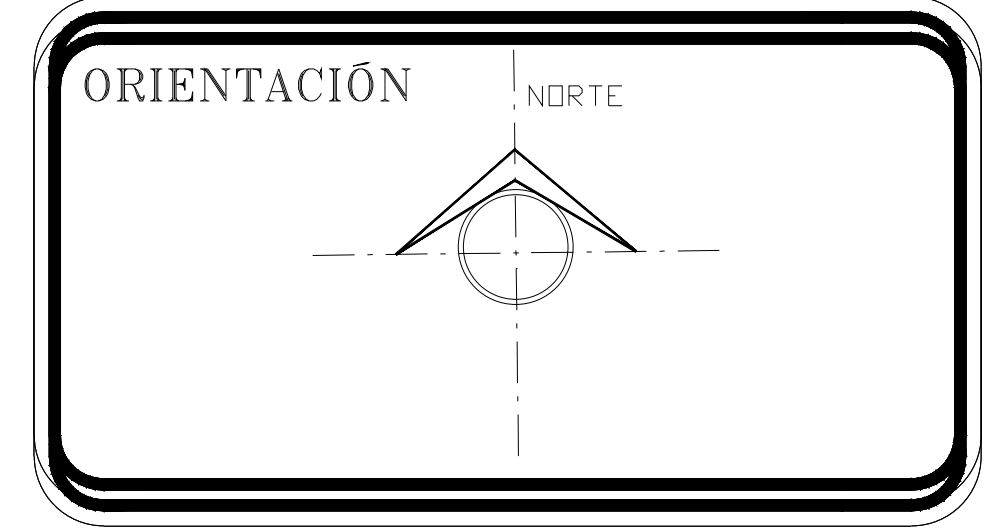
		<p><b>CENTRO DEPORTIVO EN EL MUNICIPIO DE AMOZOC, PUEBLA.</b></p>	
<p>FACULTAD DE ARQUITECTURA</p>			
<p>PROFESORES:          DRA. DELIA DEL CONSUELO DOMINGUEZ CUANALO          ID: 100073444          DRA. LILIA VARIÑIA CATALINA LÓPEZ VARGAS          ID: 100187805          DR. AGUSTÍN LÓPEZ ROMERO          ID: 100068266</p>			
<p>ALUMNOS:          ANAHI MONSERRAT GARCIA VILLALBA          ID: 201206232          YAZMIN TLAHUETL FLORES          ID: 201203953          MANUEL LÓPEZ ROJAS          ID: 201202417</p>			
<p>FECHA: ABRIL 2016</p>	<p>ESCALA: INDICADA</p>	<p>COTAS: METROS</p>	<p>PLANO: FACHADAS</p>
			<p>CLAVE: <b>F-1</b></p>



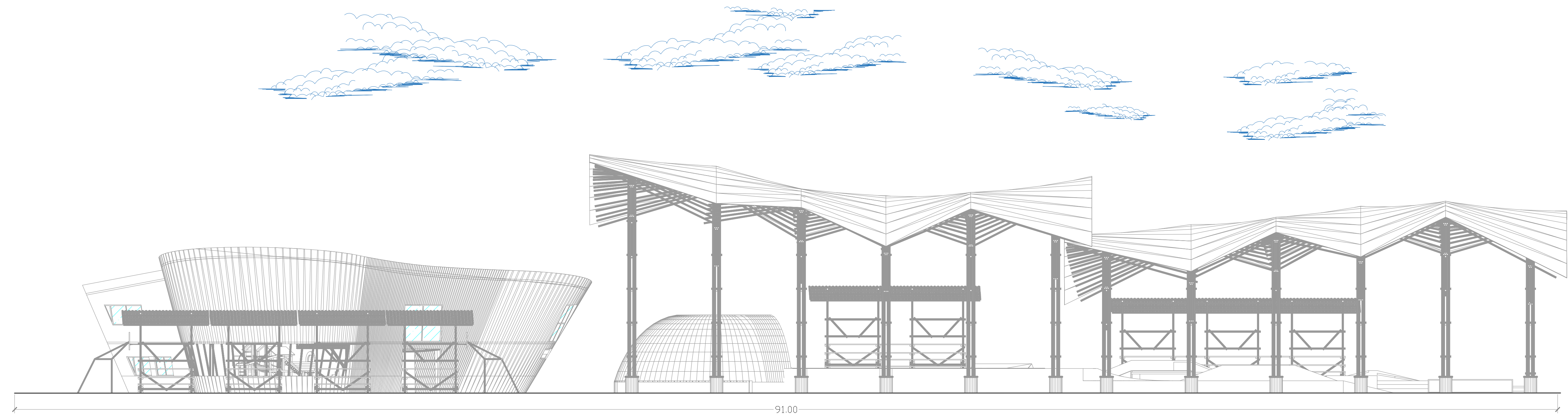
F3

FACHADA LATERAL

1:100



NOTAS:

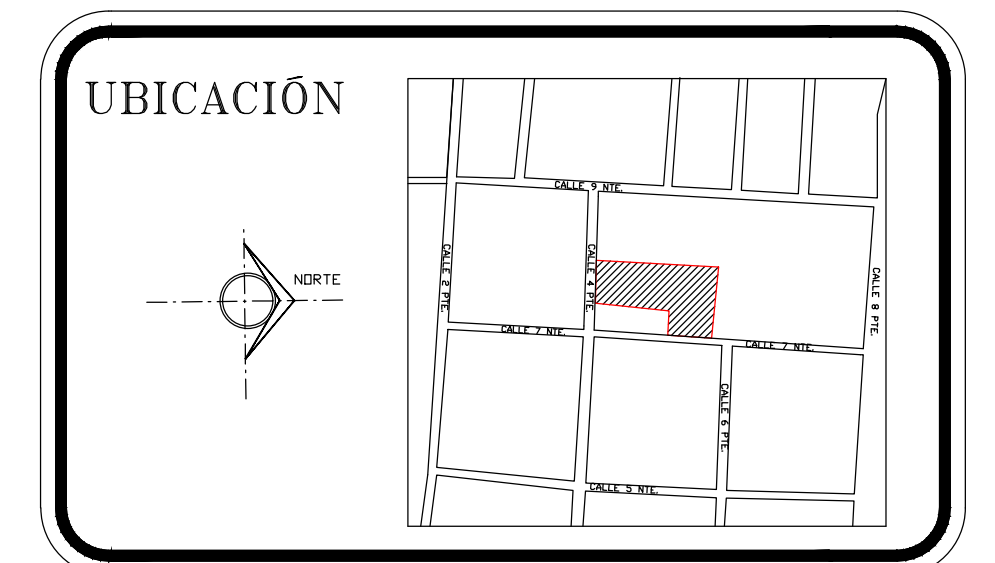
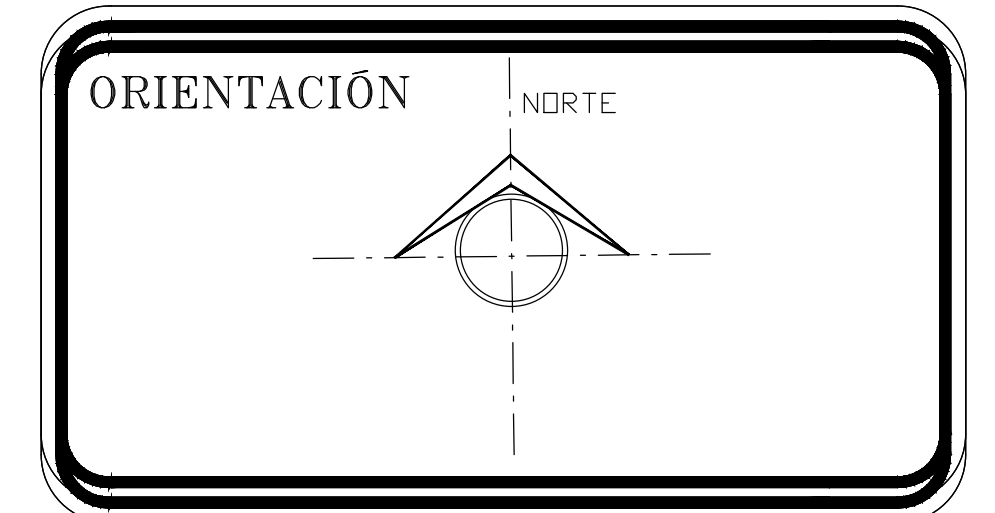


F4

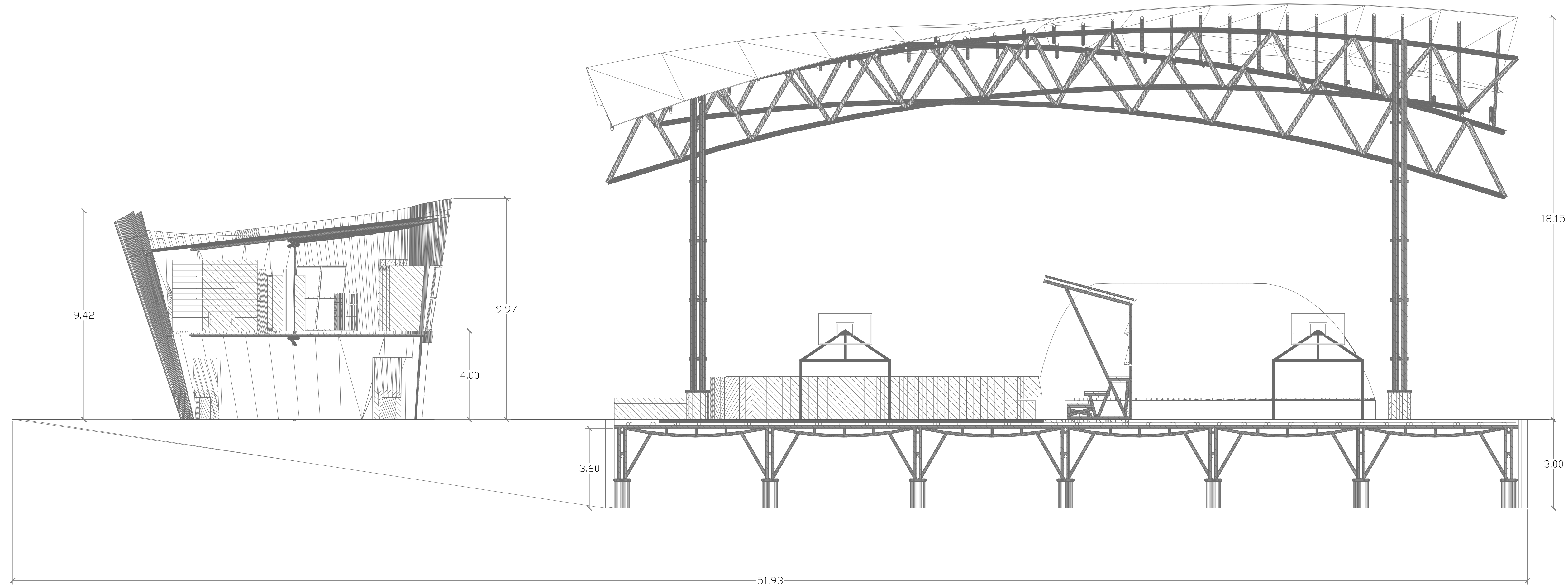
FACHADA POSTERIOR

1:125

		<b>CENTRO DEPORTIVO EN EL MUNICIPIO DE AMOZOC, PUEBLA.</b>	
FACULTAD DE ARQUITECTURA			
PROFESORES: DRA. DELIA DEL CONSUELO DOMINGUEZ CUANALO ID. 100073444 DRA. LILIA VARIÑIA CATALINA LÓPEZ VARGAS ID. 100187805 DR. AGUSTÍN LÓPEZ ROMERO ID. 100068266			
ALUMNOS: ANAHI MONSERRAT GARCIA VILLALBA ID. 20120232 YAZMIN TLAHUETL FLORES ID. 201203953 MANUEL LÓPEZ ROJAS ID. 201202417			
FECHA: ABRIL 2016	ESCALA: INDICADA	COTAS: METROS	PLANO: FACHADAS
			CLAVE: <b>F-2</b>



NOTAS:

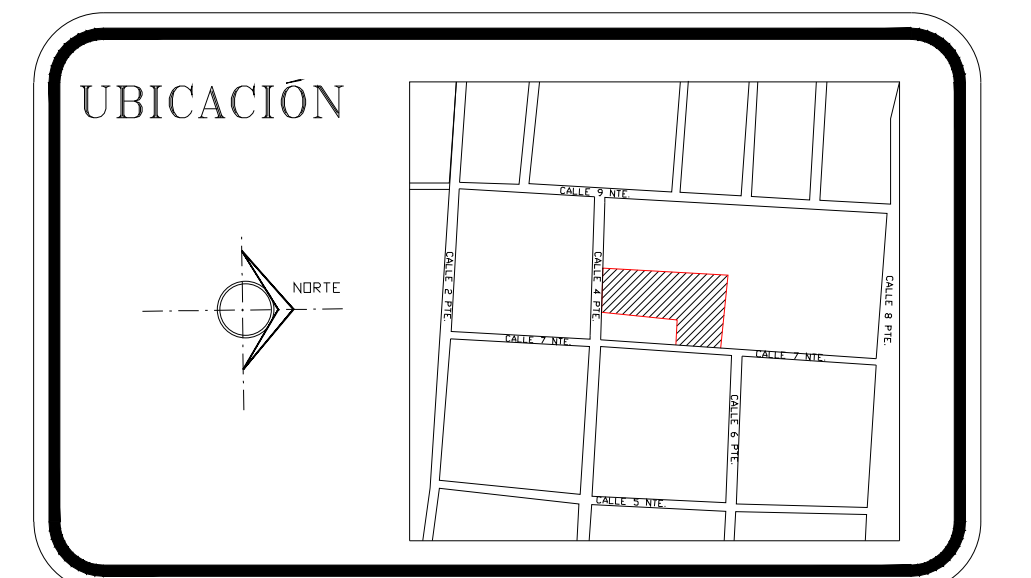
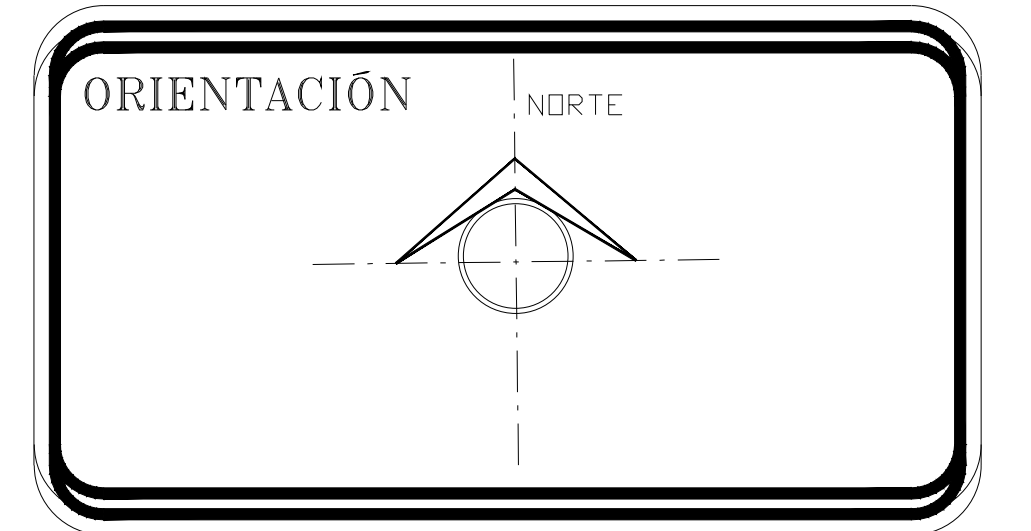


C1

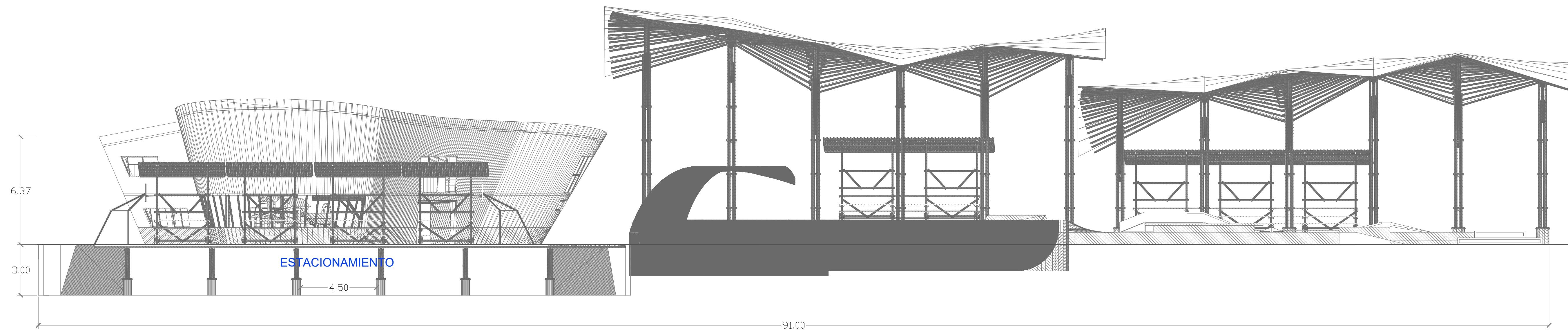
**CORTE TRANSVERSAL**

1:75

	<b>CENTRO DEPORTIVO EN EL MUNICIPIO DE AMOZOC, PUEBLA.</b>	
	FACULTAD DE ARQUITECTURA	
PROFESORES: DRA. DELIA DEL CONSUELO DOMINGUEZ CUANALO ID: 100079444 DRA. LILIA VARINIA CATALINA LÓPEZ VARGAS ID: 100187855 DR. AGUSTÍN LÓPEZ ROMERO ID: 100082266		
ALUMNOS: ANAHE MONSERRAT GARCÍA VILLALBA ID: 201205232 YAZMIN TLAHUETL FLORES ID: 201201063 MANUEL LÓPEZ ROJAS ID: 201202417		
FECHA: ABRIL 2016	ESCALA: INDICADA	COTAS: METROS
PLANO:	CORTES	CLAVE: COR-1



**NOTAS:**

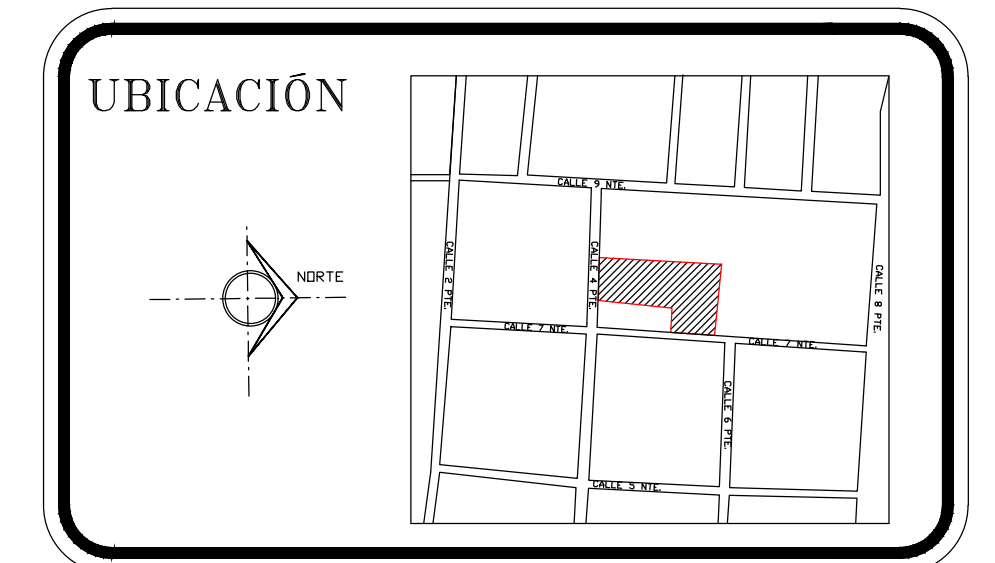
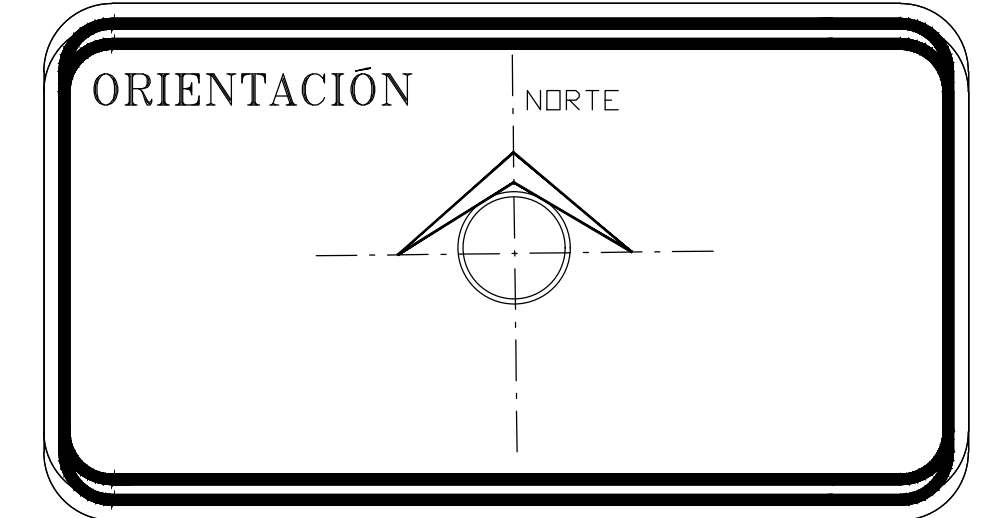


C2

CORTE LONGITUDINAL

1:125

		<b>CENTRO DEPORTIVO EN EL MUNICIPIO DE AMOZOC, PUEBLA.</b>	
FACULTAD DE ARQUITECTURA			
PROFESORES: DRA. DELIA DEL CONSUELO DOMINGUEZ CUANALO ID. 100073444 DRA. LILIA VARRINIA CATALINA LÓPEZ VARGAS ID. 100187805 DR. AGUSTÍN LÓPEZ ROMERO ID. 100068266			
ALUMNOS: ANAHI MONSERRAT GARCIA VILLALBA ID. 201206232 YAZMIN TLAHUETL FLORES ID. 201203953 MANUEL LÓPEZ ROJAS ID. 201202417			
FECHA: ABRIL 2016	ESCALA: INDICADA	COTAS: METROS	PLANO: CORTES
			CLAVE: <b>COR-2</b>



- NOTAS:**
- ACABADOS EN PLAFONES
  - ACABADOS EN MURD INTERIORES O EXTERIORES
  - ACABADOS EN PISOS
- ACABADOS EN PISOS**
- 1 ACABADO FINAL: Terreno consolidado con técnica modular y compactada
  - 2 ACABADO INTERMEDIO: Puntapestaño realizado con asfalto de plástico en forma de red gruesa de 7 cm. con resaca de 1 cm. (ver detalle en pág. 2)
  - 3 ACABADO FINAL: Pisos
  - 4 ACABADO FINAL: Pisos
  - 5 ACABADO FINAL: Pisos
  - 6 ACABADO FINAL: Pisos
  - 7 ACABADO INTERMEDIO: Pisos: Pisos compactados con un espesor de 7 cm. con resaca de 1 cm.
  - 8 ACABADO FINAL: Abrasivo color gris a rojo amarillado y compactado, terminado con arena fina y con resaca de 1 cm.
  - 9 ACABADO FINAL: Barro negro pulido con resaca de 1 cm.
  - 10 ACABADO INTERMEDIO: Estera modular de un grosor estándar de 3 cm.
  - 11 ACABADO FINAL: Laminas de baldos
  - 12 ACABADO FINAL: Laminas de baldos
  - 13 ACABADO INTERMEDIO: Puntapestaño con espesor 7 cm. con una de plástico en forma de red
  - 14 ACABADO FINAL: Laminas de baldos con barro negro pulido contra la humedad y resaca modular con grueso de 3 cm.
  - 15 ACABADO FINAL: Escalera de baldos
  - 16 ACABADO INTERMEDIO: Puntapestaño con espesor 7 cm. con una de plástico en forma de red
  - 17 ACABADO FINAL: Laminas de baldos con barro negro pulido contra la humedad y resaca modular con grueso de 3 cm.
  - 18 ACABADO FINAL: Escalera de baldos
  - 19 ACABADO INTERMEDIO: Puntapestaño con espesor 7 cm. con una de plástico en forma de red
  - 20 ACABADO FINAL: Pisos de concreto con acabado tipo cerise
- ACABADOS EN MURD**
- 1 ACABADO FINAL: Tapan paja resaca de madera 100/100
  - 2 ACABADO INTERMEDIO: Muebles de concreto de 10 cm. de espesor
  - 3 ACABADO FINAL: Muebles de concreto de 10 cm. de espesor con pintura color blanco
  - 4 ACABADO FINAL: Muro de tablaroca una de baldos con juntas negras
  - 5 ACABADO INTERMEDIO: Muebles de concreto de 10 cm. de espesor con pintura tipo resaca
  - 6 ACABADO FINAL: Muebles de concreto de 10 cm. de espesor con pintura tipo resaca
  - 7 ACABADO FINAL: Muebles de concreto de 10 cm. de espesor con pintura tipo resaca
  - 8 ACABADO INTERMEDIO: Muebles de concreto de 10 cm. de espesor con pintura tipo resaca
  - 9 ACABADO FINAL: Muebles de concreto de 10 cm. de espesor con pintura tipo resaca
- ACABADOS EN ENTREPISOS**
- 1 ACABADO FINAL: Escalera de baldos
  - 2 ACABADO INTERMEDIO: Puntapestaño con espesor 7 cm. con una de plástico en forma de red
  - 3 ACABADO FINAL: Laminas de baldos con barro negro pulido contra la humedad y resaca modular con grueso de 3 cm.

**CENTRO DEPORTIVO EN EL MUNICIPIO DE AMOZOC, PUEBLA.**

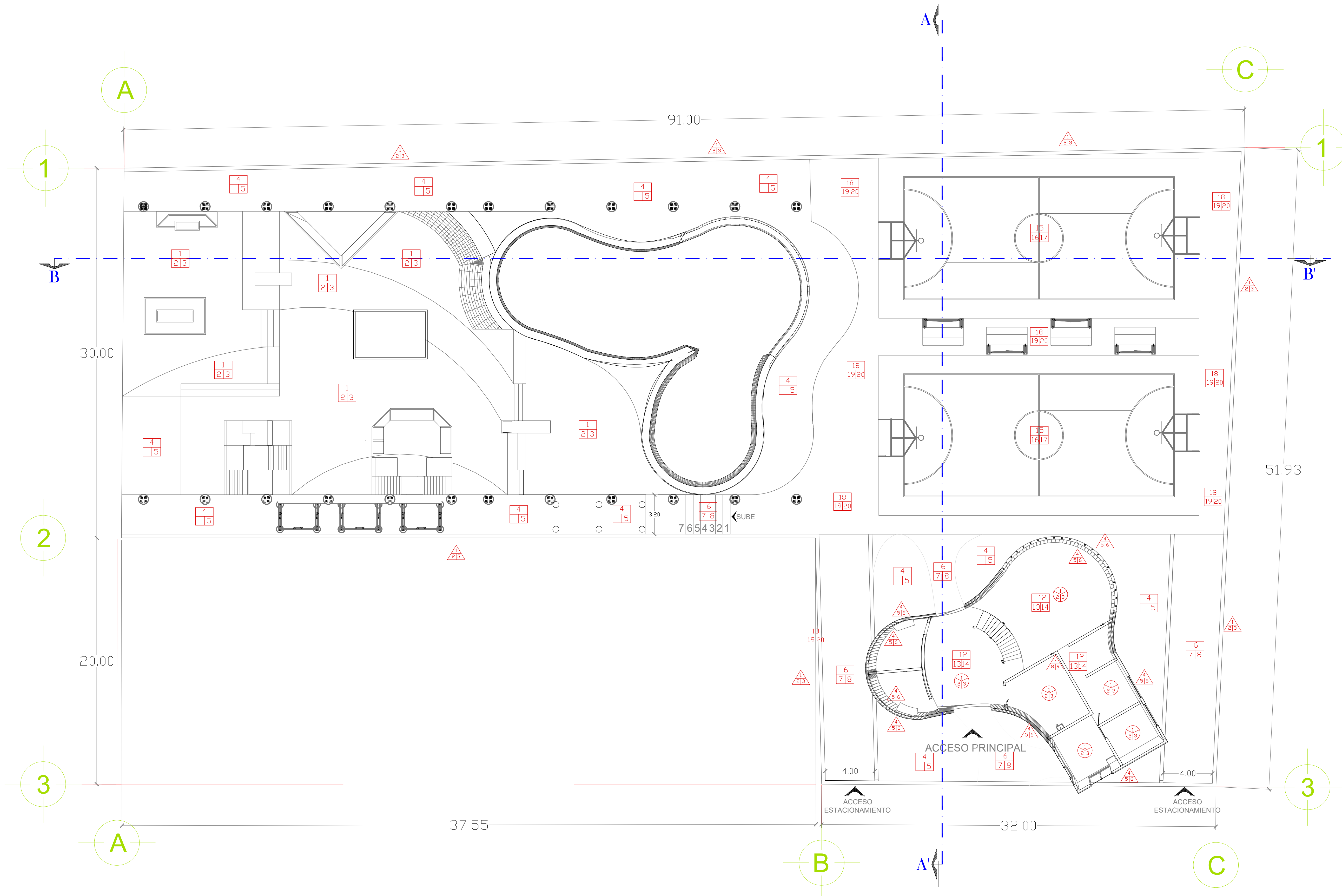
FACULTAD DE ARQUITECTURA

PROFESORES:  
 DRA. DELIA DEL CONSUELO DOMINGUEZ CUANALO  
 ID: 100279444  
 DRA. LILIA VARRINA CATALANA LÓPEZ VARGAS  
 ID: 100187955  
 DR. AGUSTÍN LÓPEZ ROMERO  
 ID: 100068266

ALUMNOS:  
 ANAHÍ MONSERRAT GARCÍA VILLALBA  
 ID: 2017205232  
 YAZMIN TLAHUETL FLORES  
 ID: 2017203395  
 MANUEL LÓPEZ ROJAS  
 ID: 2017202417

FECHA: ABRIL 2016  
 ESCALA: INDICADA  
 COTAS: METROS

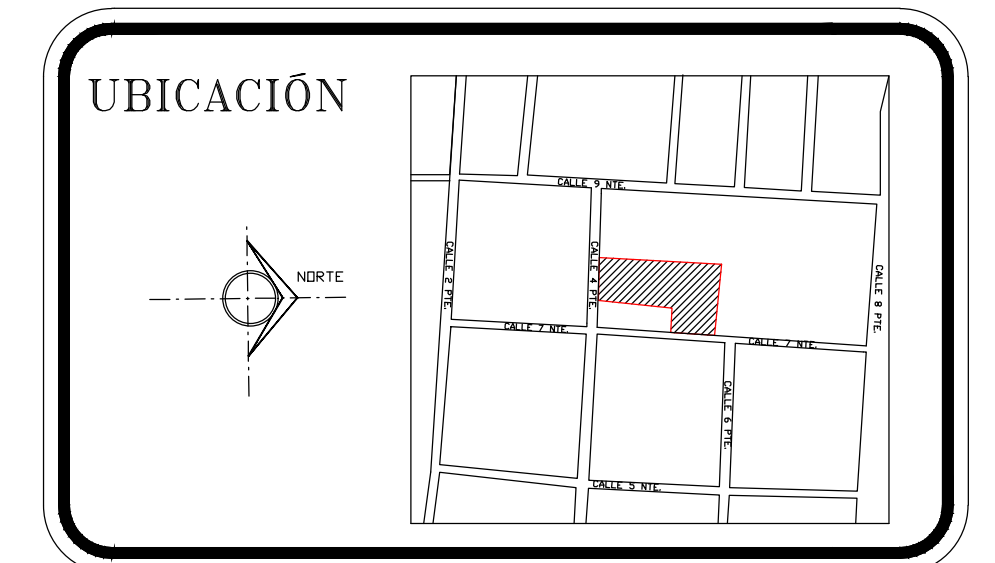
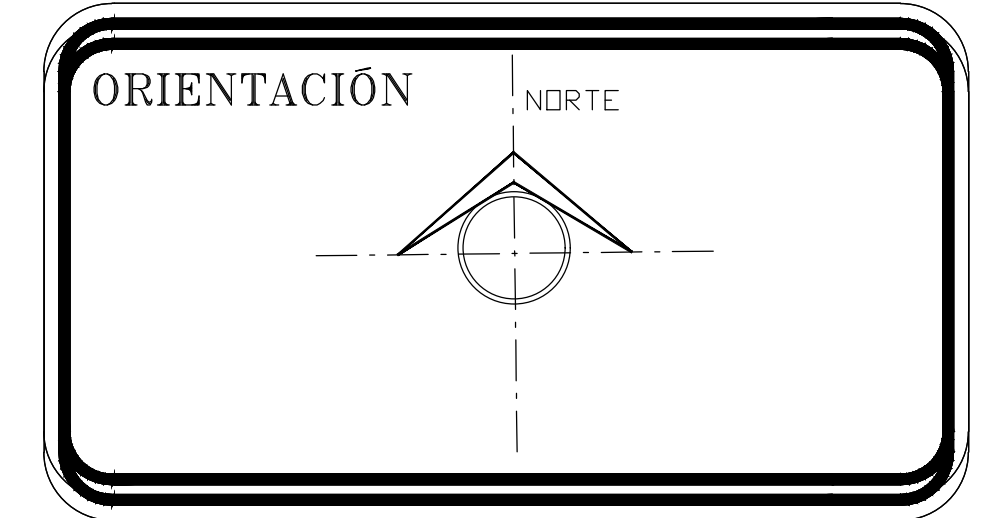
PLANO: PLANO DE ACABADOS  
 CLAVE: ACA-01



ACA-01

PLANO DE ACABADOS

1:150



**NOTAS:**

- ⊙ ACABADOS EN PLAFONES
- △ ACABADOS EN MURD INTERIORES O EXTERIORES
- ACABADOS EN PISOS

**ACABADOS EN PISOS**

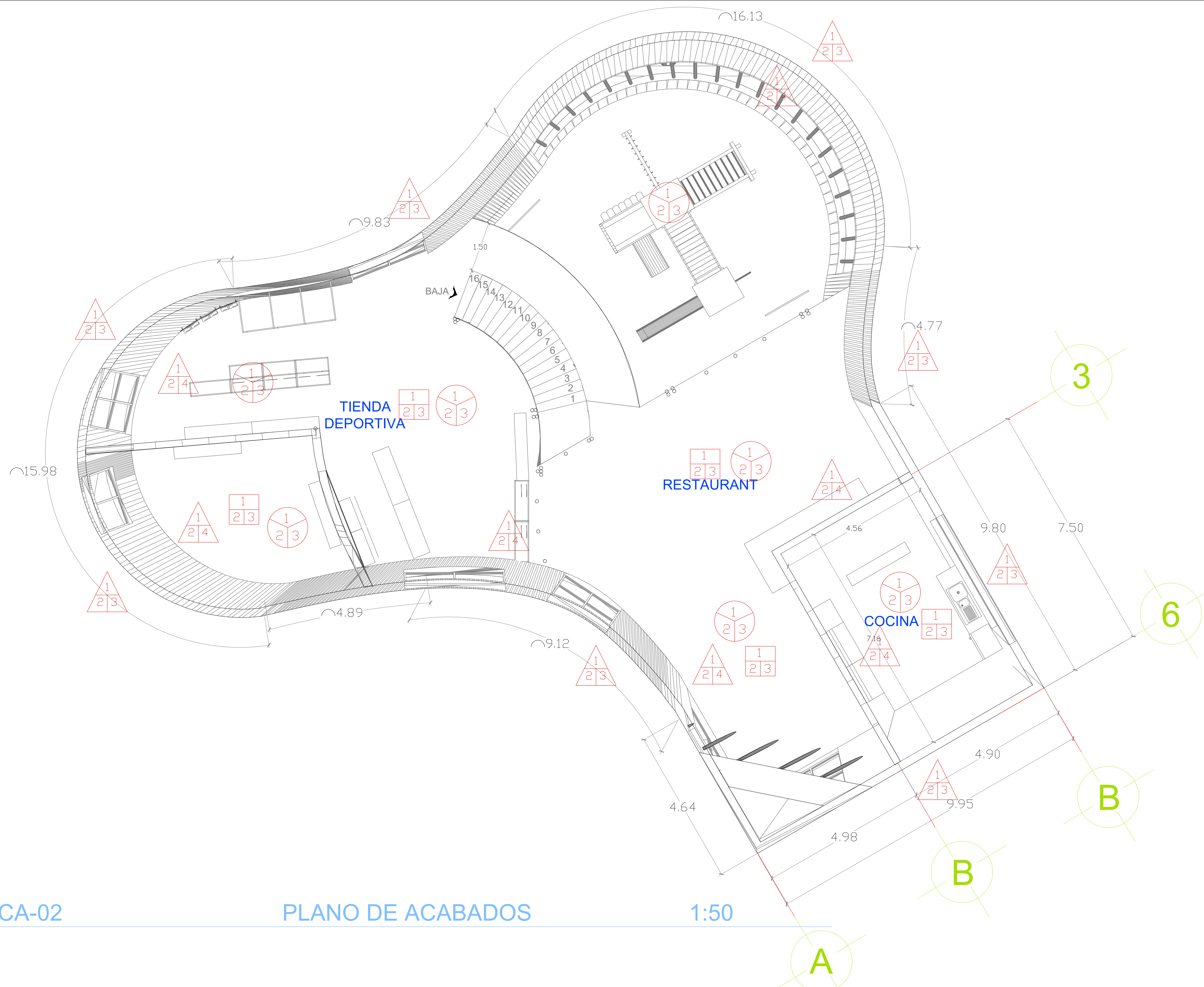
- 1 ACABADO INICIAL: Esterilla de baño
- 2 ACABADO INTERMEDIO: Plástico con espesor 7 cms., con síma de plástico en forma de red
- 3 ACABADO FINAL: Laminado de baño con barrera plástica contra la humedad y espuma aisladora con gruesor de 3 cms.

**ACABADOS EN MURD**

- 1 ACABADO INICIAL: Muro de bahareque síma de baño con listos tejidos
- 2 ACABADO INTERMEDIO: Repeleado adobe y paja en ambos aplicados monolíticamente
- 3 ACABADO FINAL: Revoque de cal con base de nopal
- 4 ACABADO FINAL: Revoque de cal afínado con lina

**ACABADOS EN AZOTEA**

- 1 ACABADO INICIAL: Esterilla de baño
- 2 ACABADO INTERMEDIO: Plástico con espesor 7 cms., con síma de plástico en forma de red
- 3 ACABADO FINAL: Techo verde con grama, plástico para evitar humedad, grava, capa vegetal, y pasto

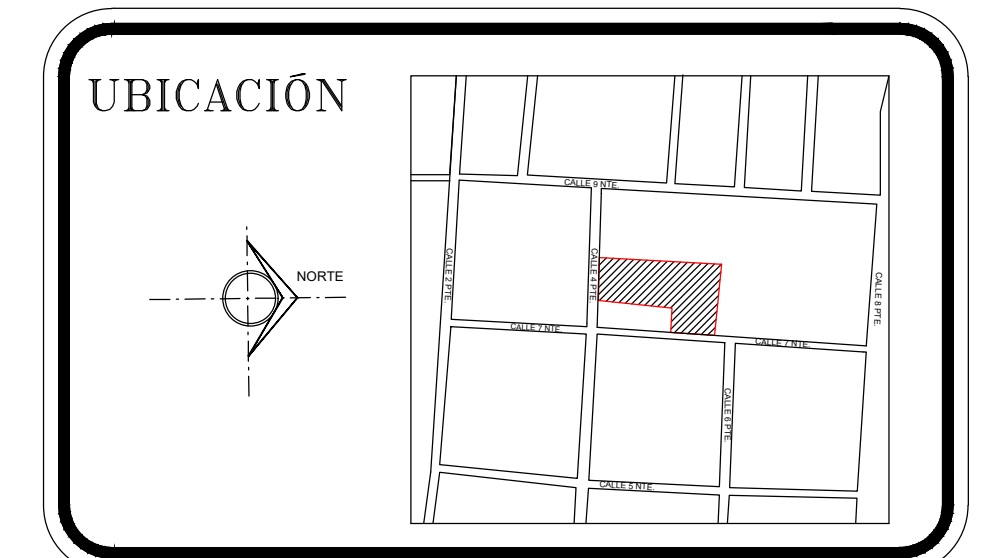
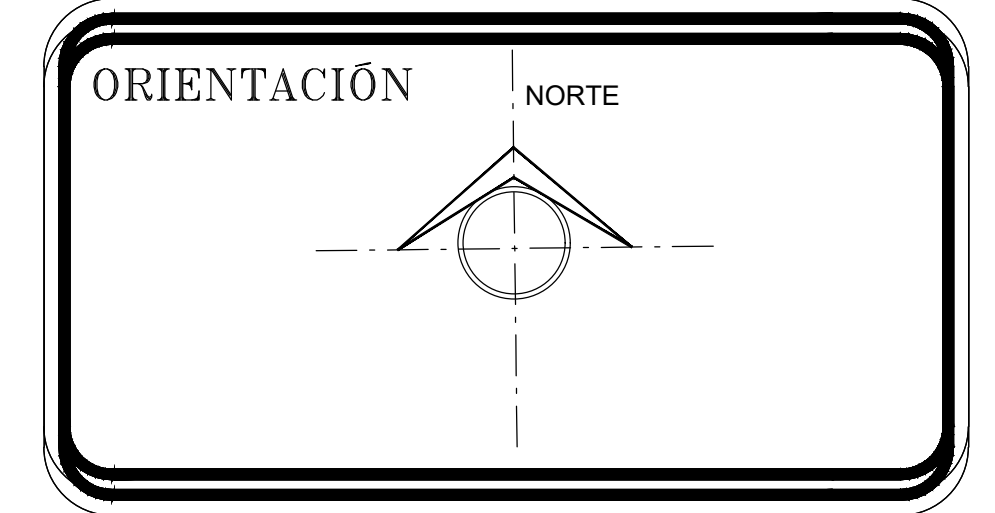


ACA-02

PLANO DE ACABADOS

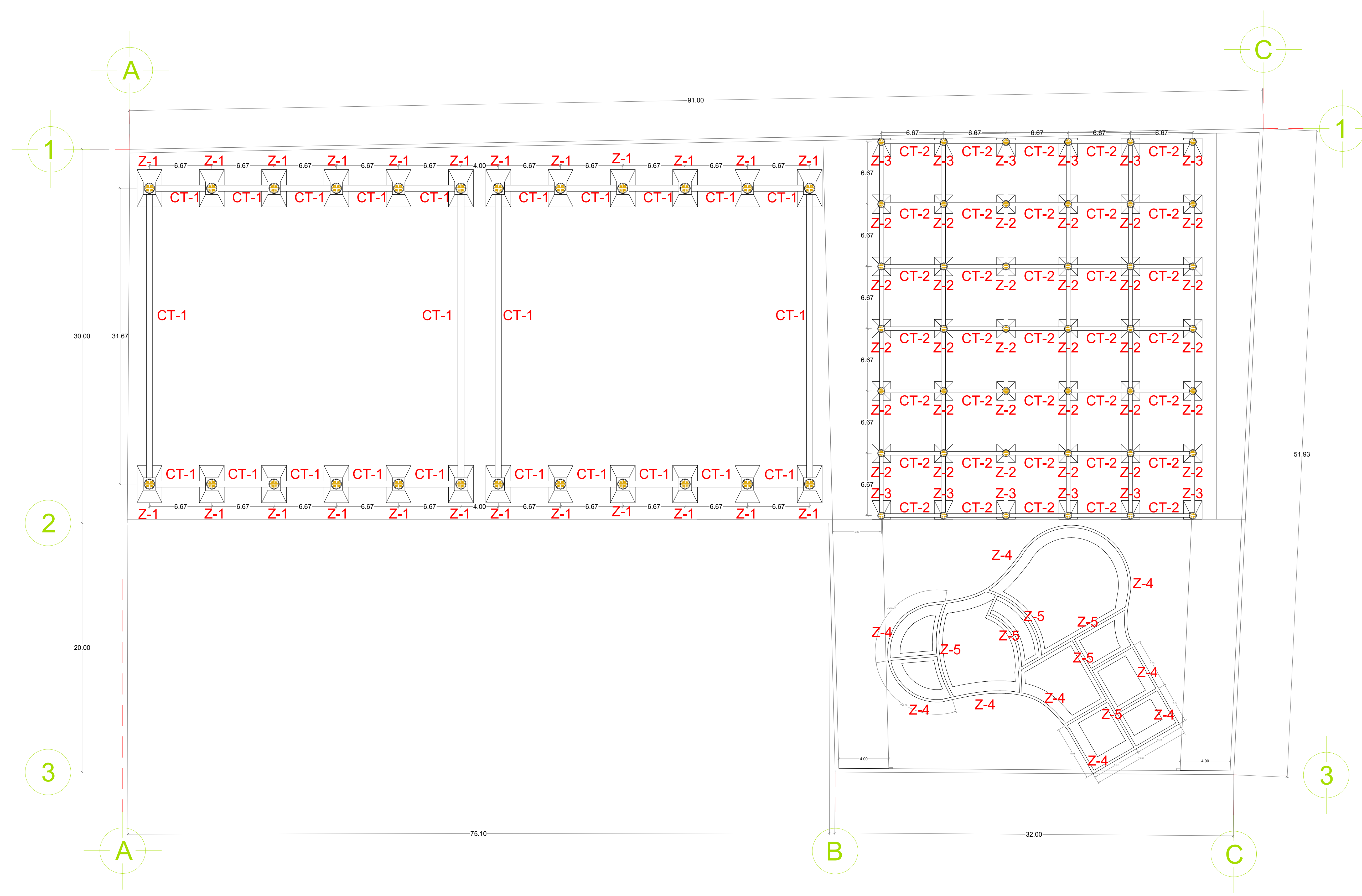
1:50

		<b>CENTRO DEPORTIVO EN EL MUNICIPIO DE AMOZOC, PUEBLA.</b>	
		FACULTAD DE ARQUITECTURA	
PROFESORES: DRA. DELIA DEL CONSUELO DOMINGUEZ CUANALO ID: 100278444 DRA. LILIA VARINA CATALINA LÓPEZ VARGAS ID: 100187855 DR. AGUSTÍN LÓPEZ ROMERO ID: 100068266			
ALUMNO: ANAHÍ MONSERRAT GARCÍA VILLALBA ID: 201705232			
YAZMIN TLAHUETL FLORES ID: 201203385			
MANUEL LÓPEZ ROJAS ID: 201202407			
FECHA: ABRIL 2016	ESCALA: INDICADA	COTAS: METROS	CLAVE: ACA-02
PLANO: PLANO DE ACABADOS			



**NOTAS:**  
 ACERO FY:4200 KG/CM2  
 CONCRETO: F' C: 250 KG/CM2  
 AGREGADO GRUESO: GRAVA DE 3/4"  
 AGREGADO FINO: ARENA DE BANCO  
 RECUBRIMIENTO MINIMO EN ZAPATAS Y DADOS:5 CM; CADENAS Y CASTILLOS: 2 CM  
 LA PLANTILLA PARA LA CIMENTACIÓN SERA DE 5 CM DE ESPESOR CON CONCRETO F' C:100 KG/CM2  
 EL BAMBU SE DEBERA COLAR A LA ALTURA SEÑALADA O HASTA LA ALTURA DONDE SE ENCUENTRE EL NUDO SUPERIOR INMEDIATO, NUNCA AL INFERIOR.  
 SE UTILIZARA MORTERO CEMENTO ARENA EN PROPORCION 1:4 PARA EL COLADO DE PUNTOS CRITICOS EN EL BAMBU.  
 LAS ESCUADRAS SERAN IGUALES A 12 Ø.  
 LOS TRASLAPES SERAN DE 40 Ø.  
 LOS EMPOTRAMIENTOS DEL ACERO SERAN IGUAL A 10N + 10, DONDE N ES EL NUMERO DE LA VARILLA.

		<b>CENTRO DEPORTIVO EN EL MUNICIPIO DE AMOZOC, PUEBLA.</b>	
		FACULTAD DE ARQUITECTURA	
PROFESORES: DRA. DELIA DEL CONSUELO DOMINGUEZ CUANALO ID: 100279444 DRA. LILIA VARRINA CATALINA LÓPEZ VARGAS ID: 100187955 DR. AGUSTÍN LÓPEZ ROMERO ID: 100068266			
ALUMNOS: ANAHÍ MONSERRAT GARCÍA VILLALBA ID: 2017205232 YAZMIN TLAHUETL FLORES ID: 2017203353 MANUEL LÓPEZ ROJAS ID: 2017202417			
FECHA: ABRIL 2016	ESCALA: 1:150	COTAS: METROS	PLANO: PLANTA DE CIMENTACIÓN
			CLAVE: CIM-01

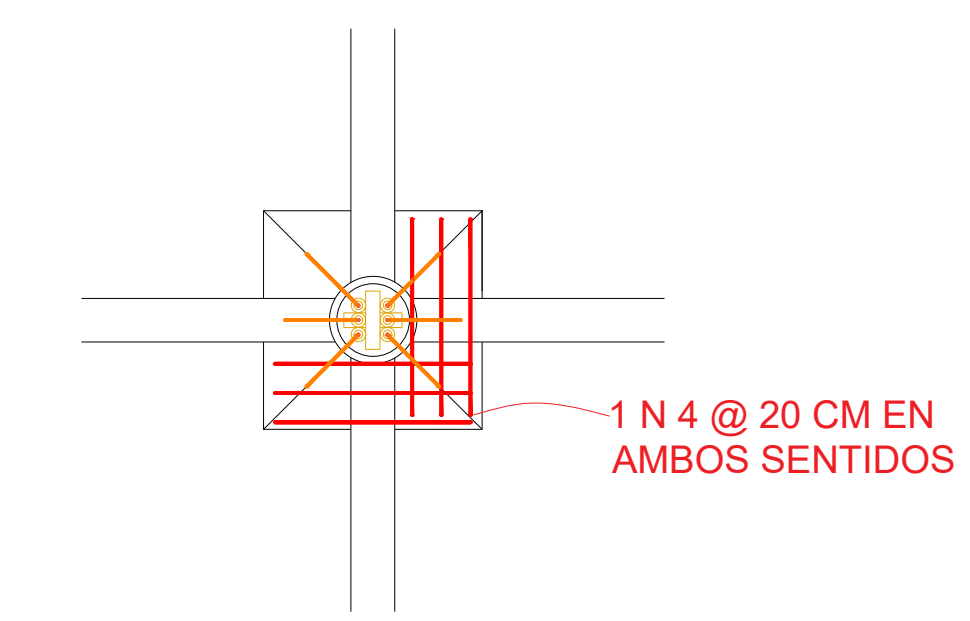
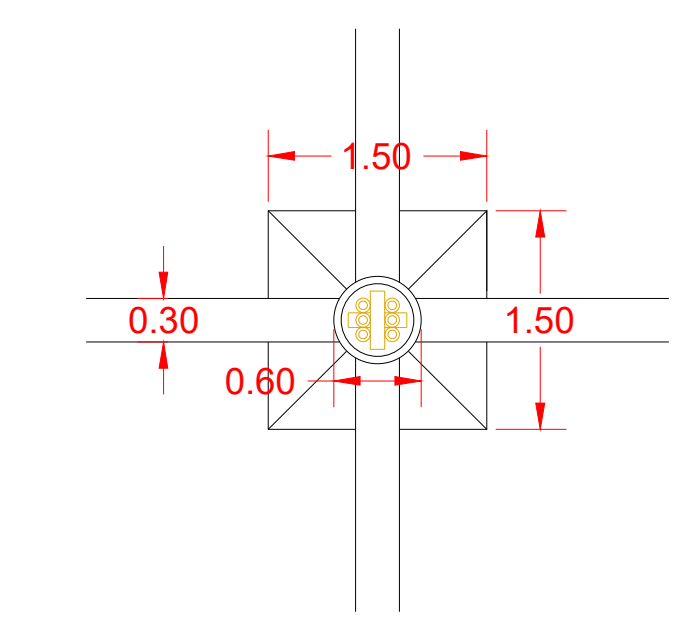
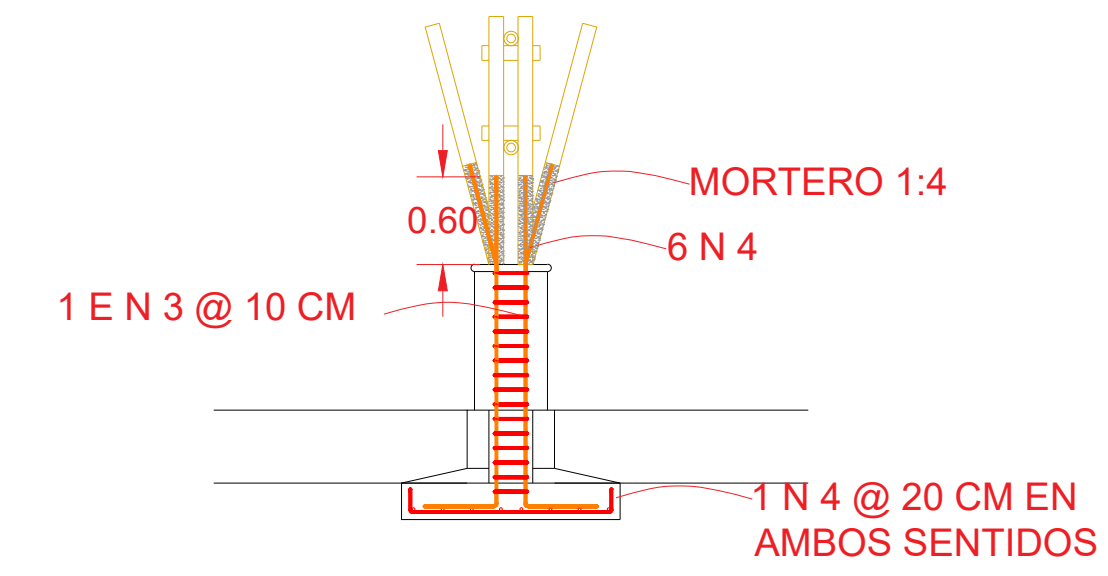
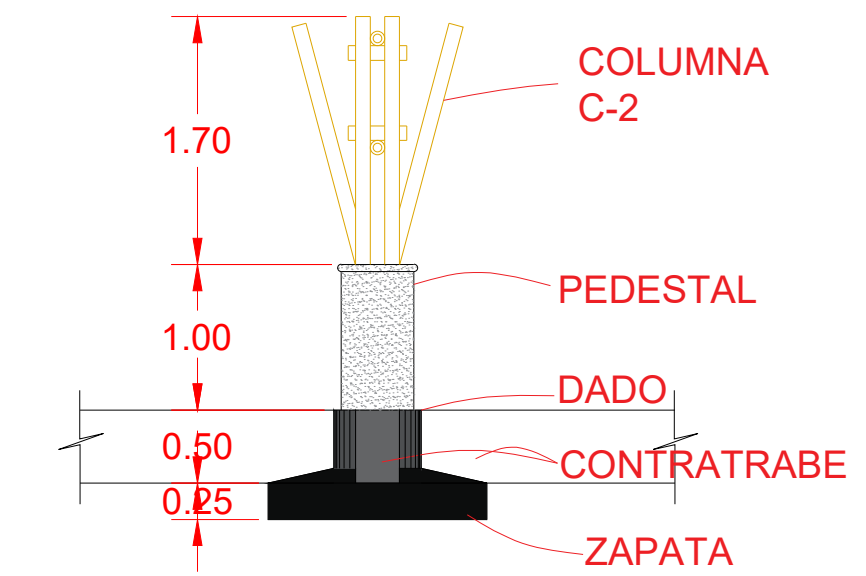
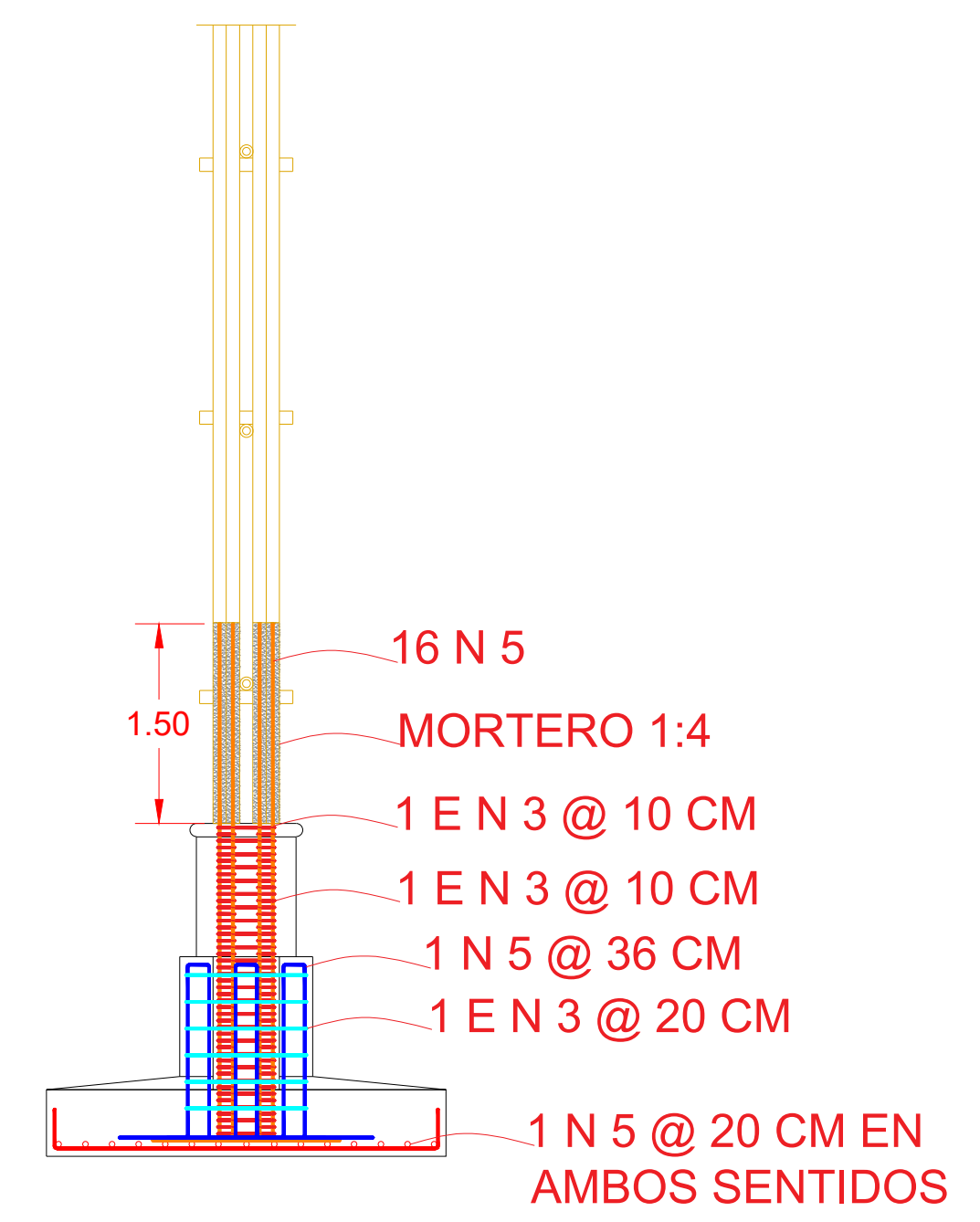
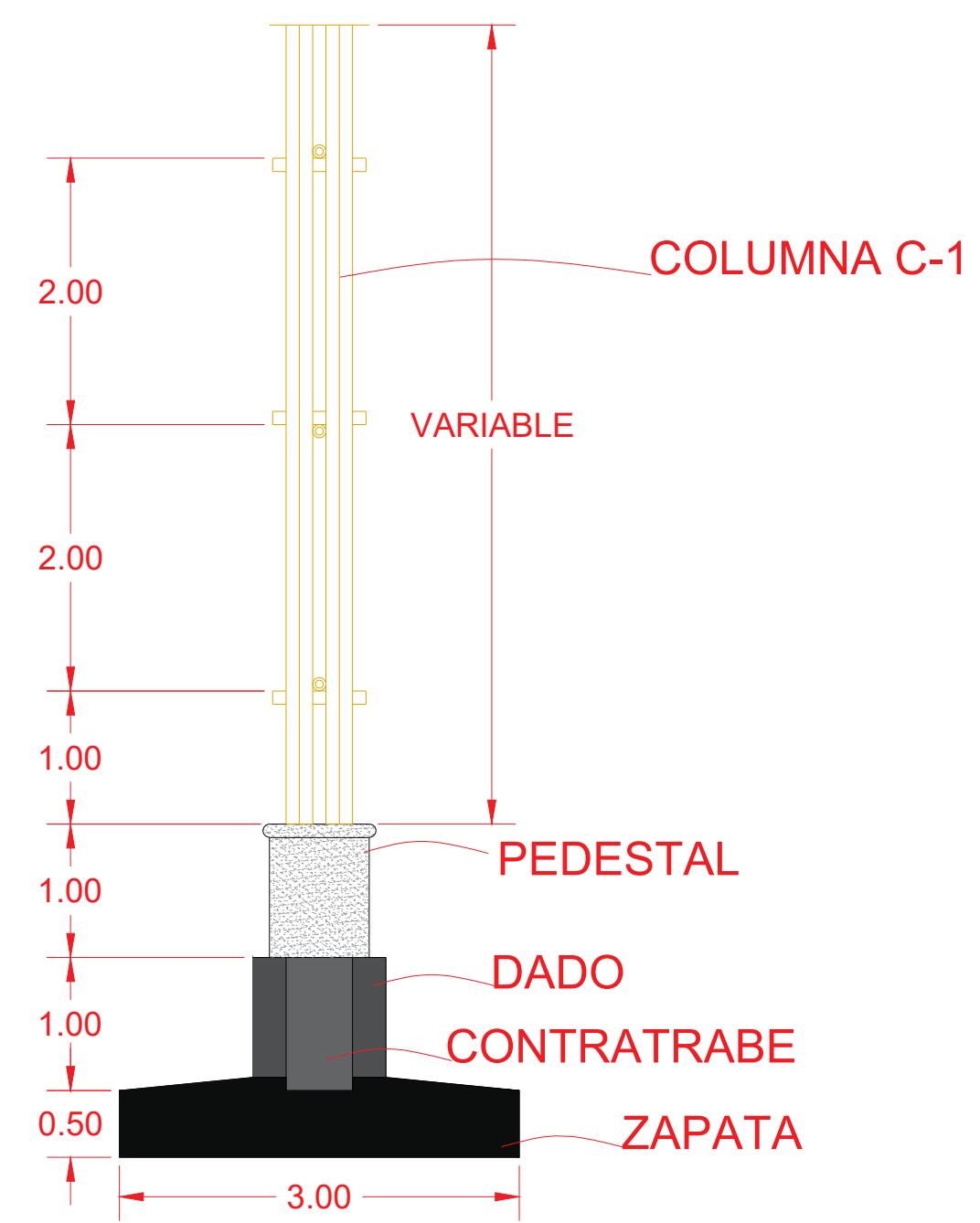


CIM-01

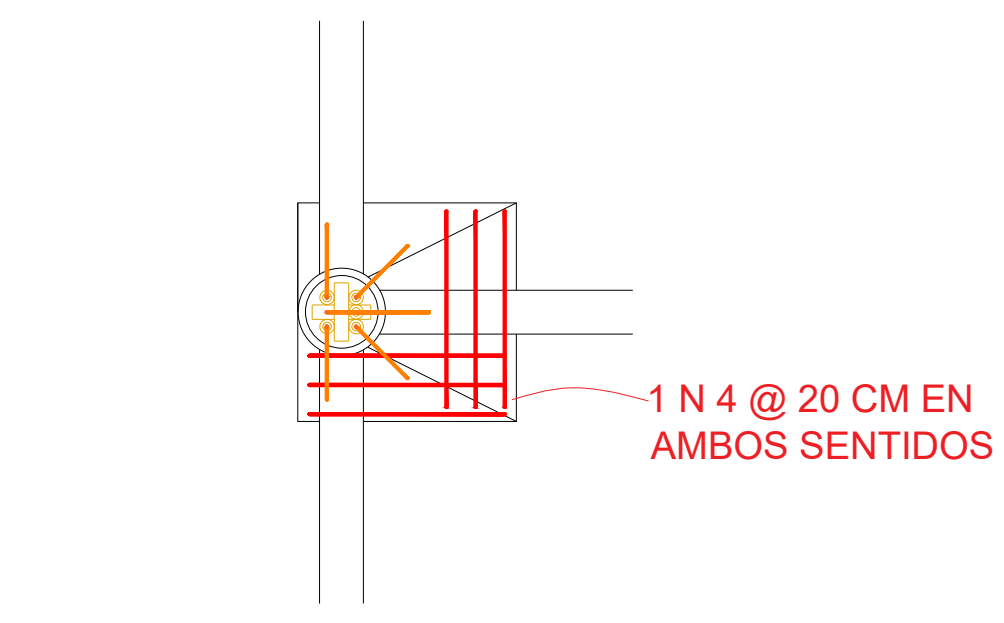
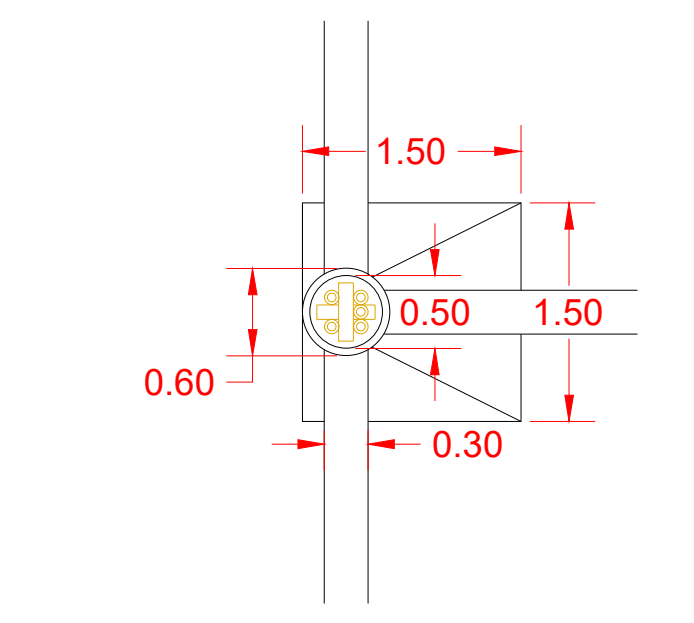
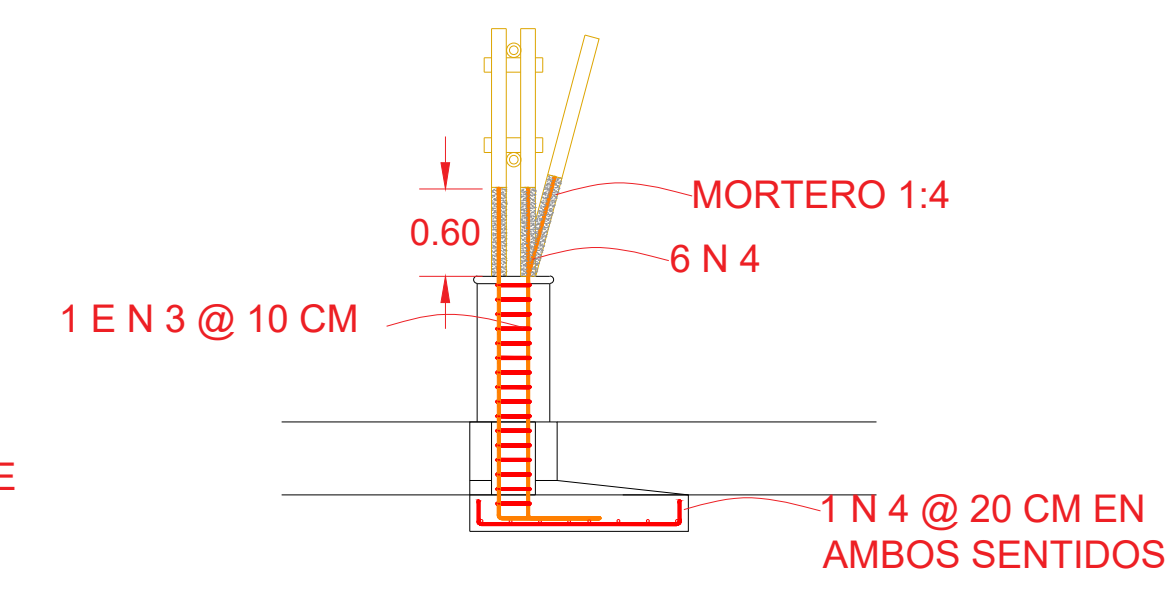
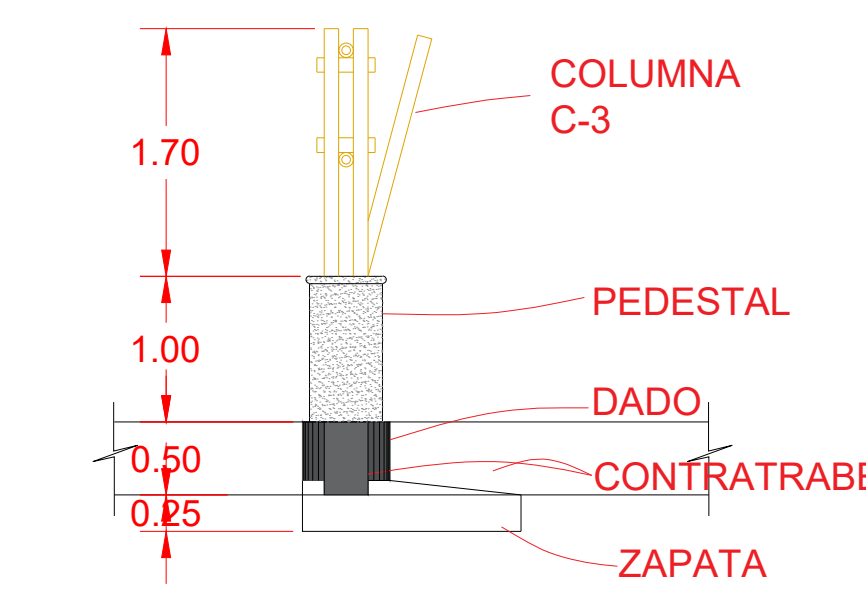
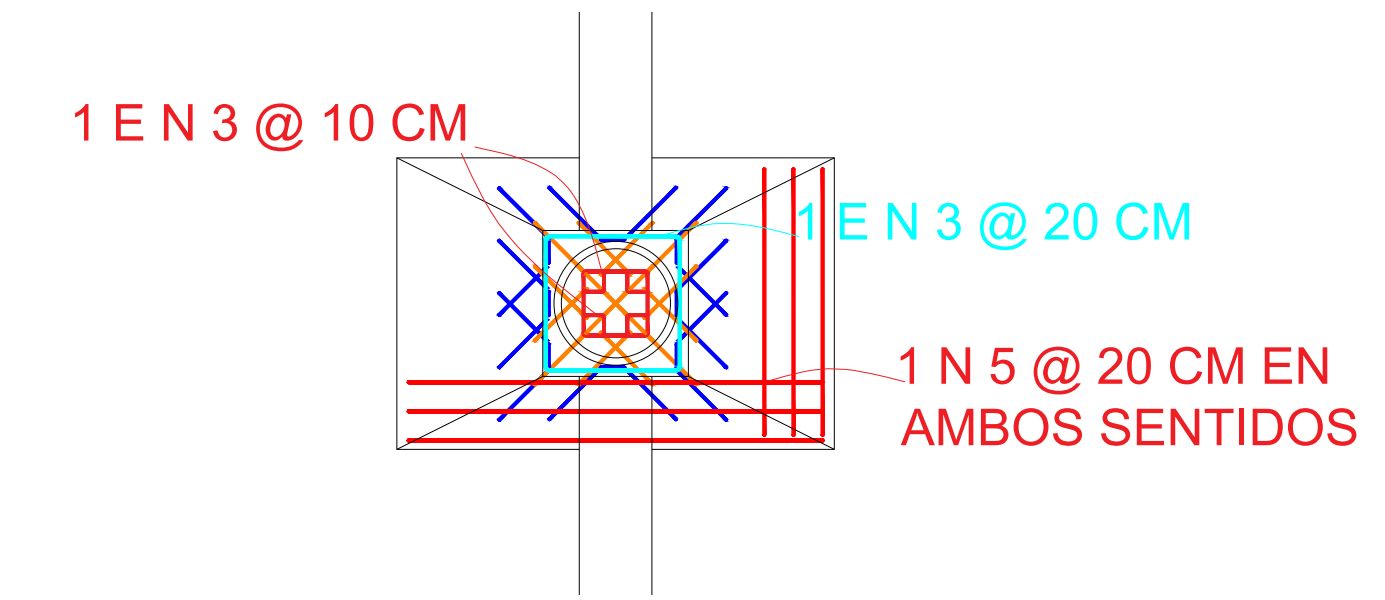
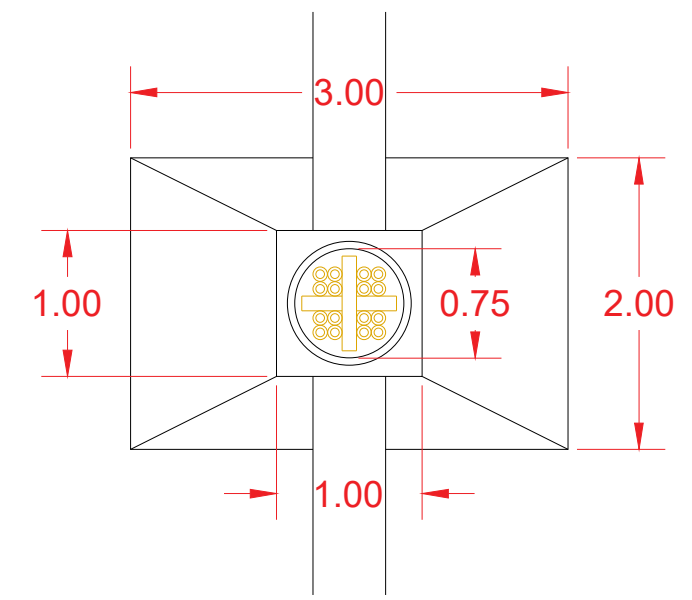
PLANTA DE CIMENTACION

1:150

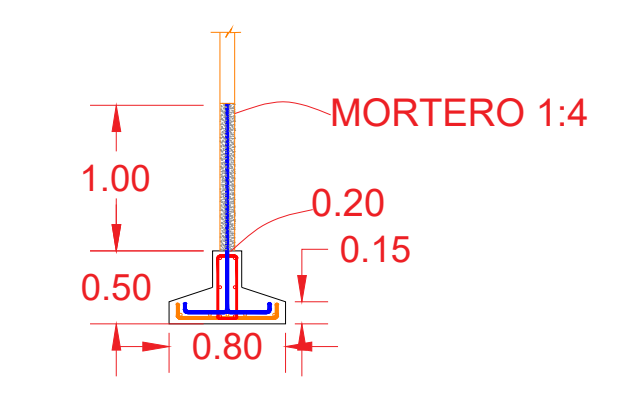
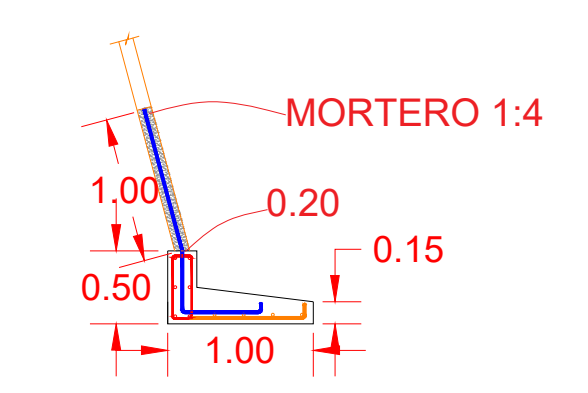
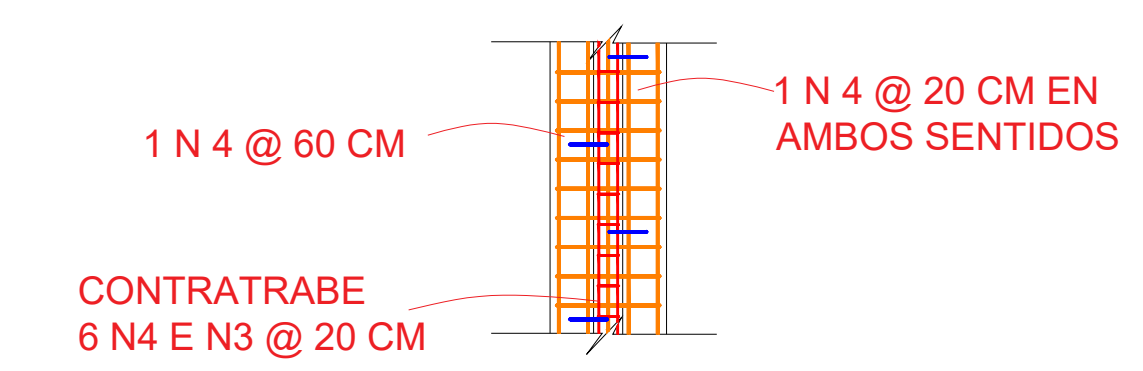
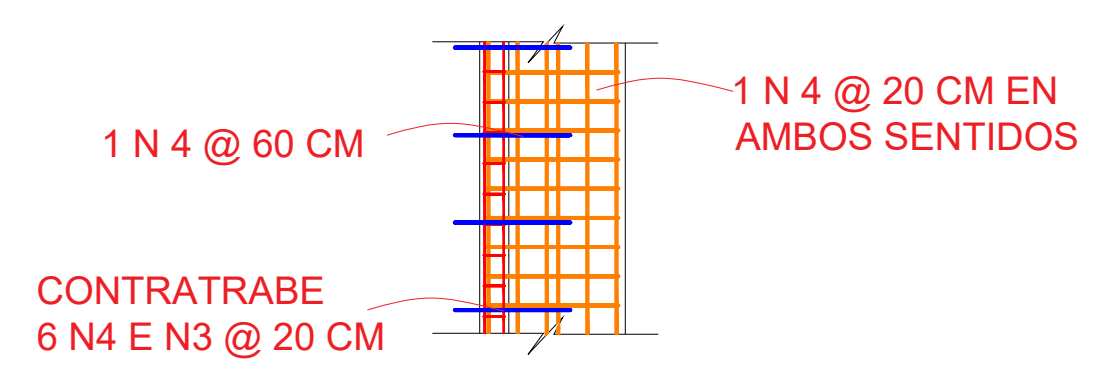
**NOTAS:**  
 ACERO FY: 4200 KG/CM<sup>2</sup>  
 CONCRETO: F' C: 250 KG/CM<sup>2</sup>  
 AGREGADO GRUESO: GRAVA DE 3/4"  
 AGREGADO FINO: ARENA DE BANCO  
 RECUBRIMIENTO MÍNIMO EN ZAPATAS Y DADOS: 5 CM; CADENAS Y CASTILLOS: 2 CM  
 LA PLANTILLA PARA LA CIMENTACIÓN SERA DE 5 CM DE ESPESOR CON CONCRETO F' C: 100 KG/CM<sup>2</sup>  
 EL BAMBU SE DEBERA COLAR A LA ALTURA SEÑALADA O HASTA LA ALTURA DONDE SE ENCUENTRE EL NUDO SUPERIOR INMEDIATO, NUNCA AL INFERIOR.  
 SE UTILIZARA MORTERO CEMENTO ARENA EN PROPORCION 1:4 PARA EL COLADO DE PUNTOS CRITICOS EN EL BAMBU.  
 LAS ESCUADRAS SERAN IGUALES A 12 Ø.  
 LOS TRASLAPES SERAN DE 40 Ø.  
 LOS EMPOTRAMIENTOS DEL ACERO SERAN IGUAL A 10N + 10, DONDE N ES EL NUMERO DE LA VARILLA.



**ZAPATA Z-2**

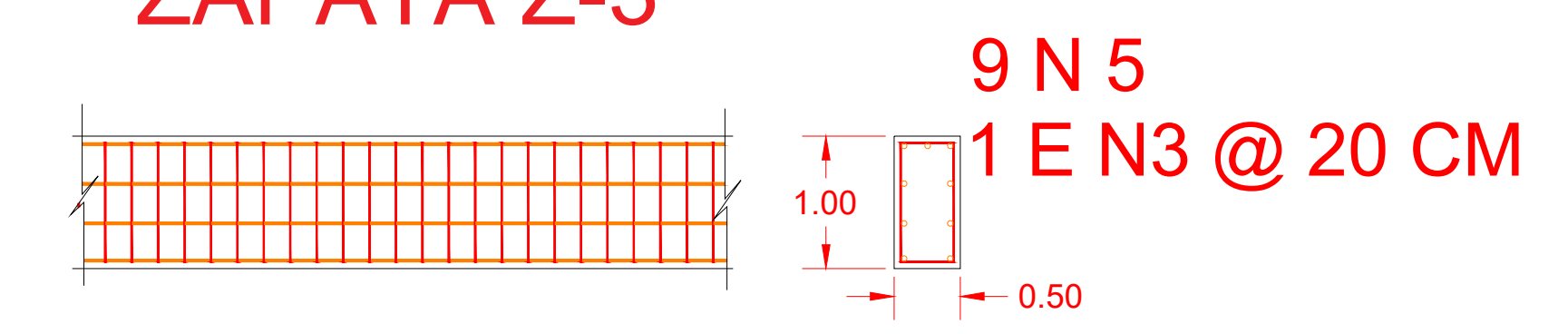


**ZAPATA Z-3**

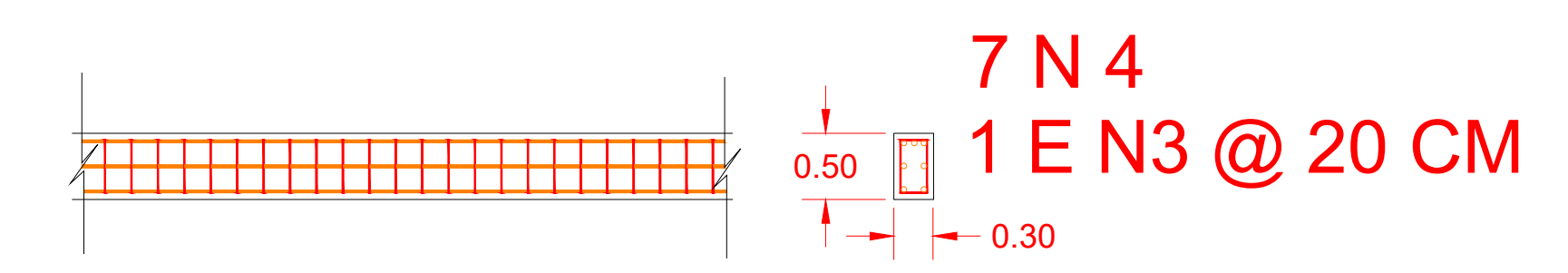


**ZAPATA Z-4**

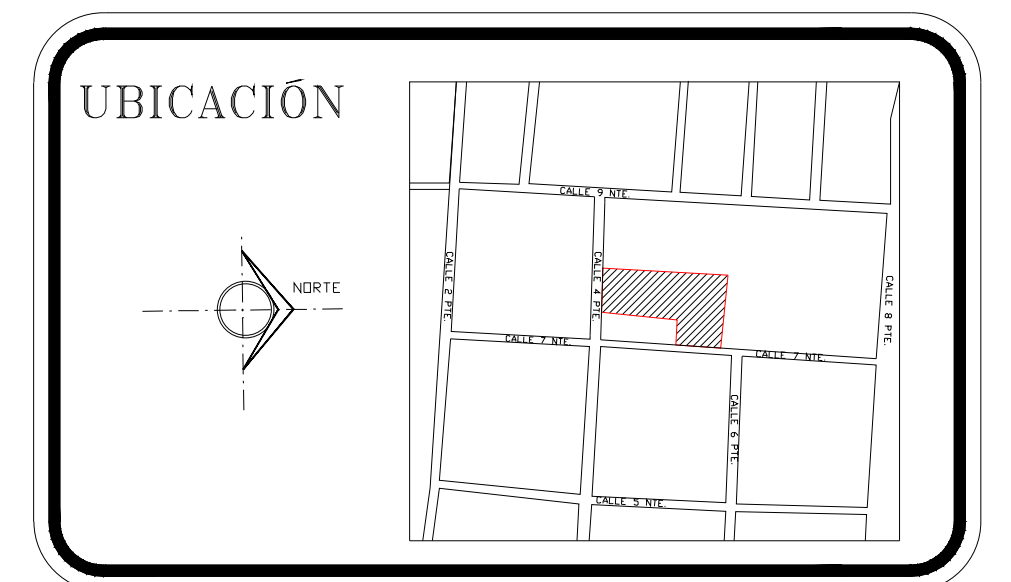
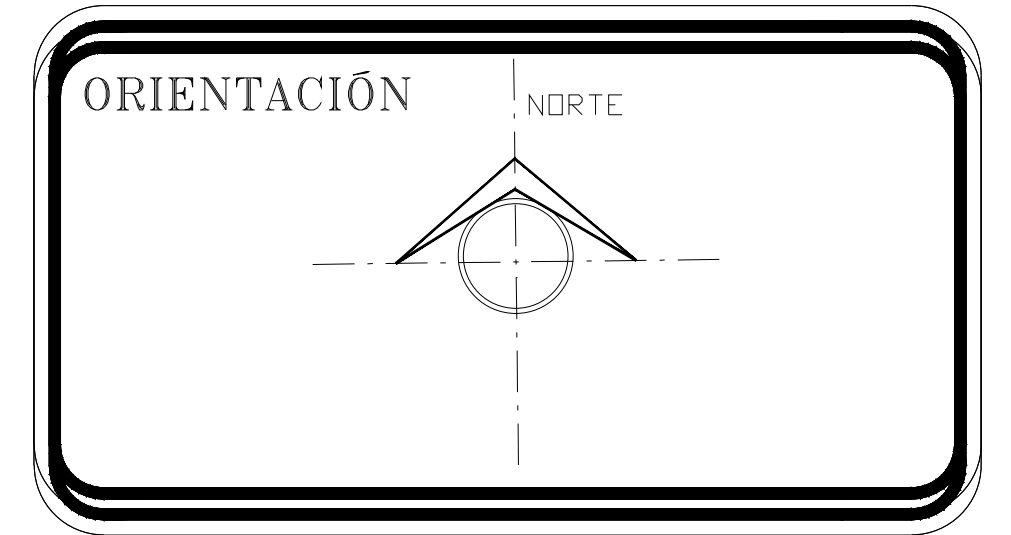
**ZAPATA Z-5**



**CT-1**

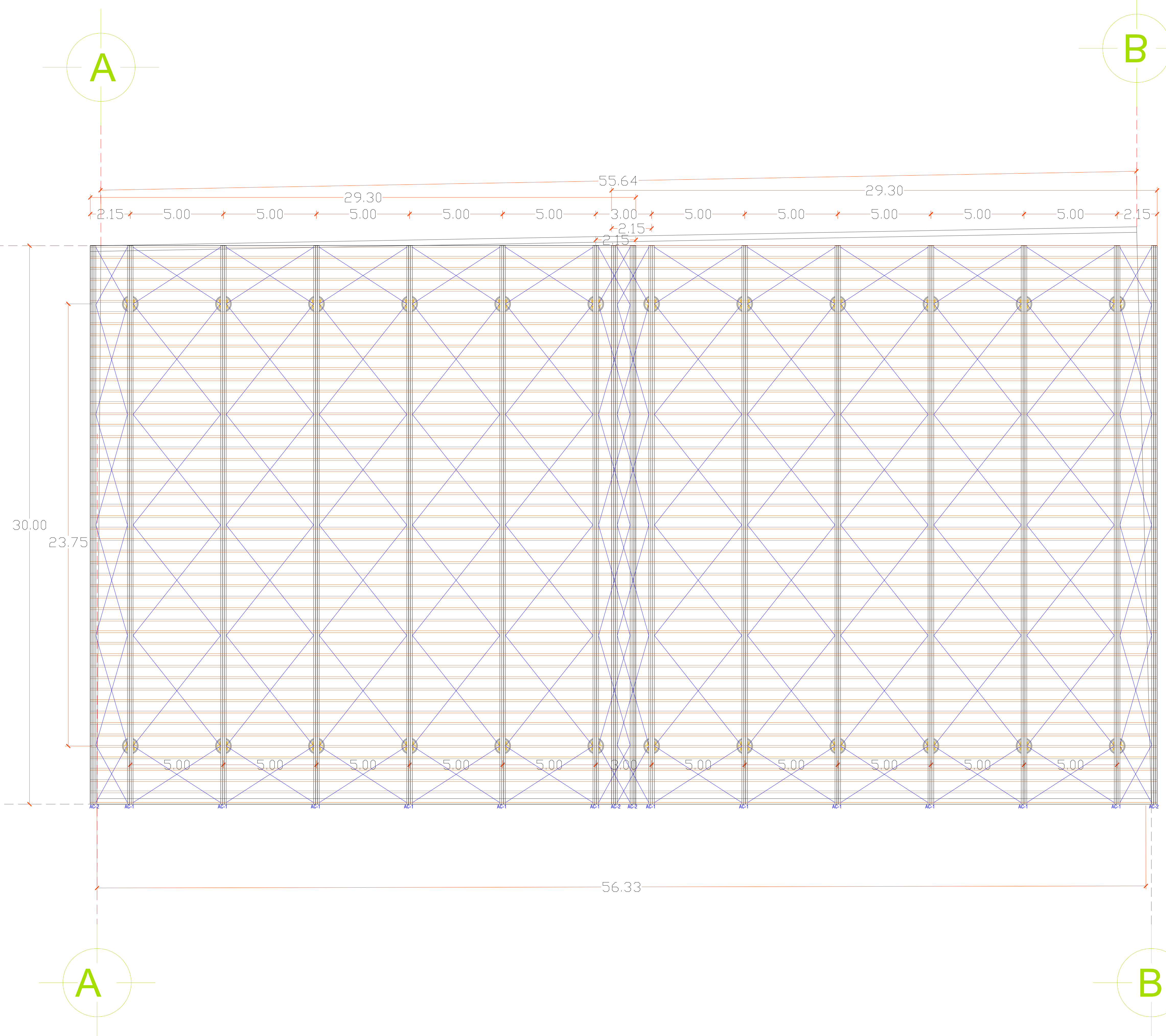


**CT-2**



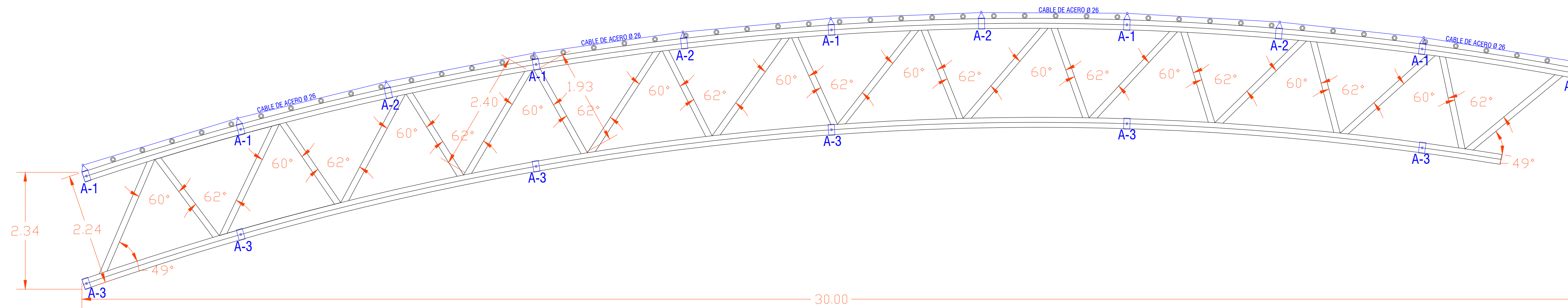
**NOTAS:**  
 ACERO FY: 4200 KG/CM<sup>2</sup>  
 CONCRETO: F'C: 250 KG/CM<sup>2</sup>  
 AGREGADO GRUESO: GRAVA DE 3/4"  
 AGREGADO FINO: ARENA DE BANCO  
 EL BAMBÚ SE DEBERÁ COLAR A LA ALTURA SEÑALADA O HASTA LA ALTURA DONDE SE ENCUENTRE EL NUDO SUPERIOR INMEDIATO, NUNCA AL INFERIOR.  
 SE UTILIZARÁ MORTERO CEMENTO ARENA EN PROPORCIÓN 1:4 PARA EL COLADO DE PUNTOS CRÍTICOS EN EL BAMBÚ.  
 LAS ESCUADRAS EN VARILLAS SERÁN IGUALES A 12 Ø.  
 LOS TRASLAPES SERÁN DE 40 Ø.  
 LOS EMPOTRAMIENTOS DEL ACERO SERÁN IGUAL A 10N + 10, DONDE N ES EL NÚMERO DE LA VARILLA.  
 EL DIÁMETRO PROMEDIO DEL BAMBÚ EN ESTRUCTURAS DEBERÁ DE SER DE 10 CM CON PARED DE 2CM O SUPERIOR.

		<b>CENTRO DEPORTIVO EN EL MUNICIPIO DE AMOZOC, PUEBLA.</b>	
FACULTAD DE ARQUITECTURA			
PROFESORES: DRA. DELIA DEL CONSUELO DOMINGUEZ CUANALO DRA. LILIA VARRINIA CATALINA LÓPEZ VARGAS DR. AGUSTÍN LÓPEZ ROMERO			
ALUMNOS: ANAHI MONSERRAT GARCÍA VILLALBA YAZMIN TLAHUETL FLORES MANUEL LÓPEZ ROJAS			
FECHA: ABRIL 2016	ESCALA: INDICADA	COTAS: METROS	CLAVE: EST-01
PLANO: PLANTA ESTRUCTURAL			



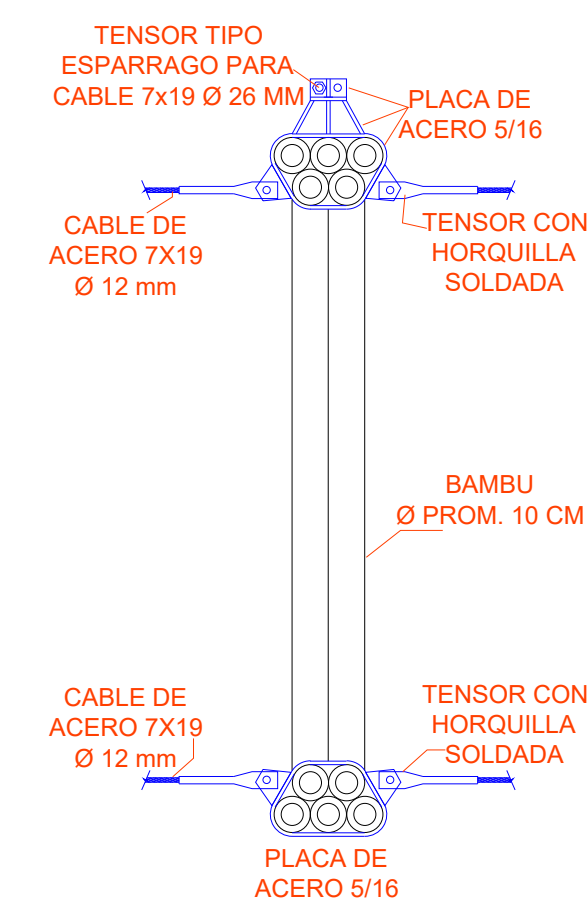
PLANTA SKATEPARK ESC 1:100

**NOTAS:**  
 ACERO FY: 4200 KG/CM<sup>2</sup>  
 CONCRETO: F'c: 250 KG/CM<sup>2</sup>  
 AGREGADO GRUESO: GRAVA DE 3/4"  
 AGREGADO FINO: ARENA DE BANCO  
 EL BAMBU SE DEBERA COLAR A LA ALTURA SEÑALADA O HASTA LA ALTURA DONDE SE ENCUENTRE EL NUDO SUPERIOR INMEDIATO, NUNCA AL INFERIOR.  
 SE UTILIZARA MORTERO CEMENTO ARENA EN PROPORCION 1:4 PARA EL COLADO DE PUNTOS CRITICOS EN EL BAMBU.  
 LAS ESCUADRAS EN VARILLAS SERAN IGUALES A 12 Ø.  
 LOS TRASLAPES SERAN DE 40 Ø.  
 LOS EMPOTRAMIENTOS DEL ACERO SERAN IGUAL A 10N + 10, DONDE N ES EL NUMERO DE LA VARILLA.  
 EL DIAMETRO PROMEDIO DEL BAMBU EN ESTRUCTURAS DEBERA DE SER DE 10 CM CON PARED DE 2CM O SUPERIOR.

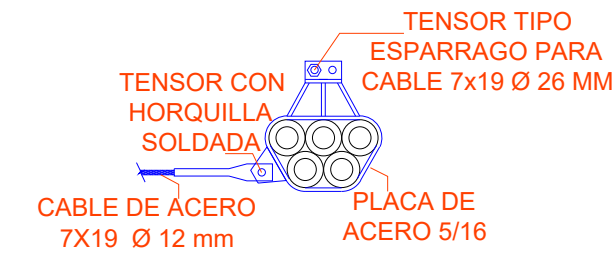


**FACHADA ARCO**

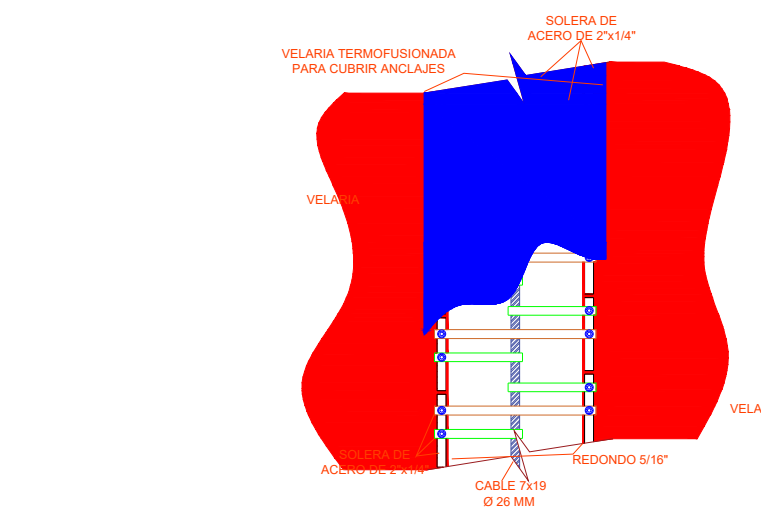
**ESC 1:50**



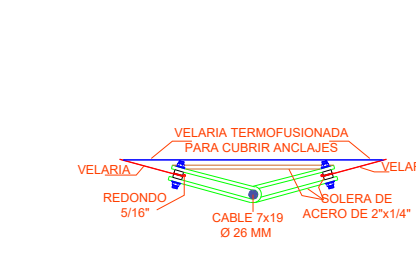
**AC-1**



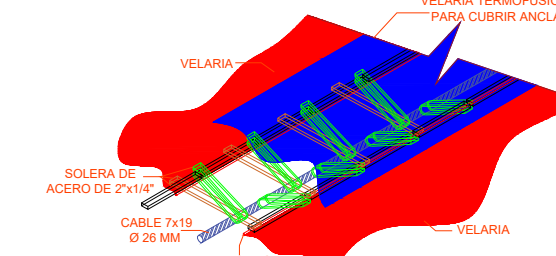
**AC-2**



**PLANTA**



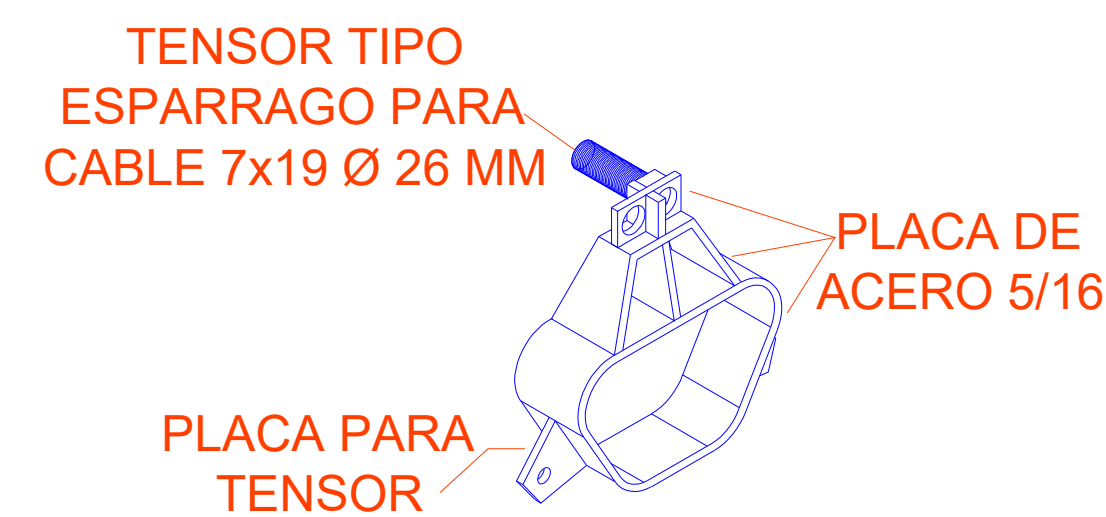
**ALZADO**



**ISOMETRICO**

**ANCLAJE DE VELARIA**

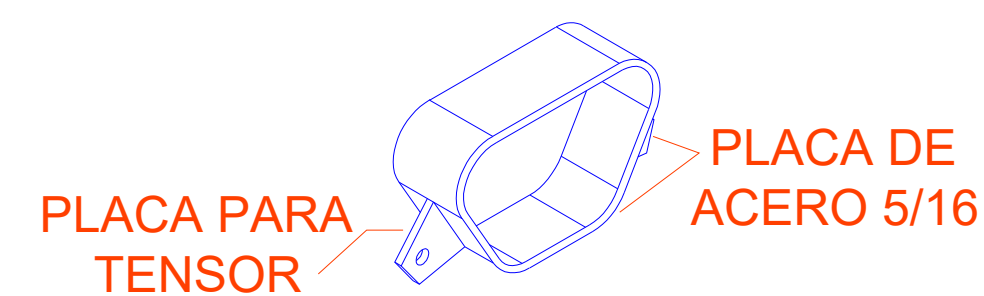
**ESC N/A**



**A-1**



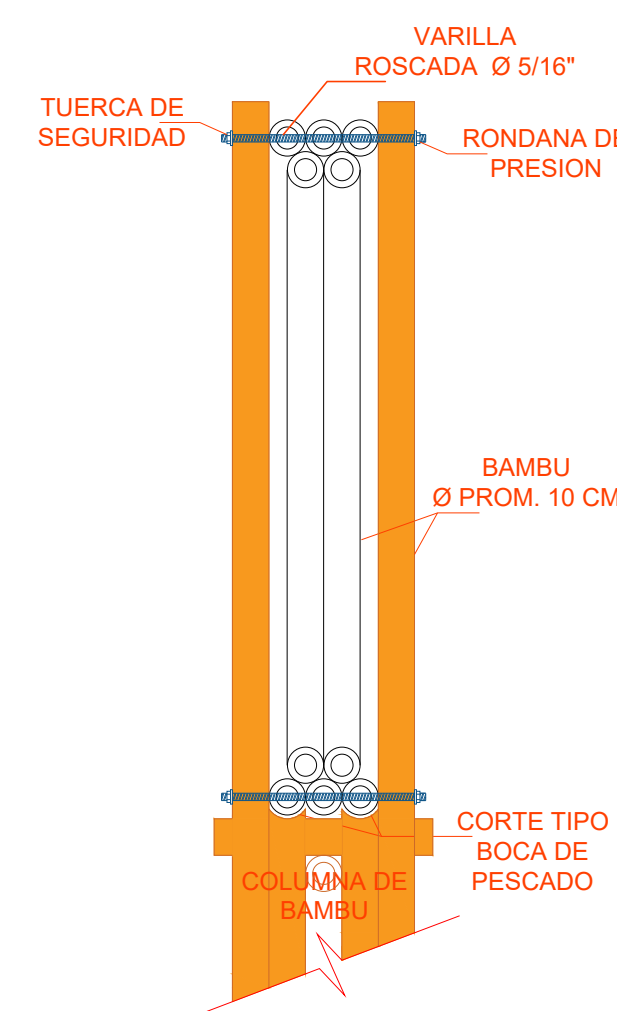
**A-2**



**A-3**

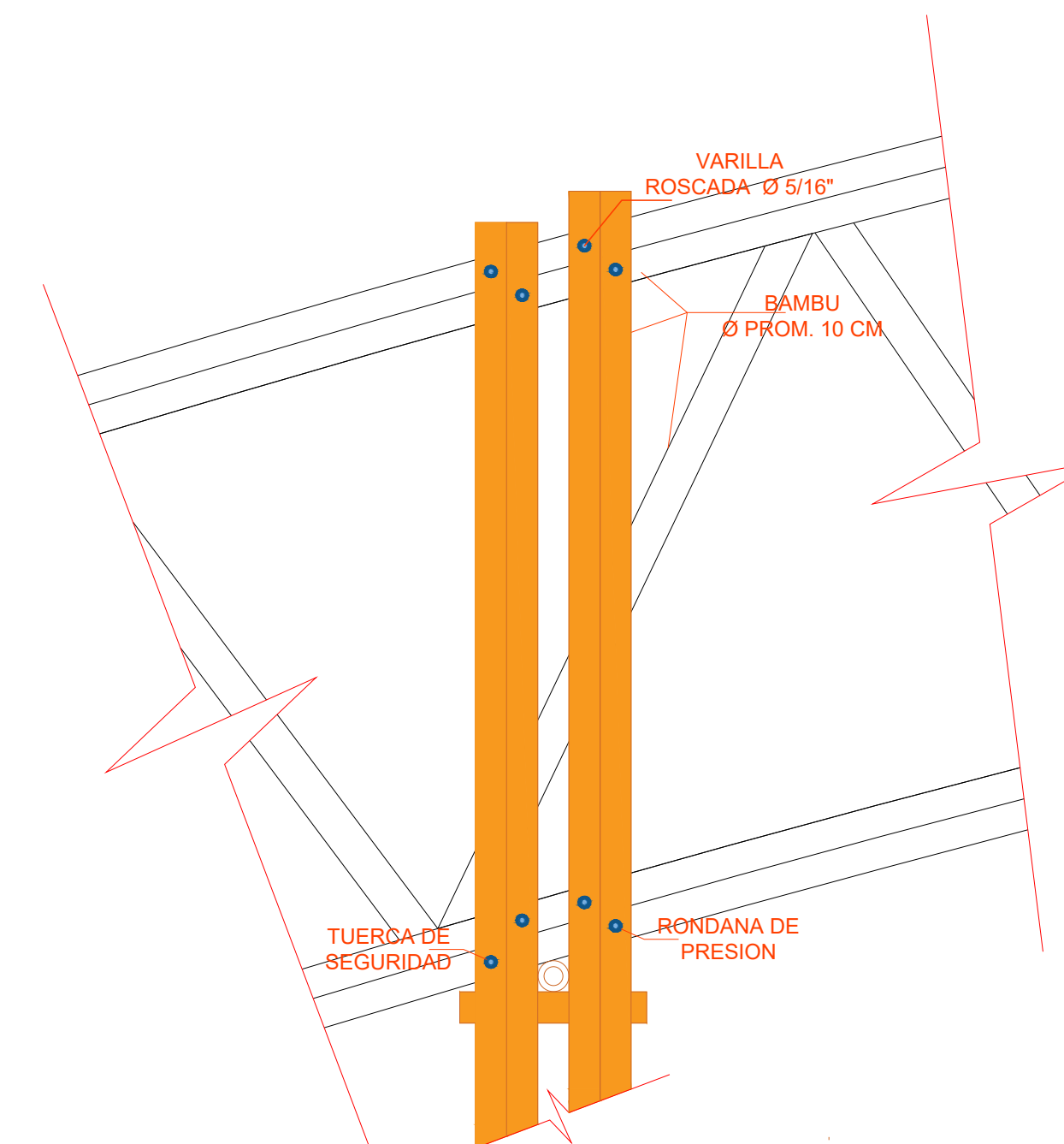
**ABRAZADERAS DE ACERO**

**ESC 1:10**



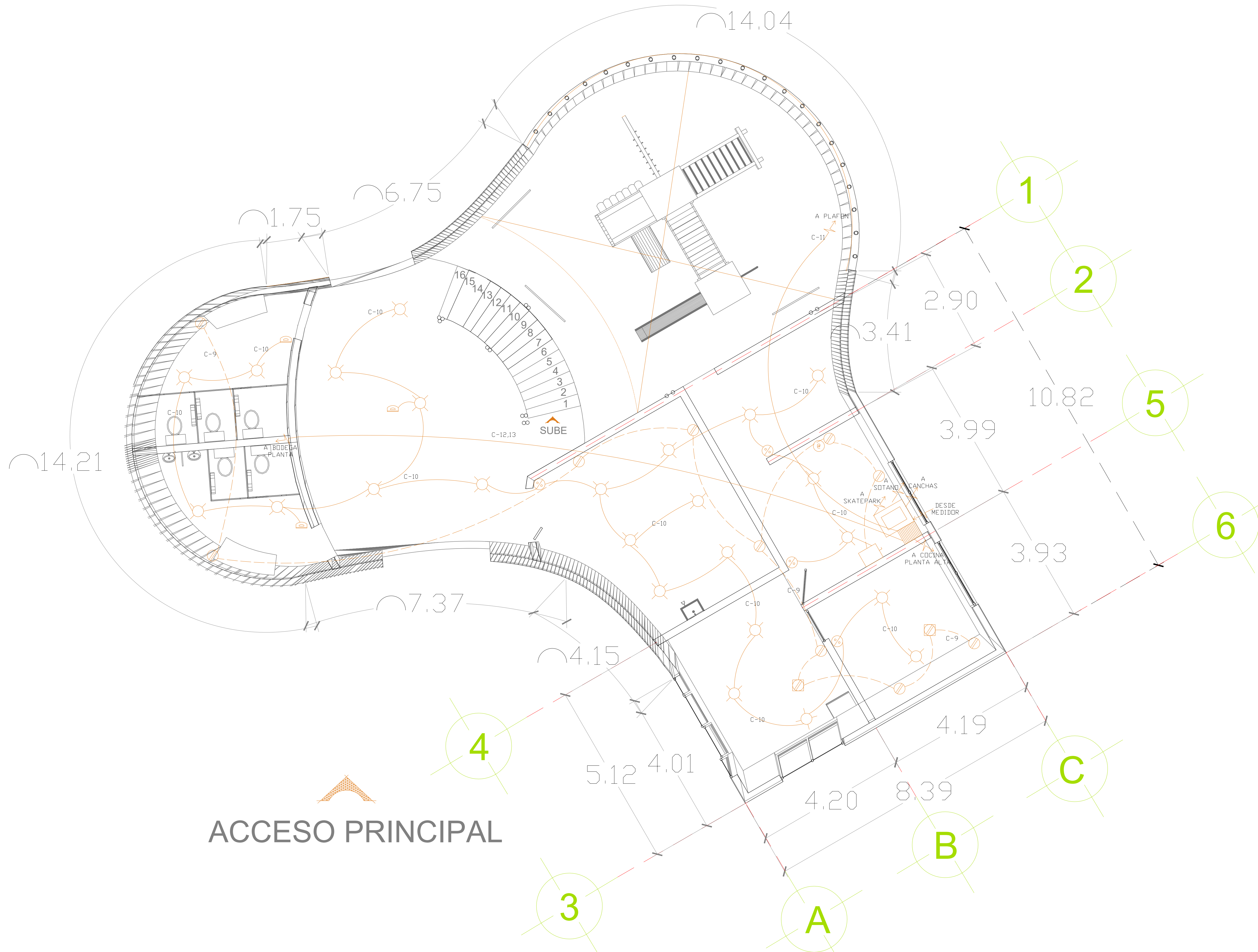
**CORTE**

**ANCLAJE ARCO**

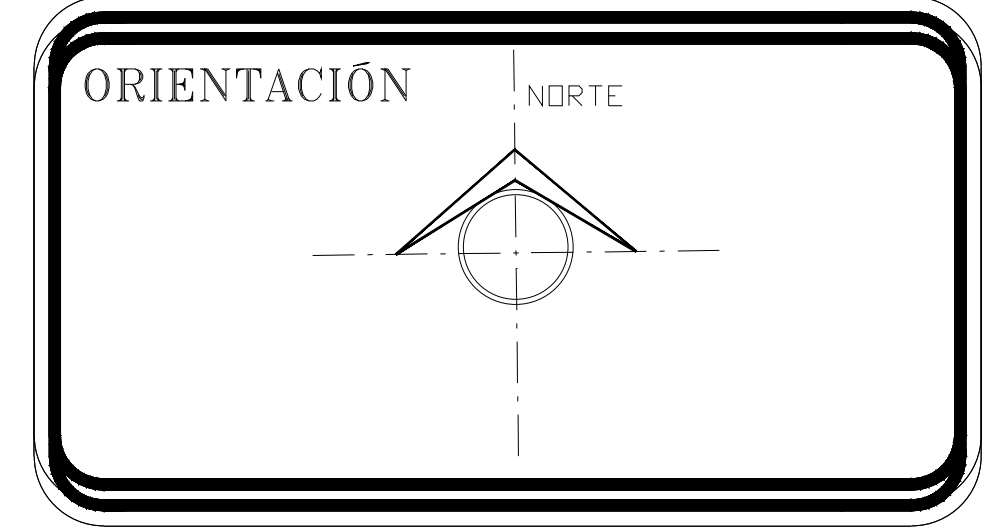


**FACHADA**

**ESC 1:20**

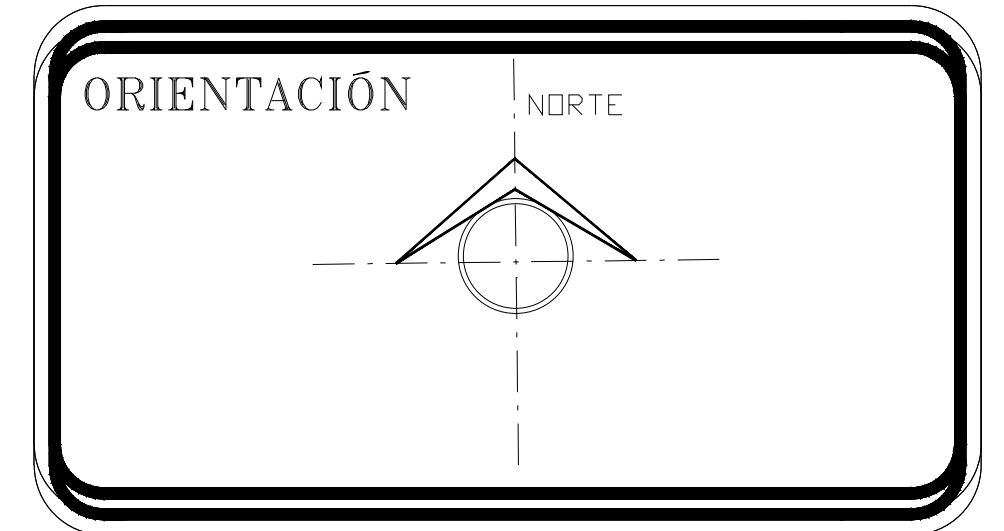
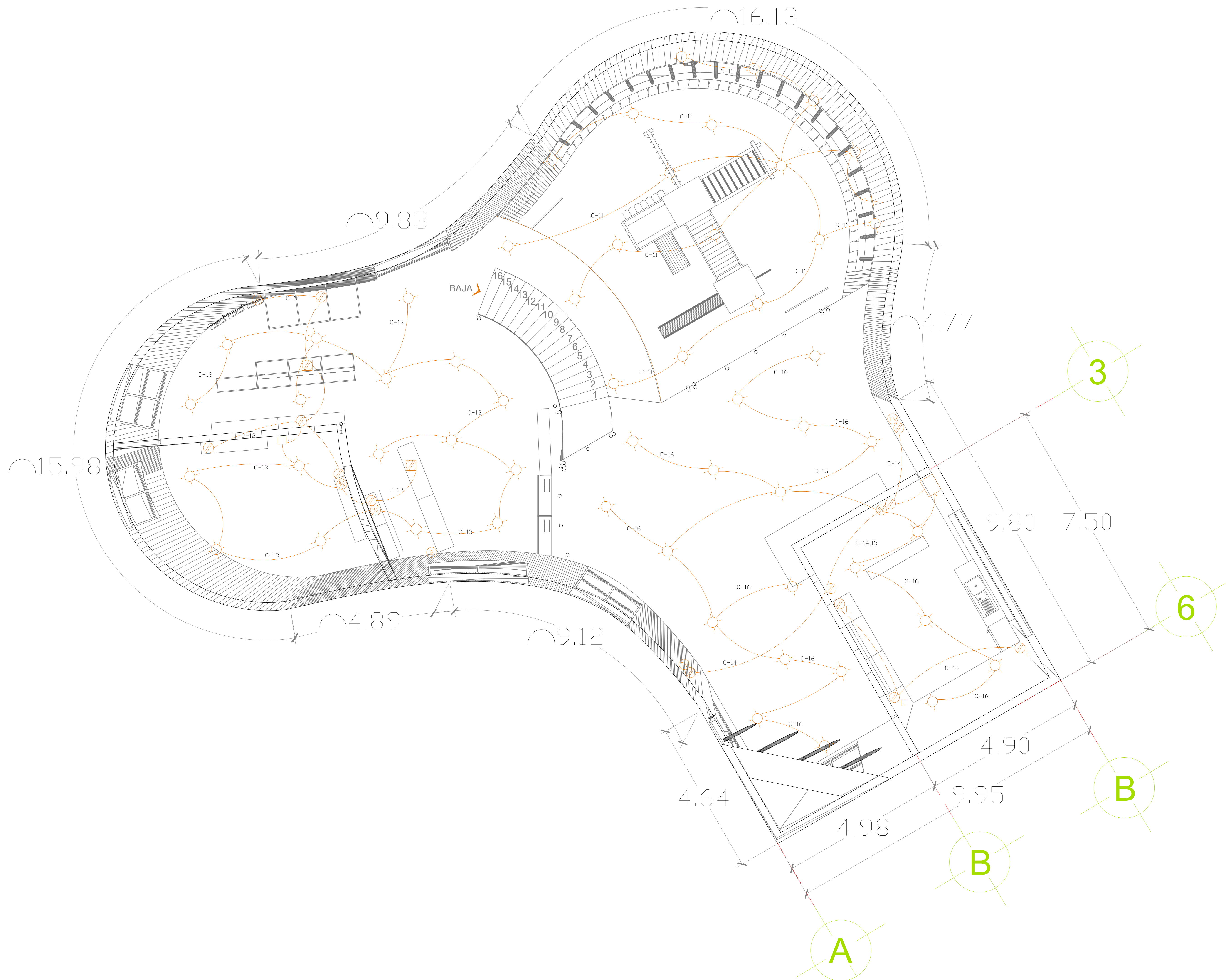


ACCESO PRINCIPAL



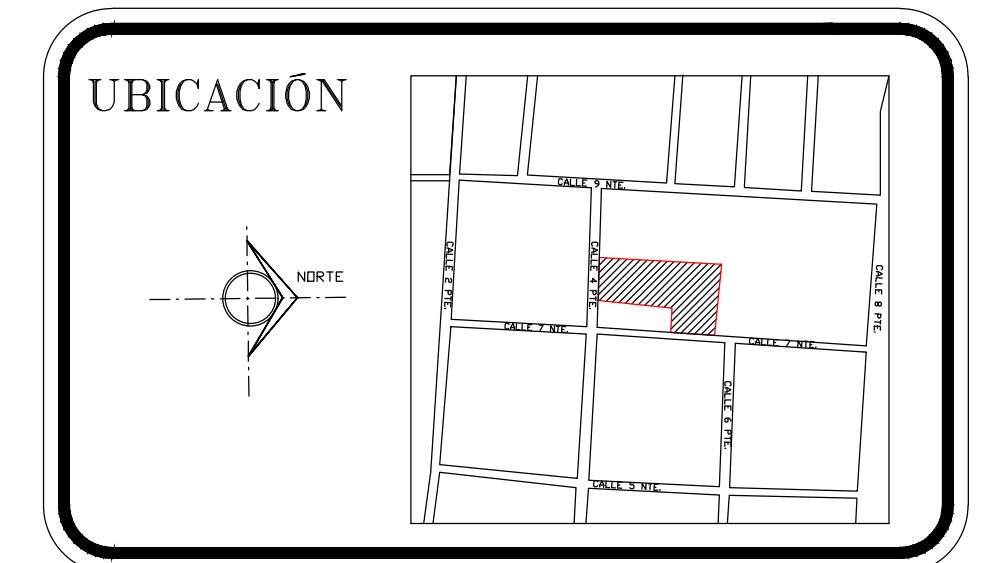
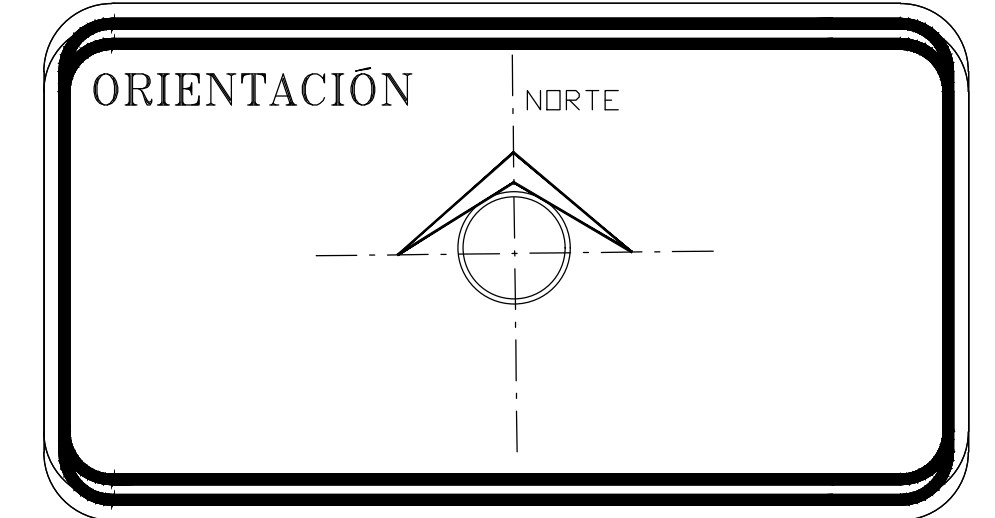
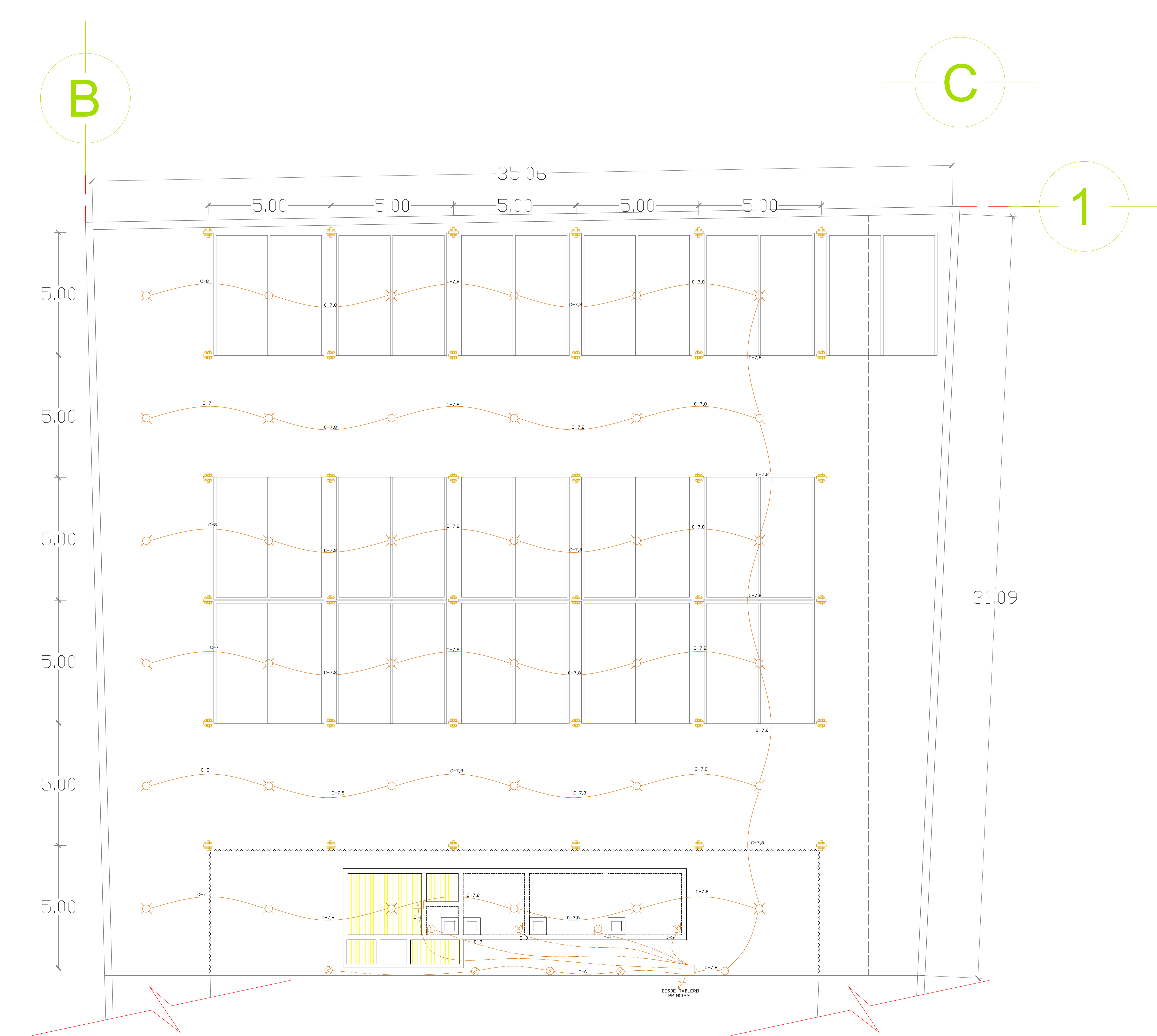
- NOTAS:**
- Acometida CFE
  - Medidor
  - Tablero principal
  - Tablero
  - Sensor de movimiento
  - Bomba sumergible
  - Línea eléctrica por muro o plafón
  - Línea eléctrica por piso
  - Salida de TV cable
  - Salida de internet/teléfono
  - Luminaria en piso para exteriores
  - Reflector
  - Luminaria suspendida
  - Luminaria en plafón para interiores
  - Contacto duplex polarizado en muro
  - Contacto duplex especial con capacidad de 500 W
  - Apagador sencillo
  - Apagador de 3 vías (de escalera)
  - Contacto duplex polarizado en piso
  - Registro eléctrico
  - Soplador

		<b>CENTRO DEPORTIVO EN EL MUNICIPIO DE AMOZOC, PUEBLA.</b>	
		FACULTAD DE ARQUITECTURA	
PROFESORES: DRA. DELIA DEL CONSUELO DOMINGUEZ CUANALO DRA. LILIA VARRINIA CATALINA LÓPEZ VARGAS DR. AGUSTÍN LÓPEZ ROMERO			
ALUMNOS: ANAHI MONSERRAT GARCIA VILLALBA YAZMIN TLAHUETL FLORES MANUEL LÓPEZ ROJAS			
FECHA: ABRIL 2016	ESCALA: 1:50	COTAS: METROS	CLAVE: ELE-01
PLANO: INST. ELECTRICA PLANTA BAJA			



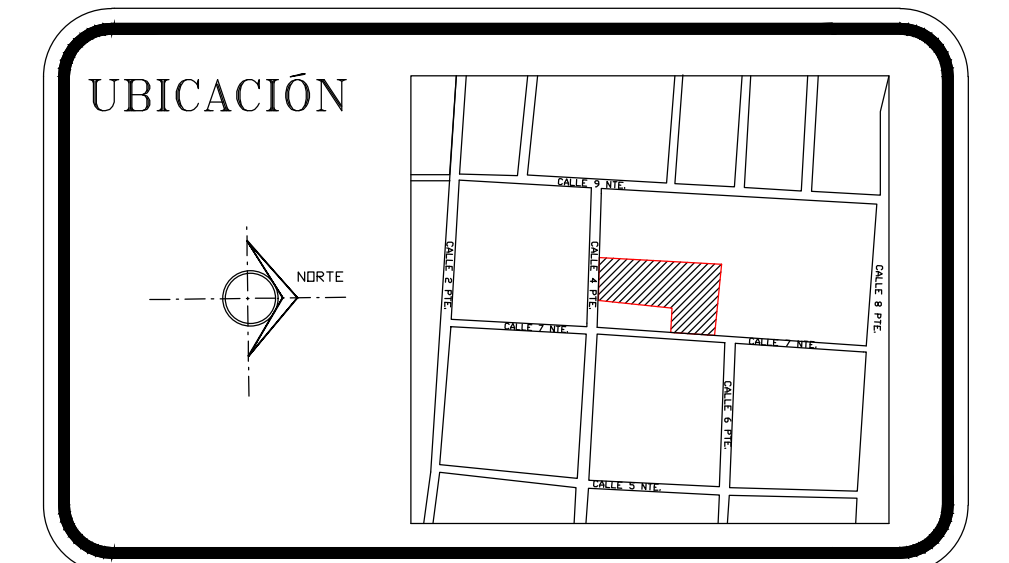
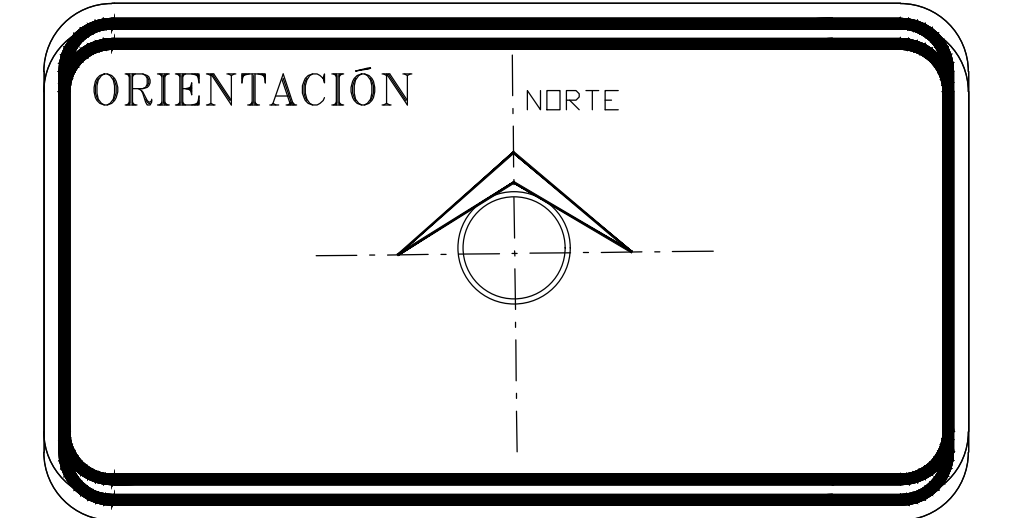
- NOTAS:**
- Acometida CFE
  - Medidor
  - Tablero principal
  - Tablero
  - Sensor de movimiento
  - Bomba sumergible
  - Línea eléctrica por muro o plafón
  - Línea eléctrica por piso
  - Salida de TV cable
  - Salida de internet/teléfono
  - Luminaria en piso para exteriores
  - Reflector
  - Luminaria suspendida
  - Luminaria en plafón para interiores
  - Contacto duplex polarizado en muro
  - Contacto duplex especial con capacidad de 500 W
  - Apagador sencillo
  - Apagador de 3 vías (de escalera)
  - Contacto duplex polarizado en piso
  - Registro eléctrico
  - Soplador

		<b>CENTRO DEPORTIVO EN EL MUNICIPIO DE AMOZOC, PUEBLA.</b>	
		FACULTAD DE ARQUITECTURA	
PROFESORES: DRA. DELIA DEL CONSUELO DOMINGUEZ CUANALO DRA. LILIA VARINIA CATALINA LÓPEZ VARGAS DR. AGUSTÍN LÓPEZ ROMERO			
ALUMNOS: ANAHI MONSERRAT GARCÍA VILLALBA YAZMIN TLAHUETL FLORES MANUEL LÓPEZ ROJAS			
FECHA: ABRIL 2016	ESCALA: 1:50	COTAS: METROS	CLAVE: ELE-02
PLANO: INST. ELECTRICA PLANTA ALTA			



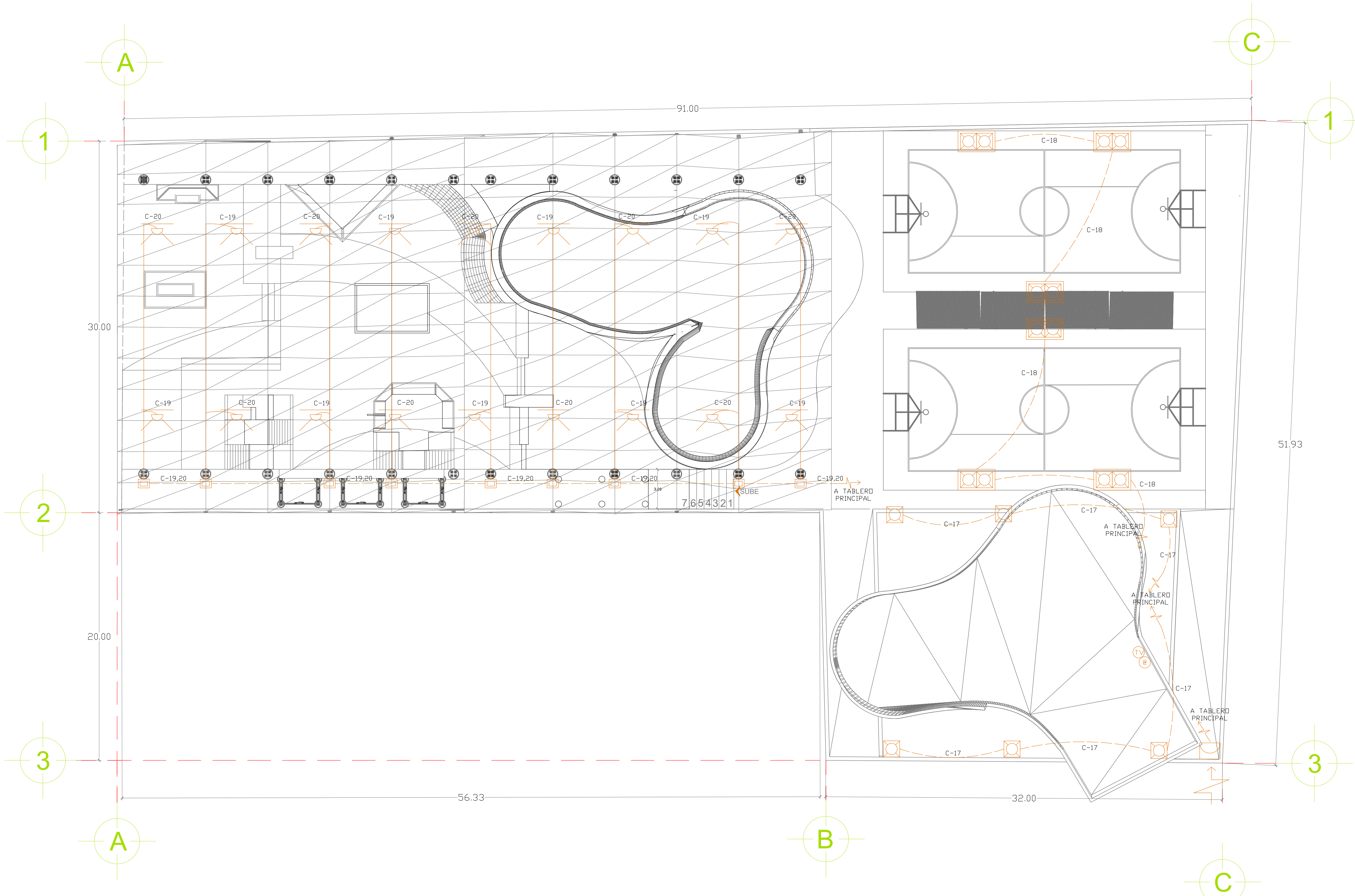
- NOTAS:**
- Acometida CFE
  - Medidor
  - Tablero principal
  - Tablero
  - Sensor de movimiento
  - Bomba sumergible
  - Línea eléctrica por muro o plafón
  - Línea eléctrica por piso
  - Salida de TV cable
  - Salida de internet/teléfono
  - Luminaria en piso para exteriores
  - Reflector
  - Luminaria suspendida
  - Luminaria en plafón para interiores
  - Contacto duplex polarizado en muro
  - Contacto duplex especial con capacidad de 500 w
  - Apagador sencillo
  - Apagador de 3 vías (de escalera)
  - Contacto duplex polarizado en piso
  - Registro eléctrico
  - Soplador

		<b>CENTRO DEPORTIVO EN EL MUNICIPIO DE AMOZOC, PUEBLA.</b>	
		FACULTAD DE ARQUITECTURA	
PROFESORES: DRA. DELIA DEL CONSUELO DOMINGUEZ CUANALO ID 100279444 DRA. LILIA VARRINA CATALINA LÓPEZ VARGAS ID 100187955 DR. AGUSTÍN LÓPEZ ROMERO ID 100068266			
ALUMNOS: ANAHÍ MONSERRAT GARCÍA VILLALBA ID 2017205232 YAZMIN TLAHUETL FLORES ID 201203395 MANUEL LÓPEZ ROJAS ID 201202417			
FECHA: ABRIL 2016	ESCALA: 1:75	COTAS: METROS	PLANO: INST ELECTRICA SOTANO
			CLAVE: <b>ELE-03</b>



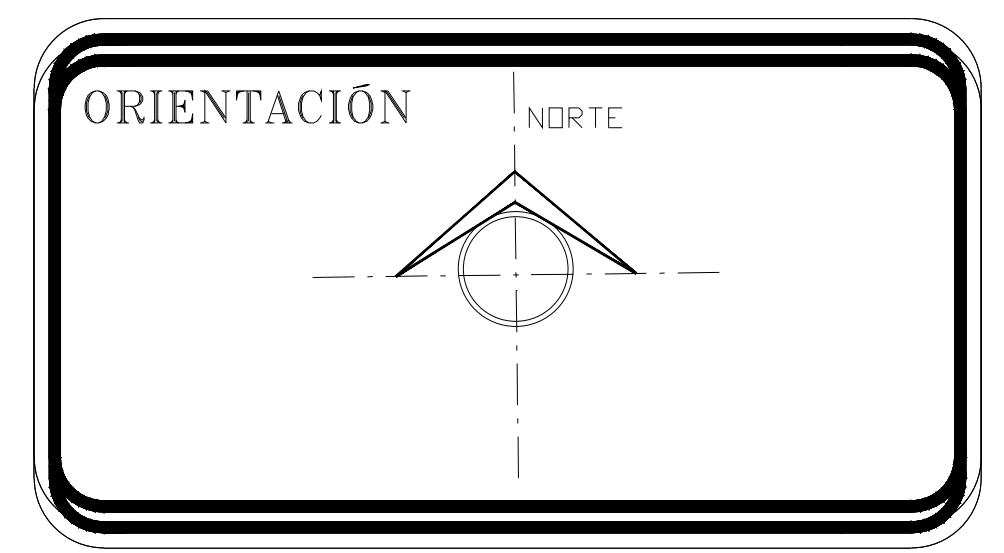
- NOTAS:**
- ▲ Acometida CFE
  - ⊞ Medidor
  - Tablero principal
  - Tablero
  - ⊞ Sensor de movimiento
  - ⊞ Bomba sumergible
  - Línea eléctrica por muro o plafón
  - Línea eléctrica por piso
  - ⊞ Salida de TV cable
  - ⊞ Salida de internet/teléfono
  - ⊞ Luminaria en piso para exteriores
  - ⊞ Reflector
  - ⊞ Luminaria suspendida
  - ⊞ Luminaria en plafón para interiores
  - ⊞ Contacto duplex polarizado en muro
  - ⊞ Contacto duplex especial con capacidad de 500 w
  - ⊞ Apagador sencillo
  - ⊞ Apagador de 3 vías (de escalera)
  - ⊞ Contacto duplex polarizado en piso
  - ⊞ Registro eléctrico
  - ⊞ Soplador

	<b>CENTRO DEPORTIVO EN EL MUNICIPIO DE AMOZOC, PUEBLA.</b>
	FACULTAD DE ARQUITECTURA
PROFESORES: DRA. DELIA DEL CONSUELO DOMINGUEZ CUANALO ID: 100279444 DRA. LILIA VARRINA CATALINA LÓPEZ VARGAS ID: 100187955 DR. AGUSTÍN LÓPEZ ROMERO ID: 100068266	ALUMNO: ANISHI MONSERRAT GARCIA VILLALBA ID: 201205232 YAZMIN TLAHUETL FLORES ID: 201203353 MANUEL LÓPEZ ROJAS ID: 201202417
FECHA: ABRIL 2016	CLAVE: <b>ELE-04</b>
ESCALA: 1:150	COTAS: METROS
PLANO: <b>INST ELECTRICA CONJUNTO</b>	

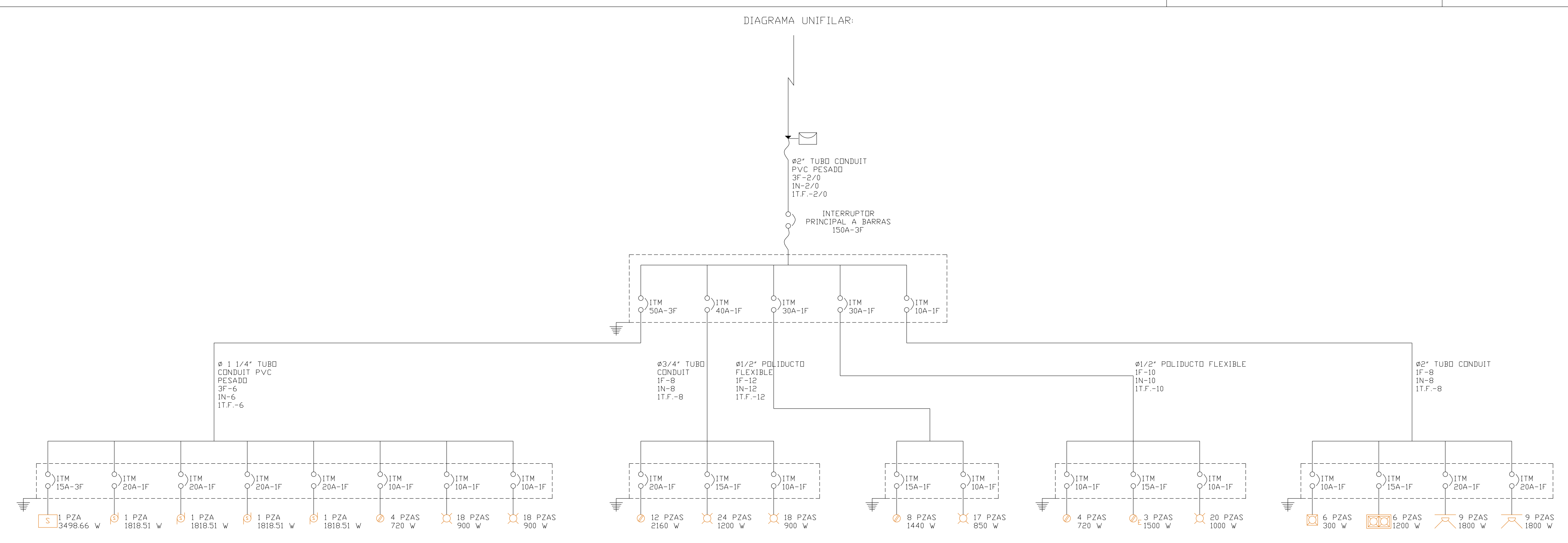


## CUADRO DE CARGAS

FASE	CIRCUITO	PZA	WATTS/PZA	No. PIEZAS	WATTS/CIRCUITO	WATTS/FASE
1,2,3.	1		3498.66	1	3498.66	N/A
1	2		1818.5100	1	1818.5100	9160.2600
	3		1818.5100	1	1818.5100	
	4		1818.5100	1	1818.5100	
	5		1818.5100	1	1818.5100	
	6		180	4	720	
2	7		50	18	900	9516.2200
	8		50	18	900	
	9		180	12	2160	
	10		50	24	1200	
	11		50	18	900	
	12		180	8	1440	
	13		50	17	850	
3	14		180	4	720	9486.2200
	15		500	3	1500	
	16		50	20	1000	
	17		50	6	300	
	18		200	6	1200	
	19		200	9	1800	
	20		200	9	1800	
					<b>TOTAL</b>	<b>28162.7000</b>



- NOTAS:**
- Acometida CFE
  - Medidor
  - Tablero principal
  - Tablero
  - Sensor de movimiento
  - Bomba sumergible
  - Línea eléctrica por muro o plafón
  - Línea eléctrica por piso
  - Salida de TV cable
  - Salida de internet/teléfono
  - Luminaria en piso para exteriores
  - Reflector
  - Luminaria suspendida
  - Luminaria en plafón para interiores
  - Contacto duplex polarizado en muro
  - Contacto duplex especial con capacidad de 500 W
  - Apagador sencillo
  - Apagador de 3 vías (de escalera)
  - Contacto duplex polarizado en piso
  - Registro eléctrico
  - Soplador



**CENTRO DEPORTIVO EN EL MUNICIPIO DE AMOZOC, PUEBLA.**

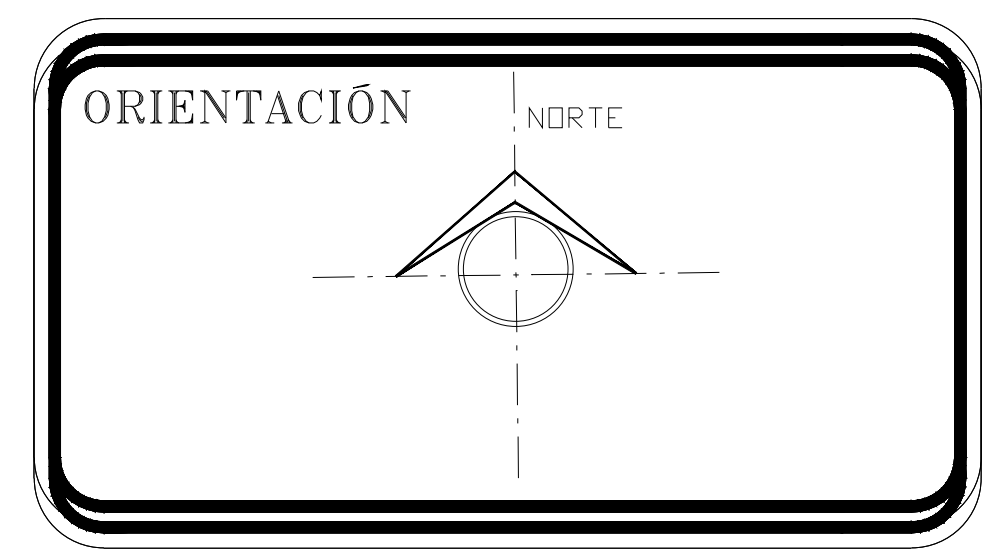
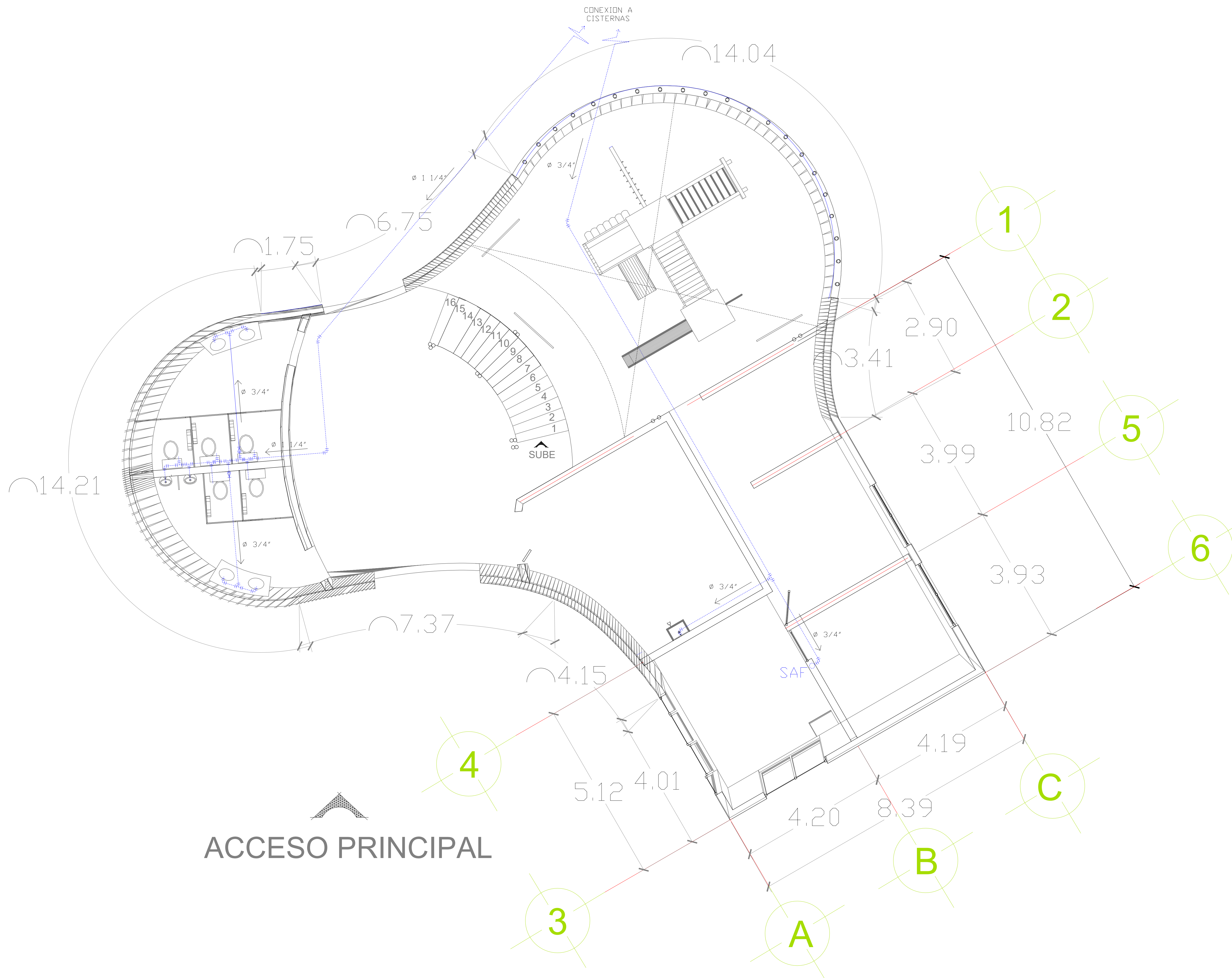
FACULTAD DE ARQUITECTURA

PROFESORES:  
 DRA. DELIA DEL CONSUELO DOMINGUEZ CUANALO  
 DRA. LILIA VARRINIA CATALINA LÓPEZ VARGAS  
 DR. AGUSTÍN LÓPEZ ROMERO

ALUMNOS:  
 ANAHI MONSERRAT GARCÍA VILLALBA  
 YAZMIN TLAHUETL FLORES  
 MANUEL LÓPEZ ROJAS

FECHA: ABRIL 2016  
 ESCALA: INDICADA  
 COTAS: METROS

PLANO: **DIAGRAMA UNIFILAR**      CLAVE: **ELE-05**



- NOTAS:**
- Linea de agua fria
  - SAF Sube agua fria
  - ⊥ Tee
  - ⊥ Codo 90°
  - ⊥ Codo 45°
  - ⊥ Reducción
  - ∅ 3/4" Indica sentido y diametro de la tuberia

ACCESO PRINCIPAL

		<b>CENTRO DEPORTIVO EN EL MUNICIPIO DE AMOZOC, PUEBLA.</b>	
FACULTAD DE ARQUITECTURA			
PROFESORES: DRA. DELIA DEL CONSUELO DOMINGUEZ CUANALO DRA. LILIA VARELA CATALINA LÓPEZ VARGAS DR. AGUSTÍN LÓPEZ ROMERO			
ALUMNOS: ANAHI MONSERRAT GARCIA VILLALBA YAZMIN TLAHUETL FLORES MANUEL LÓPEZ ROJAS			
FECHA: ABRIL 2016	ESCALA: 1:50	COTAS: METROS	CLAVE: HID-01

