



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN**

**ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE APOYO TOPOGRÁFICO  
VERTICAL PARA EL CONTROL DE HUNDIMIENTOS DIFERENCIALES EN  
LOS EDIFICIOS DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ACATLÁN**

**T E S I N A**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTA:**

**PEDRO EMMANUEL CORTÉS LÓPEZ**

**ASESOR**

**ING. JORGE DÍAZ GONZÁLEZ**



**ABRIL 2024**

**SANTA CRUZ ACATLÁN, NAUCALPAN DE JUÁREZ, ESTADO DE MÉXICO.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Cualquiera, pues, que me oye estas palabras, y las hace, le compararé a un hombre prudente, que edificó su casa sobre la roca. Descendió lluvia, y vinieron ríos, y soplaron vientos, y golpearon contra aquella casa; y no cayó, porque estaba fundada sobre la roca. Pero cualquiera que me oye estas palabras y no las hace, le compararé a un hombre insensato, que edificó su casa sobre la arena; y descendió lluvia, y vinieron ríos, y soplaron vientos, y dieron con ímpetu contra aquella casa; y cayó, y fue grande su ruina.

Mateo 7:24-27 (RVR 1960)

## DEDICATORIA:

Al Dios Padre, creador de los cielos y la tierra; al Dios vivo a Jesucristo y al Espíritu Santo que siempre está conmigo.

A mis Padres: Sr. Pedro Cortés Altamirano y Prof.<sup>a</sup> Alejandra Paula López Agustín, por su apoyo para concluir estos estudios.

A mis Padres y Espirituales Isaías y Rosita y a la Iglesia Ríos de Agua Viva Puerto Escondido, por su apoyo.

A Mada, por incentivar me a terminar este trabajo.

A mis hermanas Móni y Mimi.

A todas las personas que estuvieron a mi lado y me animaron a concluir este trabajo.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
1.- ANTECEDENTES DEL PREDIO DONDE SE UBICA LA FES ACATLÁN .....	2
1.1.- Bosquejo histórico de la Fes Acatlán .....	2
1.2.- Ejido de oro: límites y superficie .....	3
1.3.- Crecimiento de la población estudiantil y de la infraestructura: características .....	4
1.3.1.- Primera década (1974 - 1983) .....	4
1.3.2.- Segunda década (1984 - 1993) .....	5
1.3.3.- Tercera década (1994 - 2003) .....	6
1.3.4.- Cuarta década (2004 - 2013) .....	7
1.3.5.- Época reciente (2014 - 2017) .....	8
2.- SISMICIDAD EN LA ZONA DE LA FES ACATLÁN .....	11
2.1.- Teoría de la Tectónica de Placas .....	11
2.2.- Sismos: definición y causas .....	12
2.2.1.- Fallas Geológicas .....	12
2.2.2.- Energía .....	12
2.3.- Medición de eventos sísmicos .....	13
2.3.1.- Ondas sísmicas .....	13
2.3.2.- Intensidad .....	14
2.3.3.- Magnitud .....	15
2.3.4.- Epicentro .....	16
2.4.- Medición de los sismos .....	16
2.5.- La sismicidad en México .....	18
2.6.- Eventos sísmicos importantes en Naucalpan .....	19
2.7.- La falla de Acambay .....	22
3.-EL SUELO DE LA FES ACATLÁN .....	24
3.1.- Geología de Naucalpan de Juárez .....	24
3.2.- El suelo de la FES Acatlán .....	25
3.3.- Agrietamientos en zonas adyacentes a la FES Acatlán .....	28
3.5.- Hundimientos diferenciales .....	29
4.- EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA FES ACATLÁN .....	30
4.1.- Características del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable .....	30
4.2.- Operación actual y características del gasto diario .....	31

4.3.- Efectos probables de la explotación en las construcciones de la Fes Acatlán .....	31
5.- TRABAJOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL SISTEMA DE APOYO TOPOGRÁFICO VERTICAL .....	33
5.1.- Diseño y análisis .....	33
5.2.- Análisis de las causas de error durante una nivelación topográfica .....	38
5.2.1.- Errores instrumentales .....	38
5.2.2.- Errores de manipulación .....	42
5.2.3.- Errores de desplazamiento .....	42
5.2.4.- Error por esfericidad de la tierra.....	42
5.3.- Nivelación de precisión .....	44
5.4.- Reconocimiento y elección definitiva de los bancos de nivel .....	49
5.5.- Observaciones y cálculos de campo .....	50
5.5.1.- Banco de nivel origen.....	50
5.5.2.- Cálculos de campo.....	50
5.6.- Cálculos de gabinete .....	51
5.6.1.- Nivelación de columnas de edificios .....	53
5.7.- Evaluación .....	56
5.8.- Memoria del trabajo .....	56
5.9.- LECTURAS DE LAS NIVELACIONES EN LAS COLUMNAS DE LOS EDIFICIOS ESCOLARES .....	57
5.10.- GRÁFICAS Y LOCALIZACIÓN DE LAS COLUMNAS DE LOS EDIFICIOS ESCOLARES.....	91
6.- ANALISIS DE RESULTADOS TOPOGRÁFICOS Y CONCLUSIONES.....	181
7.- REFERENCIAS .....	183



## INTRODUCCIÓN

Desde el inicio de sus actividades escolares (17 de marzo de 1975), y después de 42 años de servicio, era indispensable llevar a cabo una evaluación precisa del estado actual de las estructuras de los Edificios Escolares para conocer su comportamiento vertical y localizar posibles asentamientos diferenciales, y así poder atender o descartar problemas estructurales en los Edificios Escolares de la FES Acatlán, donde más de 20 mil estudiantes realizan actividades académicas.

En el presente trabajo, se describe primeramente en el capítulo 1, la evolución histórica que ha tenido la institución en cuanto a población e infraestructura, desde su creación hasta la actualidad.

En el capítulo 2, se presenta información sobre los fenómenos naturales que pudiesen afectar a las construcciones de la Facultad, como la actividad sísmica de la zona en cual se encuentra localizada la FES Acatlán.

Se desarrolla en el capítulo 3, el tema de las características y riesgos geológicos presentes en la zona de la Facultad, así también se presenta información acerca del suelo sobre el cual se encuentran desplantados los Edificios Escolares.

Se describen en el capítulo 4, las características del sistema de abastecimiento de agua potable de la Facultad, haciendo hincapié en la operación del pozo que suministra el agua para los servicios sanitarios y el mantenimiento de las áreas verdes de la FES Acatlán.

En el capítulo 5, se incluye la información recabada en el control vertical de las columnas en 7 Edificios Escolares de la FES Acatlán, por medio de una serie de nivelaciones topográficas llevadas a cabo por alumnos de la carrera de Ingeniería Civil en el cumplimiento de su servicio social; los datos recabados durante los trabajos de nivelación de las columnas fueron utilizados para obtener la información gráfica presentada.

Se presentan en el capítulo 6 las conclusiones derivadas de este trabajo.



## 1.- ANTECEDENTES DEL PREDIO DONDE SE UBICA LA FES ACATLÁN

### 1.1.- *Bosquejo histórico de la Fes Acatlán*

Como parte de un proyecto de descentralización educativa llevado a cabo en la UNAM, y para poder llegar a un mayor número de estudiantes que aspiraban a cursar una carrera universitaria, en 1974 el H. Consejo Universitario, aprobó la creación de las Escuelas Nacionales de Estudios Profesionales.

La entonces Escuela Nacional de Estudios Profesionales Acatlán abre sus puertas el día 17 de marzo de 1975, poniendo en marcha un proyecto muy ambicioso forjado algunos años atrás, y que tenía como principales metas la descentralización de la UNAM, así como llevar la educación superior a otras partes de un creciente Valle de México.

Las primeras carreras que se impartieron en la FES Acatlán fueron:

- Actuaría
- Arquitectura
- Ciencias Políticas y Administración Pública
- Derecho (venía de la ENEP Cuautitlán)
- Economía
- Filosofía
- Historia
- Lenguas y Literatura Hispánicas
- Pedagogía
- Periodismo y Comunicación Colectiva
- Relaciones Internacionales
- Sociología



Figura 1.1 *La ENEP Acatlán en construcción*



La carrera de Ingeniería Civil se incorporó en enero de 1976 con alumnos provenientes de la ENEP Cuautitlán y algunos de CU, que pertenecían al segundo y cuarto semestre respectivamente.

Casi tres décadas después, el 5 de marzo de 2004, el H. Consejo Universitario de la UNAM en reconocimiento a su consolidación académica y cultural, le otorga el rango y denominación de Facultad de Estudios Superiores; un logro sin duda compartido por todos los sectores de la comunidad que contribuyeron con su trabajo y empeño en el desarrollo de la FES Acatlán.

La historia que ha recorrido la FES Acatlán; la más diversa de las multidisciplinarias de la UNAM por los 23 programas de licenciatura que se imparten en una sola Facultad; atestiguan no sólo su creación y desarrollo como espacio de estudio, sino también su fortalecimiento curricular como una institución educativa comprometida con la sociedad.

A 42 años de su fundación, y trece que le fuera otorgado el rango y denominación de Facultad, la FES Acatlán ha logrado consolidar un nivel académico, cultural y deportivo muy importante; ha crecido en servicios e infraestructura y todo ello la posiciona en un nivel de excelencia como una de las mejores opciones de educación superior en nuestro país; cuyo beneficio se refleja cuando sus egresados se incorporan al campo laboral.

### *1.2.- Ejido de oro: límites y superficie*

En el año de 1973, ante el aumento de la población estudiantil y la demanda educativa en diversas zonas del Valle de México, se vislumbró la creación de nuevas escuelas que permitieran a los jóvenes egresados de nivel medio superior una opción para continuar con sus estudios. Fue así como se dio el proceso de descentralización de la UNAM, ya iniciado en 1972 con el Colegio de Ciencias y Humanidades. En total fueron fundados cinco planteles en zonas estratégicas alrededor del Distrito Federal: Cuautitlán, en 1974; Iztacala y Acatlán, en 1975; y Aragón y Zaragoza en 1976.



Figura 1.2 Acueducto de Los Remedios en los años 20



Para la apertura de un nuevo plantel de estudios superiores, era necesario considerar ciertos factores tales como; la cantidad de servicios con los que contaba la zona, el transporte y dado que gran parte de la población estudiantil se encontraba en el noroeste y oriente de la ciudad, la Dirección General de Planeación eligió al pueblo de Santa Cruz Acatlán, ubicado en el municipio de Naucalpan de Juárez; así en 1974 fue expropiado el ejido en el cual se construiría la nueva escuela.

La entonces ENEP Acatlán se erigió en un terreno que era conocido como Ejido de Oro por los habitantes del pueblo de Santa Cruz Acatlán, en una superficie de aproximadamente 30 Has. Con unas características principalmente rurales, ya que anteriormente este predio estuvo destinado a actividades propias de la agricultura y ganadería; actividades muy comunes en la zona en esa época. La ENEP Acatlán se asentó en un medio con rasgos más rurales que urbanos; en terrenos donde antes se cultivaba frijol, maíz, calabaza, trigo y chile; y dadas las buenas cosechas que de él se conseguían se le dio el nombre de: *Ejido de Oro*.

### 1.3.- Crecimiento de la población estudiantil y de la infraestructura: características

#### 1.3.1.- Primera década (1974 - 1983)

El 17 de marzo de 1975, la entonces ENEP Acatlán abrió sus puertas recibiendo a su primera generación; integrada por 4,300 alumnos y 410 profesores que impartían 12 licenciaturas; además de 137 trabajadores en el área administrativa. Esta década se caracterizó por la construcción de la casa de estudios en todos sus aspectos.



Figura 1.3 Trabajos de detalle en el Edificio A-7

Pocos días antes de su inauguración, la escuela entonces dirigida por el Lic. Raúl Béjar Navarro, contaba con sólo 5 edificios que corresponden a los actuales A-5, A-6, A-7 y A-8; y un edificio de mantenimiento. En 1976 se concluyeron los edificios que habían iniciado un año antes; el A-1, A-2, A-3 y A-4; además se inició la construcción del área de talleres y laboratorio; también se construyó la



terminal de autobuses del plantel con un andador que parte de dicha terminal al interior de la escuela, y tres edificios destinados a talleres y laboratorios. En 1978 se terminaron los edificios A-11 y A-12; y en 1977 se construyeron dos edificios más de aulas, el A-9 y A-10. En 1979 se construyó el Edificio de Investigación. En 1980 se inauguró el comedor, la bodega, el módulo de regaderas; además de los vestidores y el gimnasio de acondicionamiento físico.

Bajo la dirección del Lic. Francisco Casanova Álvarez, el cual tomó posesión del cargo en febrero de 1981, se continuó intensamente con la construcción de la casa de estudios; así en 1981 se terminó la construcción del Edificio de Gobierno, y se dió inició a la construcción del Centro de Idiomas Extranjeros en 1983. Entre otros acontecimientos importantes, se edificó un nuevo gimnasio y se remodeló el existente; además se cerró la Av. Alcanfores en beneficio de la comunidad universitaria.

Para 1983 la matrícula había aumentado considerablemente, ya que pasó a una población en licenciatura de 12,504 alumnos, 132 en especialización y 171 en universidad abierta.

### 1.3.2.- Segunda década (1984 - 1993)

Esta década comenzó con un población estudiantil de 12,851 alumnos en licenciatura, 95 en especialización y 42 en nivel de maestría.

En febrero de 1985, el Ing. Agustín Valera Negrete inició su periodo al frente de la institución, en una década de grandes retos y oportunidades para la comunidad universitaria. Durante 1985 se inició la construcción del Centro de Información y Documentación y se remodeló la planta baja del A-8. En 1986, se llevó a cabo la terminación de la segunda etapa de la ampliación al Centro de Información y Documentación Acatlán; se remodelaron los edificios A-8 y A-12, y fueron ampliadas las instalaciones deportivas. En 1988 se construyó el Laboratorio de Fotografía para la carrera de Periodismo, y se adecuaron dos aulas para satisfacer a la carrera de Diseño Gráfico.



Figura 1.4 Fachada lateral del Edificio A-5



En Febrero del 1989, tomó posesión como Director, el M. I. Víctor Palencia Gómez. En el inicio de su gestión se realizó la adaptación de algunos talleres y laboratorios de Diseño Gráfico. En 1992 se inauguró el Edificio de Talleres y Laboratorios, para las carreras Diseño Gráfico y Periodismo y Comunicación Colectiva.

En esta década se inició la colocación del símbolo más representativo de la Facultad: la roca monolítica o "la piedra", como es conocida por todos los que asistimos a este plantel. El Maestro Roberto Roque Manrique fue el encargado de plasmar en ella su obra: *La humanidad hoy*.

La piedra, la cual se trajo desde el camino al Desierto de los Leones, se transportó una noche de noviembre de 1983 sobre todo el periférico, gracias al apoyo de la empresa ICA. Debido a diversas situaciones en su montaje y diseño, fue develada en enero de 1990.

En el año 1993, la matrícula ascendía a 15,145 alumnos en licenciatura, 95 en especialidad y 79 en nivel de maestría.

### 1.3.3.- Tercera década (1994 - 2003)

La población escolar para 1994, estaba integrada por; 15,021 alumnos inscritos en licenciatura, 77 en especialización y 76 en maestría; así como 1,578 personas en el área académica.

En el año 1994 destaca la construcción del Taller de Aerografía para la carrera de Diseño Gráfico y se concluyó otro edificio para diversas áreas, entre las que se encuentra la Unidad de Servicios Editoriales, reforzando con ello la capacidad de producción editorial de la Escuela. En 1997 se remodelaron diversas instalaciones, así como la antigua Av. Alcanfores; se adecuaron casetas y se colocaron señalamientos dentro del Campus.

En marzo de 1997, toma posesión del cargo de Director el Lic. José Núñez Castañeda. Durante el inicio de su gestión, se remodeló el antiguo Centro de Cómputo para transformarlo en la Unidad de Seminarios; se terminó el Edificio de Posgrado, el cual fue inaugurado por el Rector de la Universidad, Dr. Francisco Barnés de Castro. Además se estrenó una planta de emergencia con capacidad de 400 KW. En 1997 se crea la Unidad de Servicio Médico, que incluía áreas de consultorios, de recuperación y sanitarios. Se iniciaron obras para el Gimnasio, así como la primera etapa de la Unidad Deportiva; se construyó una cancha de fútbol soccer, y se repararon las de americano y fútbol rápido, concluyéndose la pista de atletismo; se instalaron aspersores para los jardines, y finalmente se adecuó el espacio para lo que ahora es la sala de sesiones del H. Consejo Técnico. En el año 2002 se hicieron adaptaciones en distintas áreas del plantel como el Almacén, el Centro de Información y Documentación y el Edificio de Gobierno; de igual manera, se inició con la construcción de la Mediateca, la cual abarca una superficie de 643 m<sup>2</sup>.

En marzo de 2001, la Mtra. Hermelinda Osorio Carranza, tomó las riendas del plantel como Directora. En 2001, al inicio de su gestión, se realizaron diversos trabajos de mantenimiento de la



infraestructura, tanto en el área civil como electromecánica; se concluyeron trabajos de construcción en los accesos vehicular norte y peatonal principal sur, así como el reacondicionamiento del primer y segundo nivel del edificio A-11 y la gradería para los espacios deportivos; se remodeló la techumbre del paso a cubierto que va del edificio A-4 al A-7; se inició el cambio del techo del gimnasio, y la construcción de gradas en los espacios deportivos.

En 2003, hacia el final de esta década, la matrícula de la entonces ENEP Acatlán había aumentado a 16,154 alumnos en licenciatura, 738 en SUA y 85 alumnos en posgrado; con una planta académica de 1,487 profesores.

#### 1.3.4.- Cuarta década (2004 - 2013)

En el comienzo esta década, la FES Acatlán contaba con una matrícula de 16,669 alumnos en sistema escolarizado, 920 en SUA, 195 en posgrado y una planta académica de 1,576 profesores.

En 2005 se aprobó la construcción del edificio de la Unidad Multidisciplinaria de Investigación II, en una superficie de 3,835 m<sup>2</sup> distribuidos en dos niveles; se concluyó el edificio del Centro Tecnológico para la Educación a Distancia (CETED); por otro lado, se construyó e inauguró la pista de atletismo en una superficie de 5,000 m<sup>2</sup>; diseñada bajo las normas marcadas por la Asociación Internacional de Federaciones de Atletismo; se concluyeron los trabajos de remodelación integral a los sanitarios de los Edificios A-3 y A-4 en sus tres niveles; se construyó un anexo al Edificio de Talleres y Laboratorios, y el andador para unir a los Edificios A-8 y A-10 con la ex Avenida Alcanfores; además se sembraron seis mil árboles de diversas especies.



Figura 1.5 Edificio A-8

En 2006, se continuó con los trabajos de construcción del edificio de la Unidad Multidisciplinaria de Investigación; se construyó un andador de 824 m<sup>2</sup> que une a la zona deportiva con la ex Avenida



Alcanfores; se colocó el letrero de identidad de la Facultad en el acceso vehicular norte; se concluyeron los trabajos de remodelación integral de los sanitarios en los tres niveles de los Edificios A-5, A-6, A-7 y A-8; y se sembraron 6,040 árboles y flores de diversas especies. En 2008 se concluyó la construcción de la Unidad de Investigación Multidisciplinaria, la cual consta de 3,835 m<sup>2</sup> que incluyen laboratorios de investigación ambiental, planta piloto, cámaras Gesell para intervención psicopedagógica; salas multidisciplinarias para diseño arquitectónico, modelos matemáticos, proyectos de imagen institucional y de desarrollo empresarial. Además se colocó un andador de 224 m<sup>2</sup> que divide las canchas de básquetbol y atletismo; se sembraron 14,250 árboles, plantas y flores de diversas especies y se desarrolló el proyecto del Inventario Forestal de las áreas verdes de la Facultad.

En marzo de 2009, el Dr. José Alejandro Salcedo Aquino es nombrado Director de la FES Acatlán. Al inicio de su gestión se tomaron medidas en cuanto a la prevención ante contingencias en materia de energía eléctrica y agua, ya que se adquirió una planta eléctrica de emergencia y una bomba sumergible para el pozo. Durante el 2010 se dio servicio a las subestaciones eléctricas, equipos hidráulicos y a las áreas verdes con el plantado de 7,293 árboles. Se hizo el inventario forestal y georeferenciación del 35 por ciento de las unidades plantadas. Destaca también el apoyo de la Dirección General de Obras y Conservación para la construcción de la Cafetería-Librería de la Facultad, con un financiamiento compartido; este espacio se construyó en una superficie de 1,537 metros cuadrados, y cuenta con 727 m<sup>2</sup> de construcción en la planta baja, 555 en la planta alta y 254 en exteriores. En 2011 destaca la construcción de cuatro escaleras de emergencia para edificios escolares y la construcción del kiosco de alimentos del edificio A-8; así como la ampliación del edificio de Almacenes e Inventarios; además se inició la construcción del edificio anexo a la Coordinación de Estudios de Posgrado.

La población escolar en 2013 fue de 19,648 alumnos en licenciatura, 1,668 en SUA y ED, y se contó con una planta docente compuesta por 2,172 académicos.

### 1.3.5.- Época reciente (2014 - 2017)

En el 2014 la matrícula de licenciatura estaba integrada por 20,001 alumnos en el sistema presencial y 1,624 en SUA y ED; 560 alumnos posgrado y una planta docente de 1,516 profesores de asignatura, 236 de carrera, 42 ayudantes de profesor y 58 técnicos académicos; lo que nos da un total de 1,852 nombramientos.

Durante 2014 se concluyó la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y del Centro de Estudios Municipales y Metropolitanos, que en conjunto integran 12,603 m<sup>2</sup> de construcción; mientras que la ampliación del Edificio de Talleres de Comunicación y Diseño, registró un avance del 60 por ciento. Las áreas reacondicionadas alcanzaron 1,139 m<sup>2</sup>, entre las que destacan los sanitarios de hombres y mujeres en los edificios de Talleres y Laboratorios y de los talleres de Comunicación y Diseño. En 2015 con el apoyo de la administración central, se concluyó la ampliación del Edificio de Talleres, que tiene una superficie construida de 2,124 m<sup>2</sup>; este espacio



incorpora nueve talleres destinados a la enseñanza, además de áreas de oficina y servicios. Para mejorar las condiciones de nuestra comunidad en el plantel, se colocaron 11 juegos de mesas y bancas en zonas jardinadas, y se elaboraron estructuras de concreto para bebederos en diferentes áreas de la Facultad; se instalaron techumbres metálicas para el estacionamiento de motocicletas; se hicieron pisos de concreto y se reniveló el adocreto en plazas y andadores, entre otras obras de mantenimiento. Destaca también la construcción del Edificio de Posgrado, con superficie construida de 1,185 m<sup>2</sup> y aulas con capacidad para 200 alumnos, distribuidos en 3 niveles.

Para 2016 la matrícula fue de 19,906 alumnos en licenciatura, 1,780 en SUA y ED, 215 en especialización, 423 en maestría y 42 en Doctorado; la planta docente estuvo integrada por 1,827 profesores, de los cuales 1,555 son de asignatura, 183 de carrera, 48 técnicos académicos y 41 en actividades de apoyo académico.

A principios de 2017 se concluyó la primera etapa del Edificio A- 15, obra que en conjunto significa una superficie construida de 2,340 m<sup>2</sup>, en la que se ubican 21 aulas con capacidad total para 956 alumnos, distribuidos en una planta baja y dos niveles; además de una sala de juicios orales para 46 alumnos, servicios sanitarios regulares y para personas con discapacidad en los tres niveles del Edificio. Esta construcción permitirá atender la creciente demanda de espacios que se ha presentado por el incremento en la matrícula.

Actualmente (agosto de 2017) la Fes Acatlán cuenta con una superficie de 30.160 Has, en las cuales se distribuyen un total de 50 edificaciones, 335 aulas, 9 auditorios y 49 laboratorios y talleres. Existen 23 licenciaturas, 8 especializaciones, 12 maestrías y 3 doctorados.

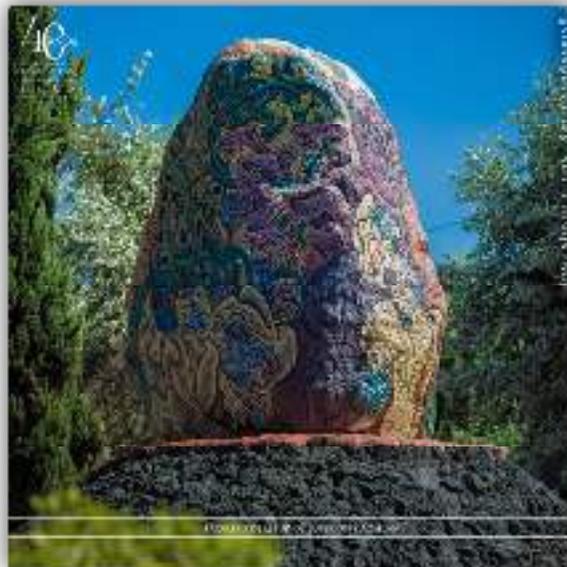


Figura 1.6 Imagen conmemorativa a los 40 años de la FES Acatlán



## 2.- SISMICIDAD EN LA ZONA DE LA FES ACATLÁN

### 2.1.- Teoría de la Tectónica de Placas

La Tectónica de Placas es una teoría unificadora que explica una gran variedad de características y acontecimientos geológicos. Se basa en un modelo de la Tierra que expone que la rígida capa superior, conocida como litosfera (Fig. 2.1), se encuentra fragmentada en numerosas piezas de diversos tamaños llamadas: *placas tectónicas*.

La litosfera descansa sobre otra capa conocida como astenósfera, más caliente y débil; y se cree que debido a fenómenos de convección en su interior, se producen corrientes magmáticas que provocan el movimiento de estas placas (Fig. 2.2). Así, la corteza terrestre forma un rompecabezas donde cada una de las piezas son las placas que se mueven unas con otras y flotan sobre un material viscoso.

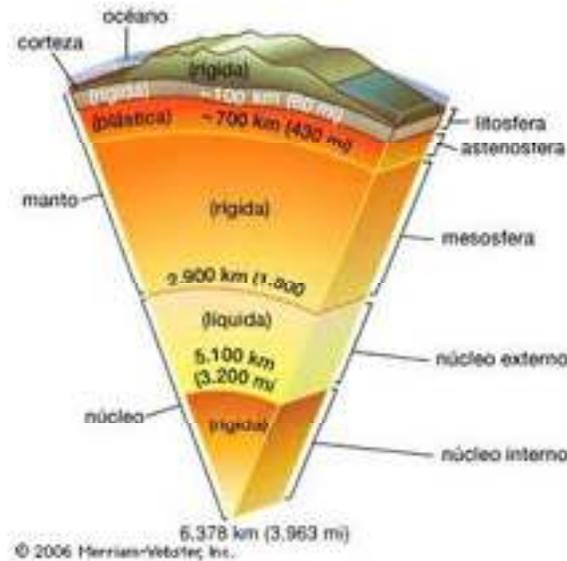


Figura 2.1 Estructura interna de la Tierra

Esta teoría es útil para dar una explicación al fenómeno de los sismos, ya que debido a las corrientes de convección, se produce un movimiento de subducción en las placas; el cual consiste en el movimiento continuo de una placa que subyace a la vecina, o sea se introduce bajo ella. En la República Mexicana tenemos el caso de las placas de Cocos y Rivera frente a las costas de Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Guerrero y Chiapas, que se introducen debajo de la plataforma continental (Placa Norteamericana) produciendo los principales terremotos en el país.

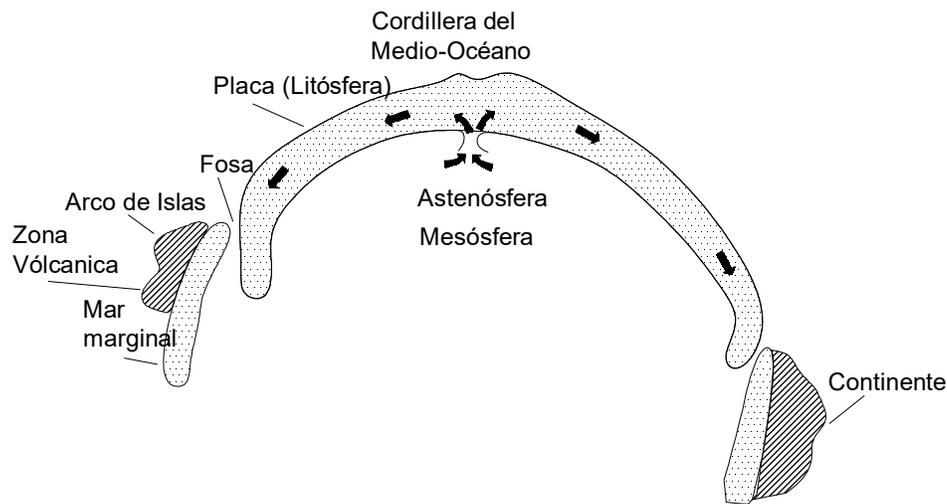


Figura 2.2 Tectónica de Placas

## 2.2.- Sismos: definición y causas

Los sismos son manifestaciones de la repentina liberación de energía acumulada durante largos periodos de tiempo en la corteza terrestre. Durante la deformación de la corteza debida a las fuerzas tectónicas, y ya que la corteza tiene un comportamiento elástico, esta se va incrementando paulatinamente, cuando esta deformación alcanza niveles que sobrepasan la resistencia de la corteza, como suele ocurrir a lo largo de fallas o fracturas geológicas, los lados opuestos de esta se deslizan en forma repentina, lo cual produce ondas elásticas que se propagan en todas direcciones y a grandes distancias en el interior del planeta.

### 2.2.1.- Fallas Geológicas

Las fallas son discontinuidades en la corteza terrestre que se forman cuando ocurren deslizamientos de las capas de roca en un plano determinado. Las fallas activas son aquellas que han experimentado deformaciones recientemente, y se cree las experimentaran en el futuro.

### 2.2.2.- Energía

Parte de la energía de deformación liberada por un sismo se dispersa desde la región focal con un movimiento de onda sísmica. El resto se transforma en energía potencial, la cual permite que tenga lugar la deformación de la corteza y que la energía se absorba en la destrucción de la rocas y el deslizamiento de la fallas.



## 2.3.- Medición de eventos sísmicos

### 2.3.1.- Ondas sísmicas

Debido a la energía liberada al suscitarse un evento sísmico, esta se propaga en el terreno en forma de ondas sísmicas (Fig. 2.3). Estas ondas pueden ser de tres tipos:

*Ondas P* o compresionales, que son las que se transmiten cuando las partículas del medio se desplazan en la dirección de la propagación.

*Ondas S* de corte o cizalla, que son aquellas que se desplazan perpendicularmente a la dirección de la propagación. Son las principales responsables de los daños estructurales en las edificaciones.

Las ondas P viajan aproximadamente 1.7 veces más rápido que las S, por lo tanto son las primeras en ser registradas por los sismógrafos.

El tercer tipo general de onda sísmica es llamado onda superficial, ya que su movimiento está restringido a la superficie del terreno. Esta a su vez se puede distinguir en dos tipos:

La primera es llamada onda *Love* y su movimiento es esencialmente el mismo que el de las ondas S, pero no tiene desplazamiento vertical; mueve el suelo de lado a lado, en un plano horizontal paralelo a la superficie de la tierra, pero en ángulo recto a la dirección de la propagación. Estas ondas producen sacudidas en los cimientos que causan daños a las estructuras.

El segundo tipo de onda es conocida como onda *Rayleigh*, y su comportamiento se asemeja a las olas del mar. Sus partículas se mueven vertical y horizontalmente en un plano vertical orientado en la dirección en que viajan las ondas.

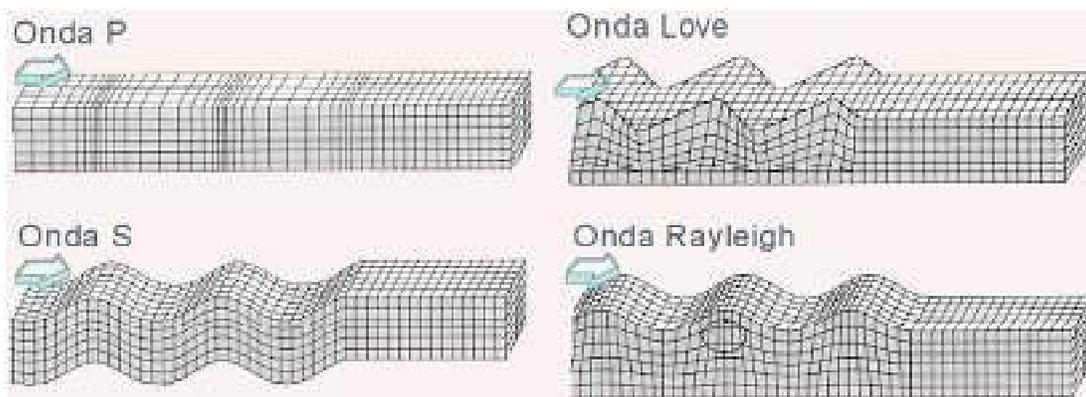


Figura 2.3 Ondas Sísmicas



### 2.3.2.- Intensidad

La intensidad es una medida subjetiva de los daños que se producen en las construcciones y de la percepción del movimiento por parte de las personas; por lo que esta graduada de acuerdo con estas. Existen diversas escalas para medir estos parámetros, la primera escala de este tipo fue hecha en el año 1800 por Rossi, en Italia, y una escala más refinada, con 12 valores, fue construida en 1912 por el vulcanólogo italiano Mercalli, que es la usual en México, en su versión modificada por Wood y Neumann.

La valoración de la intensidad sísmica mediante una escala descriptiva, no depende de la medida del movimiento del suelo con instrumentos, sino que depende de observaciones reales del efecto en la zona macrosísmica, por lo tanto la intensidad nos da una idea el poder destructivo de un sismo. Esta es de importancia, ya que en muchas regiones sísmicas no hay sismógrafos para medir los sismos, y también nos da una valoración real de los daños causados por estos.

<b>Escala de intensidad de Mercalli modificada abreviada</b>	
I.	No es sentido, excepto por algunas personas bajo circunstancias especialmente favorables.
II.	Sentido sólo por muy pocas personas en posición de descanso, especialmente en los pisos altos de los edificios. Objetos delicadamente suspendidos pueden oscilar.
III.	Sentido claramente en interiores, especialmente en pisos altos de los edificios, aunque mucha gente no lo reconoce como un terremoto. Automóviles parados pueden balancearse ligeramente. Vibraciones como al paso de un camión. Duración apreciable.
IV.	Durante el día sentido en interiores por muchos; al aire libre por algunos. Por la noche algunos despiertan. Platos, puertas y ventanas agitadas; las paredes crujen. Sensación como si un camión pesado chocara contra el edificio. Automóviles parados se balancean apreciablemente.
V.	Sentido por casi todos, muchos se despiertan. Algunos platos, ventanas, y similares rotos; grietas en el revestimiento en algunos sitios. Objetos inestables volcados. Algunas veces se aprecia balanceo de árboles, postes y otros objetos altos. Los péndulos de los relojes pueden pararse.
VI.	Sentido por todos, muchos se asustan y salen al exterior. Algún mueble pesado se mueve; algunos casos de caída de revestimientos y chimeneas dañadas. Daño leve.
VII.	Todo el mundo corre al exterior. Daños insignificantes en edificios de buen diseño y construcción; leve a moderado en estructuras comunes bien construidas; considerables en estructuras pobremente construidas o mal diseñadas; se rompen algunas chimeneas. Notado por algunas personas que conducen automóviles.



VIII.	Daño leve en estructuras diseñadas especialmente para resistir sismos; considerable en edificios comunes bien contruidos, llegando hasta colapso parcial; grande en estructuras de construcción pobre. Los muros de relleno se separan de la estructura. Caída de chimeneas, objetos apilados, postes, monumentos y paredes. Muebles pesados volcados. Eyección de arena y barro en pequeñas cantidades. Cambios en pozos de agua. Cierta dificultad para conducir automóviles.
IX.	Daño considerable en estructuras de diseño especial; estructuras bien diseñadas pierden la vertical; daño mayor en edificios comunes bien contruidos, colapso parcial. Edificios desplazados de los cimientos. Grietas visibles en el terreno. Tuberías subterráneas rotas.
X.	Algunas estructuras bien contruidas en madera, destruidas; la mayoría de estructuras de mampostería y marcos destruidas incluyendo sus cimientos; suelo muy agrietado. Rieles torcidos. Deslizamientos de tierra considerables en las orillas de los ríos y en laderas escarpadas. Movimientos de arena y barro. Agua salpicada y derramada sobre las orillas.
XI.	Pocas o ninguna obra de mampostería quedan en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el suelo. Tuberías subterráneas completamente fuera de servicio. La tierra se hunde y el suelo se desliza en terrenos blandos. Rieles muy torcidos.
XII.	Destrucción total. Se ven ondas sobre la superficie del suelo. Líneas de mira (visuales) y de nivel deformadas. Objetos lanzados al aire.

Tabla 2.1 *Escala de Mercalli Modificada*

### 2.3.3.- Magnitud

El tamaño de un sismo está estrechamente relacionado con la cantidad de energía liberada durante un suceso, y esta es una sola para un mismo sismo que sea registrado en una u otra parte del mundo en una escala determinada. En 1935, Charles Richter la definió como el logaritmo base diez de la máxima amplitud de la onda sísmica registrada en un sismógrafo estándar, a una distancia de 100 km del epicentro del temblor.

El valor de la magnitud se da por medio de la ecuación:

$$Ml = \log A$$

Cuando el tipo de sismómetro es Wood-Anderson y muestra una amplitud máxima A en milésima de milímetro.

En su forma original, la magnitud se refería a magnitud local, que se designa con Ml. Después se crearon otros tipo de magnitudes, incluyendo la magnitud de las ondas de cuerpo o Mb , así como la magnitud de la ondas de superficie Ms. Posteriormente, se empezó a utilizar una magnitud de mayor



significado físico, llamada magnitud del momento sísmico  $M_w$ . Cada uno de estos métodos tiene sus limitaciones y ningún procedimiento es válido para todo tipo de temblores.

Por la forma logarítmica de la escala de magnitudes, un incremento dado en magnitudes  $M_w$ , implica la liberación de un cierto número más veces de energía, ya que a una variación dos grado en la escala corresponde a mil veces más de energía liberada.

La información que se publica inmediatamente después de un sismo importante es la magnitud preliminar, sin embargo esta magnitud preliminar puede ir modificándose conforme se van obteniendo más datos en el transcurso de horas o días después del suceso. La importancia del uso de la magnitud sísmica, radica en que es reconocida por el público en general, así como por científicos e ingenieros, además nos da una medida del tamaño relativo de un terremoto, y proporciona una herramienta a los ingenieros para diseñar estructuras que resistan a estos eventos.

#### 2.3.4.- Epicentro

El punto donde el movimiento sísmico se origina es llamado foco o hipocentro del sismo, y a su proyección sobre la superficie de la tierra se le conoce como epicentro. Los sismos se pueden clasificar como poco profundos, intermedios y profundos (Fig. 2.4).

Para localizar el epicentro de un terremoto, recurrimos a estudiar los sismogramas y nos basamos en el tiempo que tardan en arribar las ondas P y superficiales. Para localizar el punto preciso del epicentro, se usa la lectura que se obtiene de al menos tres estaciones sismológicas, pudiéndose situar el epicentro a partir de arcos con centro en dichas estaciones, arcos que donde coinciden es aproximadamente la localización del epicentro.

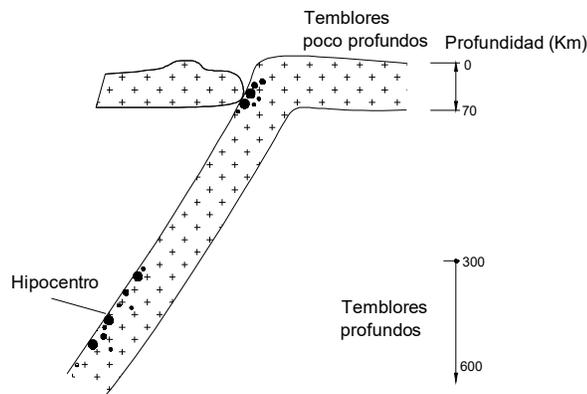


Figura 2.4 Modelo de subducción e hipocentro

#### 2.4.- Medición de los sismos

El instrumento del que se hace uso para la medición de un sismo es el sismómetro; el cual consiste en un marco de referencia o soporte muy robusto, que está sujeto a una base rígida empotrada en la



tierra. La masa de un péndulo se conecta al soporte, y si a este sistema se le añade un medio para registrar el movimiento relativo entre la masa y el soporte, se tiene un sismógrafo elemental (Fig. 2.5).

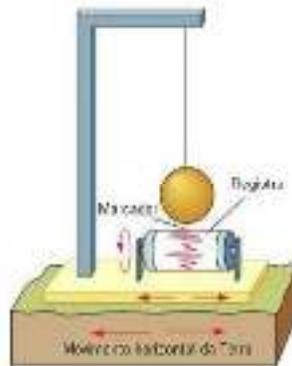


Figura 2.5 Sismógrafo elemental

Los sismógrafos modernos emplean un sistema electromagnético de registro, registran tanto los desplazamientos, como las velocidades y aceleraciones del terreno en tres sentidos, que son norte-sur, este-oeste y el sentido vertical.

Para cuestiones de ingeniería estructural, son de poca utilidad los registros de temblores de escasa intensidad, (para fines de la ingeniería sísmica, solo son significativas las magnitudes mayores de 4.5 o 5), por esta razón actualmente se emplean los acelerógrafos o instrumentos de movimiento intenso, que son útiles para conocer la aceleración del terreno en función del tiempo. Normalmente el registrador de un acelerógrafo de movimientos intensos está en reposo hasta que la aceleración del terreno exceda un valor preestablecido, con lo cual se dispara el medidor de cualquier sismo intenso. El registro que se obtiene de estos aparatos se conoce como acelerograma (Fig. 2.6) y se puede realizar en tres componentes: dos horizontales y una vertical.



Figura 2.6 Acelerograma de un sismo obtenido de la RACM



## 2.5.- La sismicidad en México

La geología de la República Mexicana, es resultado de múltiples procesos tectónicos llevados a cabo durante su evolución. El territorio mexicano está situado sobre cinco placas tectónicas. La mayor parte del territorio continental pertenece a la placa Norteamericana, mientras que la península de Baja California pertenece a la placa del Pacífico; en el litoral del Pacífico se tiene la placa de Rivera, la de Cocos, y la del Caribe (Fig 2.6).

La República Mexicana se ha caracterizado por ser una de las regiones con mayor actividad sísmica en el mundo, esto debido a que se encuentra dentro del área conocida como Cinturón Circumpacífico, que es donde se concentra la mayor actividad sísmica del planeta.



Figura 2.7 Placas Tectónicas en la República Mexicana

La alta actividad sísmica que se presenta en el país, se lleva a cabo principalmente por la interacción entre las placas de Norteamérica, la de Cocos, la del Pacífico, la de Rivera y la del Caribe, así como a fallas locales que corren a lo largo de varios estados. La Placa Norteamericana se separa de la del Pacífico pero roza con la del Caribe y choca contra las de Rivera y Cocos, de ahí la incidencia de los sismos. Los estados con mayor sismicidad en la República Mexicana son: Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Michoacán, Colima y Jalisco; también por esta misma acción son afectados los estados de Veracruz, Tlaxcala, Morelos, Puebla, Nuevo León, Sonora, Baja California, Baja California Sur y la Ciudad de México, que aunque se encuentra lejos de la zona donde ocurren la mayoría los sismos, esta se ha convertido en el receptor sísmico de todos ellos, esto debido a que se encuentra lo suficientemente cerca para experimentar sus terribles efectos, y la causa de que estos sean aún más dañinos en esta zona que en los propios lugares donde se generan los sismos, radica entre otras cosas en la naturaleza de su estratigrafía, ya que fue construida en lo que fuera un lago.



El estudio de la actividad sísmica de México comenzó a principios del siglo XX, sin embargo, los antecedentes históricos de los grandes sismos ocurridos en el país fueron registrados en un gran número de documentos. En 1910 se inauguró la red sismológica mexicana y desde esa fecha hasta nuestros días, se ha mantenido una observación continua de los temblores, cuyos registros se conservan en la Estación Sismológica de Tacubaya y otras instalaciones del Instituto de Geofísica de la UNAM, encargada de operar el Servicio Sismológico Nacional, así como la Red Acelerográfica de la Ciudad de México (RACM).

### 2.6.- Eventos sísmicos importantes en Naucalpan

El municipio de Naucalpan de Juárez, forma parte de la provincia geológica más extensa de la República Mexicana, el Eje Neovolcánico Transversal Mexicano, localizado en las faldas volcánicas en la parte central del país, por lo que está expuesto a una gran actividad sísmica, donde destacan los sismos de subducción que se generan en la costa del Pacífico y los sismos originados en el municipio de Acambay en el Estado de México.

La historia ha registrado gran cantidad de sismos que han afectado al Valle de México, pero por sus características, los más importantes se presentan en la siguiente tabla (Tab. 2.1).

REGISTRO DE SISMOS EN 2008								
No.	Fecha GMT	Hora GMT	Latitud	Longitud	Profundidad [Km]	Magnitud	Registros Obtenidos	Dist. a Cd. Mex. [Km]
1	<u>12/02/2008</u>	12:50:18	16.19	-94.54	90	6.6	34	611
2	<u>28/04/2008</u>	00:06:29	18.05	-100.01	52	5.6	65	174
3	<u>23/09/2008</u>	22:46:15	16.42	-100.14	12	5.2	9	335
4	<u>20/10/2008</u>	05:00:52	17.25	-102.09	25	5.1	10	397

REGISTRO DE SISMOS EN 2009								
No.	Fecha GMT	Hora GMT	Latitud	Longitud	Profundidad [Km]	Magnitud	Registros Obtenidos	Dist. a Cd. Mex. [Km]
1	<u>31/01/2009</u>	13:24:58	17.54	-101.96	25	5.3	14	368
2	<u>27/03/2009</u>	08:48:16	17.35	-100.82	30	5.3	22	286
3	<u>27/04/2009</u>	16:46:27	16.9	-99.58	7	5.7	58	270
4	<u>22/05/2009</u>	19:24:18	18.13	-98.44	45	5.7	63	158
5	<u>15/08/2009</u>	13:22:45	18.06	-100.67	55	5.4	19	221



REGISTRO DE SISMOS EN 2010								
No.	Fecha GMT	Hora GMT	Latitud	Longitud	Profundidad [Km]	Magnitud	Registros Obtenidos	Dist. a Cd. Mex. [Km]
1	<u>09/02/2010</u>	00:47:40	15.9	-96.86	37	5.8	21	460.34
2	<u>20/04/2010</u>	02:28:57	16.07	-98.34	5	5	4	317.81
3	<u>30/06/2010</u>	07:22:27	16.22	-98.03	8	6	69	371.52

REGISTRO DE SISMOS EN 2011								
No.	Fecha GMT	Hora GMT	Latitud	Longitud	Profundidad [Km]	Magnitud	Registros Obtenidos	Dist. a Cd. Mex. [Km]
1	<u>07/04/2011</u>	13:11:22	17.2	-94.34	167	6.7	34	556.49
2	<u>26/04/2011</u>	11:07:28	16.71	-99.69	7	5.5	30	307.13
3	<u>05/05/2011</u>	13:24:07	16.61	-98.91	11	5.5	51	312.4
4	<u>11/12/2011</u>	01:47:25	17.84	-99.98	58	6.5	61	200.98

REGISTRO DE SISMOS EN 2012								
No.	Fecha GMT	Hora GMT	Latitud	Longitud	Profundidad [Km]	Magnitud	Registros Obtenidos	Dist. a Cd. Mex. [Km]
1	<u>20/03/2012</u>	18:02:47	16.25	-98.52	16	7.4	66	356.45
2	<u>02/04/2012</u>	17:36:42	16.27	-98.47	10	6	65	355.15
3	<u>11/04/2012</u>	22:55:10	17.9	-103.06	16	6.4	60	454.84
4	<u>13/04/2012</u>	10:10:03	16.11	-98.34	14	5.2	35	371.77
5	<u>01/05/2012</u>	16:37:59	18.2	-101.01	51	5.6	46	246.63
6	<u>24/07/2012</u>	05:25:28	16.24	-98.31	5	5	14	361.81
7	<u>22/09/2012</u>	12:29:57	16.23	-98.3	2	5.4	22	363.15
8	<u>29/09/2012</u>	07:11:10	15.89	-98.67	15	5.5	24	393.85
9	<u>07/11/2012</u>	16:35:51	14.08	-92.32	16	7.3	39	930.92
10	<u>15/11/2012</u>	09:20:22	18.17	-100.52	40	6.1	53	201.56



REGISTRO DE SISMOS EN 2013								
No.	Fecha GMT	Hora GMT	Latitud	Longitud	Profundidad [Km]	Magnitud	Registros Obtenidos	Dist. a Cd. Mex. [Km]
1	<u>20/02/2013</u>	21:23:11	18.6	-104.04	5	5.6	17	523.55
2	<u>26/03/2013</u>	13:04:45	15.78	-98.61	10	5.4	31	408.56
3	<u>26/03/2013</u>	13:12:17	15.94	-98.45	10	5	12	393.85
4	<u>05/04/2013</u>	01:58:48	17.08	-100.82	17	5.3	43	319.85
5	<u>12/04/2013</u>	03:45:09	17.78	-101.58	35	5.2	24	322.7
6	<u>22/04/2013</u>	01:16:34	17.87	-102.19	10	5.8	62	372.77
7	<u>16/06/2013</u>	05:19:03	18.04	-99.25	46	5.8	67	155.07
8	<u>13/08/2013</u>	16:50:42	16.56	-98.57	4	5	17	324.05
9	<u>16/08/2013</u>	15:32:59	16.54	-98.59	20	5.1	35	323.58
10	<u>21/08/2013</u>	12:38:30	16.79	-99.56	7	6	61	296.87
11	<u>21/08/2013</u>	13:02:18	16.73	-99.7	11	5	22	305.16

REGISTRO DE SISMOS EN 2014								
No.	Fecha GMT	Hora GMT	Latitud	Longitud	Profundidad [Km]	Magnitud	Registros Obtenidos	Dist. a Cd. Mex. [Km]
1	<u>10/03/2014</u>	00:37:57	15.79	-98.55	16	5.8	10	408.4
2	<u>18/04/2014</u>	14:27:23	17.18	-101.19	10	7.2	65	335.78
3	<u>08/05/2014</u>	17:00:16	17.11	-100.87	17	6.4	66	320.28
4	<u>10/05/2014</u>	07:36:01	17.16	-100.95	12	6.1	57	321.05
5	<u>20/05/2014</u>	01:39:14	18.04	-100.1	53	5	9	189.49
6	<u>21/05/2014</u>	10:06:15	17.11	-95.07	121	5.8	7	499.95
7	<u>24/05/2014</u>	08:24:45	16.21	-98.42	18	5.7	15	367.53
8	<u>07/07/2014</u>	11:23:58	14.75	-92.63	60	6.9	10	865.89
9	<u>23/07/2014</u>	00:28:14	16.59	-100.47	10	5.2	7	339.41
10	<u>29/07/2014</u>	10:46:14	17.7	-95.63	117	6.4	12	418.76
11	<u>11/08/2014</u>	01:09:42	16.38	-98.19	10	5.2	3	353.02
12	<u>13/08/2014</u>	06:48:11	16.13	-98.35	10	5.4	20	375.45



REGISTRO DE SISMOS EN 2015								
No.	Fecha GMT	Hora GMT	Latitud	Longitud	Profundidad [Km]	Magnitud	Registros Obtenidos	Dist. a Cd. Mex. [Km]
1	<u>20/03/2015</u>	22:30:08	17.96	-98.58	61	5.4	50	170.25
2	<u>28/04/2015</u>	18:56:53	17.03	-95.19	113	5.5	4	496.68
3	<u>30/09/2015</u>	17:25:55	17.83	-101.52	30	5.5	27	307.21
4	<u>23/11/2015</u>	20:41:20	16.86	-98.94	10	5.8	50	284.62

REGISTRO DE SISMOS EN 2016								
No.	Fecha GMT	Hora GMT	Latitud	Longitud	Profundidad [Km]	Magnitud	Registros Obtenidos	Dist. a Cd. Mex. [Km]
1	<u>10/04/2016</u>	07:11:21	15.74	-96.37	31	5.4	9	494
2	<u>08/05/2016</u>	07:33:59	16.25	-97.98	35	6	51	358
3	<u>27/06/2016</u>	20:50:33	16.2	-97.93	20	5.7	30	365
4	<u>19/07/2016</u>	13:42:46	17.48	-98.8	58	5.1	14	209
REGISTRO DE SISMOS EN 2017								
No.	Fecha GMT	Hora GMT	Latitud	Longitud	Profundidad [Km]	Magnitud	Registros Obtenidos	Dist. a Cd. Mex. [Km]
NO SE TIENEN REGISTROS								

Tabla 2.2 Registros de sismos importantes de 10 años en el Valle de México

### 2.7.- La falla de Acambay

El municipio de Acambay se encuentra localizado a 83 km al noroeste de Naucalpan (Fig. 2.7), e históricamente los sismos generados ahí han sido los que más daño le han causado. El territorio de Acambay, enclavado en el Eje Neovolcánico Mexicano, ha presentado intensa actividad sísmica, y esto debido a las numerosas fallas que lo atraviesan; ejemplo de ello es el graben o fosa geotectónica de Acambay, la cual es una estructura que tiene 40 Km de longitud y 15 Km de ancho, y está definida por el sistema de fallas Acambay-Tixmadeje y la falla Pastores.

De acuerdo a un análisis de la compañía ERN (Evaluación de Riesgos Naturales), si el sismo de Acambay ocurriese en la época actual, y tomando como referencia una cartera representativa del sector asegurador, así como la base de datos de la infraestructura federal, se obtendría como resultado que el Estado de México y el Distrito Federal serían los más perjudicados, al sumar ambos



una pérdida de casi 29 mil millones de pesos. A pesar de no contarse con registros de afectación severa en municipios de Norponiente del Valle de México, “los movimientos telúricos son enemigos silenciosos que no se deben subestimar” de acuerdo al Dr. Darío Rivera Vargas. Sin embargo, estudios desarrollados en la FES Acatlán revelan que probablemente exista un daño en el municipio en caso de un sismo de tipo Acambay.

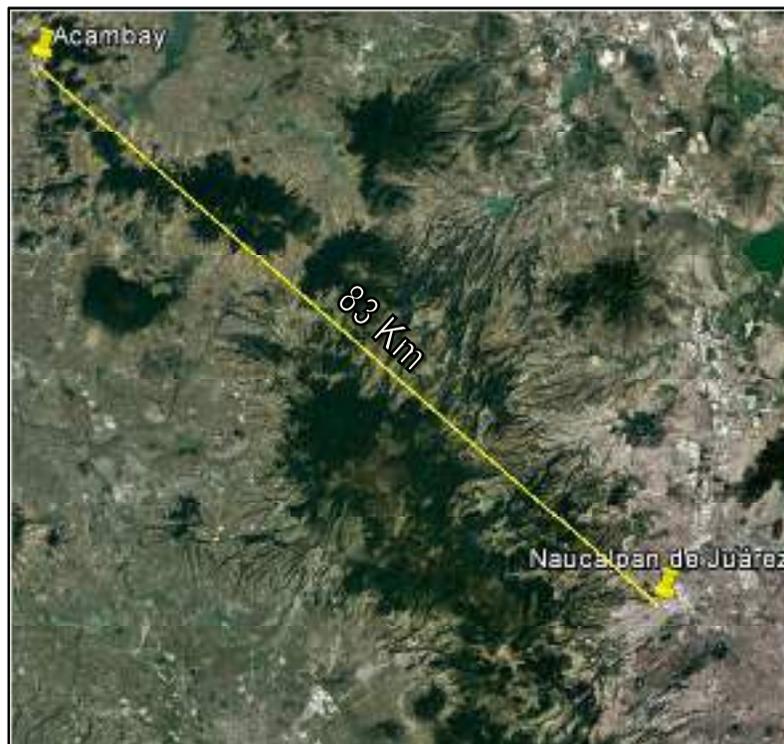


Figura 2.8 Distancia entre Naucalpan y Acambay



### 3.-EL SUELO DE LA FES ACATLÁN

#### 3.1.- *Geología de Naucalpan de Juárez*

El municipio de Naucalpan de Juárez se encuentra localizado dentro del Eje Neovolcánico Transversal Mexicano, ubicado dentro de la subprovincia geológica Lagos y Volcanes de Anáhuac.

Geológicamente el territorio de Naucalpan está formado por rocas del período Terciario de la era Cenozoica, y en menor medida, del período Cuaternario. La mayor parte de las rocas son ígneas extrusivas y volcanoclásticas (Fig. 3.1). En esta zona la litología está compuesta principalmente por rocas volcánicas y piroclásticas. La secuencia inicia con rocas extrusivas del Mioceno Medio y Tardío, constituidas por tobas, brechas volcánicas y lavas. Estas últimas son andesitas de lamprobolita o de augita, andesitas de hiperstena y dacitas; las tobas son cristalinas andesíticas. Básicamente Naucalpan se encuentran en las bases de las Sierras de Guadalupe y la Sierra de las Cruces, la cual está conformada por tobas, brecha andesítica, pómez, arena y limo (Vázquez y Jaimes, 1989; Chávez, 2008).

El municipio de Naucalpan se encuentra emplazado sobre la Formación Las Cruces, la cual fue interpretada por Bryan (1948), Segerstrom (1961) y Mooser (1974) como Formación Tarango. En el norponiente del Valle de México se encuentran sus afloramientos a lo largo de la carretera Nuacalpan-Jiquipilco, en las afueras de San Mateo Nopala y la carretera Naucalpan-Cuajimalpa y está constituida por depósitos piroclásticos como pómez pliniana y secuencias de “surges” (inicios de secuencias piroclásticas), planares o masivos, cristalinos, vítreos y en ocasiones con pómez, cubiertos por flujos piroclásticos generalmente no soldados de cenizas cristalinas, vítreas. En algunos casos estos piroclastos se encuentran cubiertos o interestratificados con material aluvial en paleocanales fluviales.

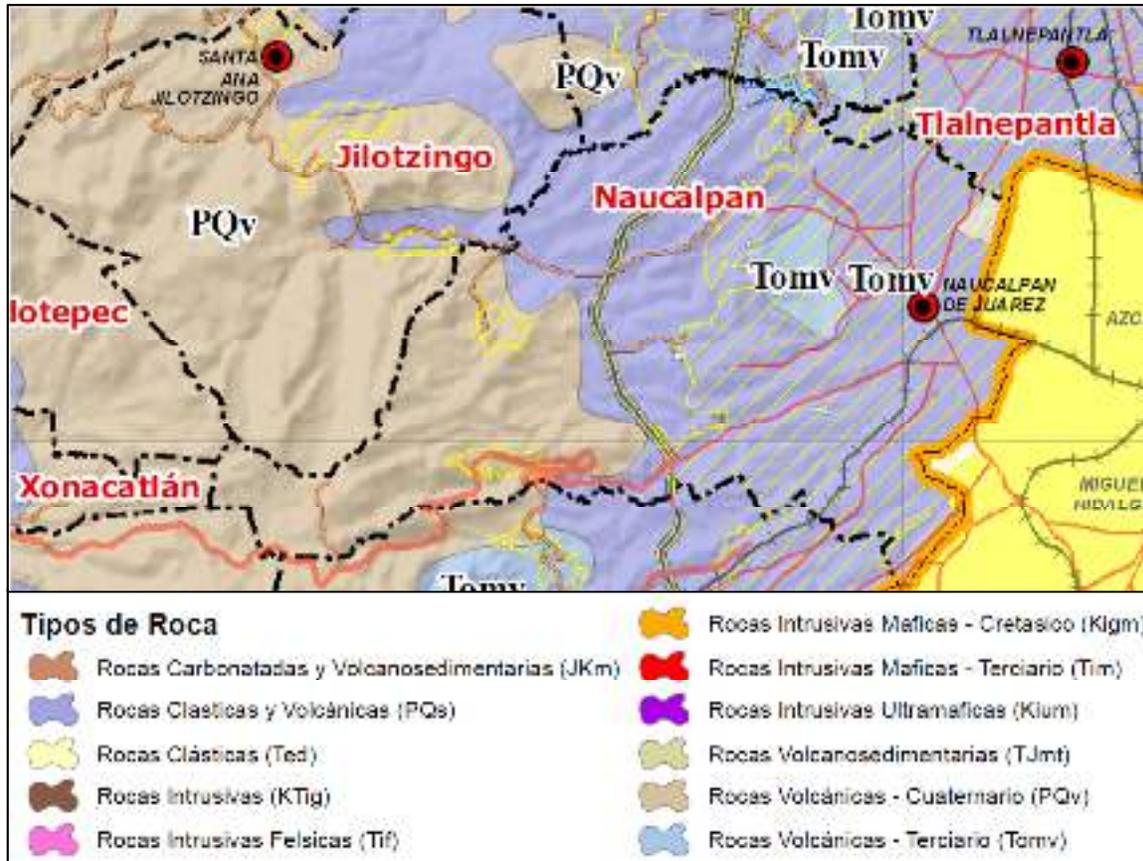


Figura 3.1 Geología de Naucalpan de Juárez

### 3.2.- El suelo de la FES Acatlán

Gran parte de la zona que se encuentra en las inmediaciones de las sierras aledañas a la Ciudad de México presenta suelos que son propios de las Formaciones Tarango y Becerra, consistentes en arena limosa y pumítica, así como toba andesítica.

La región está constituida por depósitos de suelos tanto de las Formaciones Tarango como Becerra, como las aluviales y fluviales, como son; arcilla y limo orgánico superficiales que cubren depósitos de arcilla volcánica con intercalaciones de arena limosa y arcillosa. (Haas, 1978).

En términos generales se puede decir que el suelo de Naucalpan está constituido por suelos superficiales que contienen restos de material vegetal de poco espesor (1-2 m), posteriormente se encuentran suelos de las Series Clásticas Fluvial y Aluvial, los depósitos de las formaciones de la Sierra de las cruces, así como de las Sierras de Tepotzotlán y Guadalupe. Las Series Clásticas Fluvial y Aluvial están constituidas por materiales granulares aluviales y por depósitos superficiales de formación lacustre y principalmente arcillosos, con intercalaciones de pómez, arena negra y vidrio volcánico.



Hacia la porción oriental del municipio, cerca de la FES Acatlán, los materiales predominantes son los correspondientes a suelos que constituyen parte del valle de Cuautitlán y están compuestos de series de arcillas de baja plasticidad con arena y limo, limo y arena-arcillosa con espesor de 12 m, cubiertas por 8 m de arcilla y limo de consistencia blanda (Haas, 1978).

La estratigrafía de la zona de la FES Acatlán está integrada por potentes espesores de arcilla y limo de baja plasticidad, con intercalaciones de arena pumítica que en algunos sitios están cubiertas por rellenos en espesores de hasta 8 m. La consistencia de estos depósitos varía de blanda a firme con un promedio de 10 golpes en los primeros 10 m., conforme aumenta la profundidad, el número de golpes aumenta a más de 50, denotando la alta resistencia del suelo. A lo largo del sondeo se observa que el contenido de agua varía entre 20% y 40%; característico en suelos preconsolidados (Tab. 3.1).



SONDEO	MUNICIPIO	COLONIA O FRACCIONAMIENTO	CALLE Y NÚMERO	ENTRE CALLES	LONG	PROF. NAF	ESTRATIGRAFÍA CONDENSADA											
							FORMACIÓN SUPERFICIAL			FORMACIÓN 2			FORMACIÓN 3			FORMACIÓN 4		
							S.U.C.S.	w	PROF.	S.U.C.S.	w	PROF.	S.U.C.S.	w	PROF.	S.U.C.S.	w	PROF.
--	%	m	--	%	m	--	%	m	--	%	m							
1	NAUCALPAN	BOSQUES DE ECHEGARAY	BLVD. LOMAS VERDES	BLVD. ÁVILA CAMACHO Y HDA. DE QUIRICEO	20	7.4	CL	25.0	0.0	CH	45.0	3.5	CL	25.0	5.5	CL	30.0	17.0
2	NAUCALPAN	BULEVARES	COLINA DE LAS ORTIGAS	BLVD. MISIONES Y COLINA DEL MANANTIAL	15	--	CL	30.0	0.0	ML	30.0	4.0	SM	30.0	8.0	--	--	--
3	NAUCALPAN	BULEVARES	BLVD. MISIONES	COLINA DE LAS ORTIGAS Y COLINA DE LA PAZ	15	--	CL	30.0	0.0	ML	25.0	8.0	SM	28.0	9.0	--	--	--
4	NAUCALPAN	STA. CRUZACATLÁN	ALCANFORES	BLVD. ENCINOS Y ALCANFORES	15	--	CH	30.0	0.0	CL	30.0	5.5	CL	25.0	7.0	--	--	--
5	NAUCALPAN	STA. CRUZACATLÁN	ALCANFORES	BLVD. ENCINOS Y ALCANFORES	20.5	--	CL	25.0	0.0	CH	35.0	8.5	CL	25.0	11.5	CH	35.0	17.0
6	NAUCALPAN	STA. CRUZACATLÁN	ALCANFORES	BLVD ENCINOS Y ALCANFORES	18	--	CL	30.0	0.0	ML	35.0	8.0	--	--	--	--	--	--
7	NAUCALPAN	LOMAS VERDES	BLVD. DEL CENTRO	BLVD. DEL CENTRO	10	--	CH	--	0.0	ML	25.0	0.2	--	--	--	--	--	--
8	NAUCALPAN	IZCALLI DEL BOSQUE	AV. JARDÍN SN MATEO	PARQUE LOS REMEDIOS	18	10.4	SC	10.0	0.0	CL	25.0	1.5	SC	20.0	3.5	CL	40.0	11.0

Tabla 3.1 Resumen de sondeos de mecánica de suelos en zonas cercanas a la FES Acatlán (Haas, 1978)



### 3.3.- Agrietamientos en zonas adyacentes a la FES Acatlán

Alrededor del año de 1966, algunos ingenieros especialistas en mecánica de suelos, fueron requeridos por diferentes propietarios para investigar unas grietas que estaba afectando a sus recién construidas casas habitación, localizadas en el entonces nuevo fraccionamiento Hacienda de Echegaray, en el municipio de Naucalpan de Juárez.



Figura 3.2 Imagen satelital de la zona afectada (Santana, 2008)

Las grietas de La Florida y Echegaray (Fig. 3.2) descubiertas al reportarse daños en las construcciones, fueron sometidas a estudios de mecánica de suelos y se hicieron en ellas algunos sondeos para determinar la estratigrafía. Desde entonces no se han hecho más estudios, no obstante que los daños causados por estas grietas continúan. Las grietas se desarrollan sensiblemente paralelas y con dirección E-W, con una separación entre sí de aproximadamente 800 m; ambas están caracterizadas por un escalón de magnitud variable y que se está incrementando al paso del tiempo. La grieta denominada La Florida tiene un desarrollo aproximado de 1,600 m, se inicia en el Boulevard Ávila Camacho, sigue hacia la colonia La Florida, cruza el río de Los Remedios, el fraccionamiento Hacienda de Echegaray y la colonia Providencia, para terminar en el Vaso Regulador El Cristo. El lado norte del escalón permanece fijo, mientras que el del sur descende; los desniveles son del orden de 75 cm. La grieta Echegaray tiene una longitud de 1,700 m, se inicia al poniente en la esquina de las calles de Huicholes y Yaquis, en Santa Cruz Acatlán, prosigue hacia el puente de Lomas Verdes y la calle Hacienda de La Gavia, para perderse su rastro antes de llegar a la Av. Circunvalación. En este caso, el lado norte del escalón descende y el lado sur permanece fijo. De acuerdo con un sondeo a cielo abierto, esta grieta se clasifica como una falla normal con una inclinación de  $88^\circ$  (Melgoza, 1978). Se concluye que estas grietas conforman un graben.



En el trabajo de Santana (2008), se concluye que las grietas son ocasionadas por eventos de diferente naturaleza; tales como la extracción excesiva del agua del subsuelo, debido al incremento de la mancha urbana en de la zona, así como a la actividad neotectónica a la que se ha sometido la corteza terrestre superficial.

### 3.5.- Hundimientos diferenciales

Los suelos al igual que otros materiales usados en la construcción, sufren deformaciones bajo el efecto de un esfuerzo aplicado sobre ellos, sin embargo, la relación que existe en los suelos entre esfuerzos y deformaciones es más complicada, ya que estos movimientos son la consecuencia de las deformaciones inducidas en el terreno por las cargas que transmite el cimiento.

La deformación que sufre un suelo bajo la acción de una carga no se presenta inmediatamente después de la aplicación del esfuerzo, tal como sucede con los materiales elásticos, ya que para el reacomodo de las partículas, que es la parte principal de la deformación, necesita expulsar parte de los fluidos que contiene el suelo, y si el agua constituye la mayor parte de los fluidos y el suelo es poco permeable, la expulsión de dicha agua requiere de mucho tiempo; lo que da lugar al fenómeno conocido como consolidación del suelo.

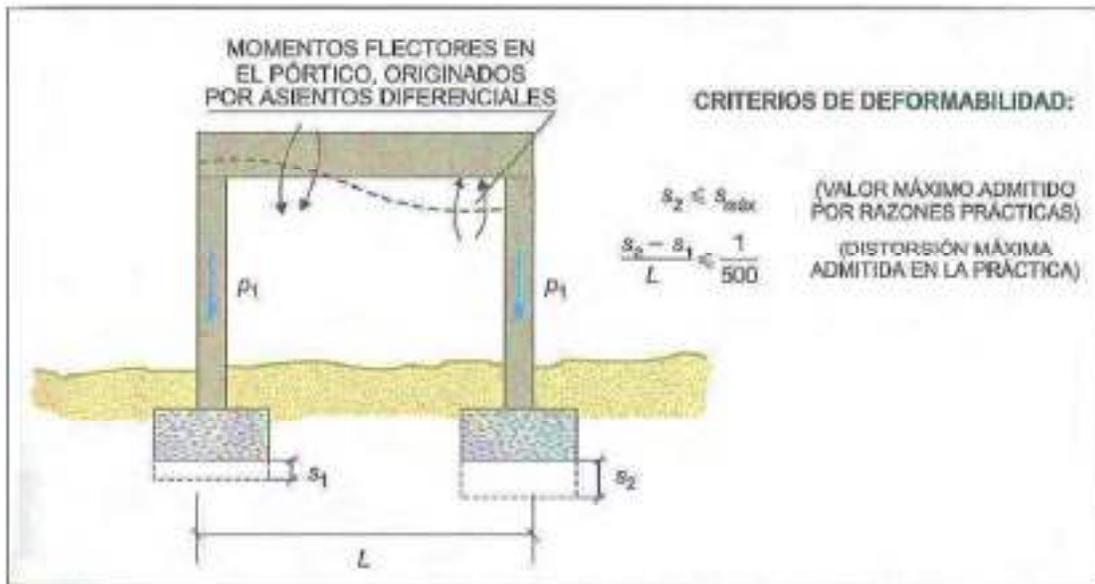


Figura 3.3 Hundimientos Diferenciales (González de Vallejo)



## 4.- EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA FES ACATLÁN

### 4.1.- Características del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable

El sistema de abastecimiento de agua potable de la FES Acatlán, consiste en una planta de bombeo ubicada dentro de las instalaciones de la Facultad (Fig. 4.1), con la cual se extrae un gasto diario de aproximadamente 700,000 l/día de un pozo, a una profundidad de aproximadamente 110 m. Este bombeo se realiza a través de una bomba sumergible; de ahí el agua pasa por una línea de conducción hasta una cisterna con capacidad de almacenamiento de 1,000,000 l ubicada en la zona sureste de la Facultad (Fig. 4.2); de la cisterna el agua es bombeada por medio de un conjunto 3 bombas centrífugas de 12 HP de capacidad que alimentan a un equipo hidroneumático. Finalmente el equipo hidroneumático proporciona la presión necesaria para alimentar a una red de distribución, que a su vez alimenta a todos los edificios y áreas verdes de la Facultad.



Figura 4.1 Planta de bombeo



Figura 4.2 Registros de la Cisterna



#### *4.2.- Operación actual y características del gasto diario*

Actualmente la planta de bombeo opera con un gasto de extracción de 28 lps, por medio de una bomba sumergible que extrae agua del pozo a una profundidad de 110 m. La planta de bombeo opera de 6 a 8 horas extrayendo un gasto diario del pozo de aproximadamente de 700,000 l/día, durante el periodo escolar.

La extracción que se realiza en el pozo ha operado desde la creación de la Facultad hace 42 años, y ha sido desde entonces su única fuente de abastecimiento. Un dato relevante sobre la extracción de agua que se realiza en la Facultad, según información de la Dirección General de Obras, es que en 1990 el agua era extraída desde una profundidad de 95 m, y actualmente esta se lleva a cabo a una profundidad de 110 m.

#### *4.3.- Efectos probables de la explotación en las construcciones de la Fes Acatlán*

En los comienzos de la Facultad, se tenían solo 4 edificios y la población escolar era de 4,300 alumnos; actualmente se tienen 50 edificaciones dentro del predio de la Facultad y la población escolar asciende a más de 20,000 alumnos; tomando en cuenta los diversos sistemas escolarizados; por lo que es notable el crecimiento en cuanto a infraestructura y población, y con ello la extracción que se hace en el pozo para satisfacer las necesidades de la comunidad universitaria. A esto se debe agregar la nueva construcción del Edificio Escolar A-15; la cual concluyó en el 2017; y que cuenta con capacidad para albergar a 956 nuevos alumnos; lo que incrementará considerablemente la matrícula escolar.

Actualmente nuestro campus cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) que permitirá reducir el consumo de agua potable, así como controlar la emisión de estas; además de controlar agentes contaminantes. La PTAR (Fig. 4.3 y 4.4) realiza el 80% del proceso de tratamiento de aguas residuales, sin embargo, se planea que en la operación de la planta se obtenga composta, que se utilizará en las áreas verdes de la Facultad, y se utilizará el agua tratada para el riego de las áreas verdes ubicadas en la zona deportiva. Las características de la PTAR son; un área construida de 1,689 m<sup>2</sup>, diseñada para operar con un gasto de 7.5 lps, cuenta con cisterna de agua cruda, reactores anaeróbicos y aeróbicos, zona de cloración y filtros; cuarto de operaciones así como áreas de seguridad.

El crecimiento futuro de la población escolar de la FES Acatlán, está condicionado por las necesidades de la sociedad en aumentar la matrícula para los egresados de la educación media superior, también por los espacios disponibles dentro del predio que ocupa la Facultad, por lo tanto a medida que esta matrícula aumente, aumentará también la necesidad de agua potable de la comunidad universitaria.



Figura 4.3 PTAR de la FES Acatlán



Figura 4.4 PTAR de la FES Acatlán



## 5.- TRABAJOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL SISTEMA DE APOYO TOPOGRÁFICO VERTICAL

### 5.1.- *Diseño y análisis*

Topográficamente, esta etapa consiste en el establecimiento de las condiciones geométricas, técnicas y de factibilidad que permitieron la elaboración del anteproyecto para el sembrado de un conjunto de bancos de nivel sobre los cuales se apoyaron las observaciones para determinar cuantitativamente el comportamiento vertical de las columnas de 7 edificios de la FES Acatlán.

La altimetría es la parte de la topografía que se encarga de estudiar los procedimientos de campo, cálculo y dibujo que son necesarios para determinar la altura o elevación de puntos sobre el terreno. Por lo tanto, para alcanzar el objetivo propuesto, se hizo necesario aplicar técnicas propias de esta rama considerando factores ligados a la exactitud requerida, equipo necesario, personal y otras características relacionadas principalmente con el ambiente académico de la Facultad.

Sobre el Plano Topográfico más reciente de la FES Acatlán, se elaboró un anteproyecto de la Red de Bancos de Nivel que se ajustara a los objetivos generales del levantamiento altimétrico. El condicionamiento geométrico que se estableció, fue que los bancos de nivel estuvieran situados unos de otros a distancias casi uniformes, dentro de un rango de 50 a 90 metros; asimismo, se eligieron como bancos de nivel aquellos elementos que garantizaran su fácil localización, permanencia e inmovilidad. Fueron tornillos de los postes de las luminarias y otros elementos fijos los medios seleccionados para este fin. El banco de nivel inicial fue localizado sobre la Av. San Juan Totoltepec frente a la entrada Sur de la FES Acatlán con elevación de 2294.222 m.

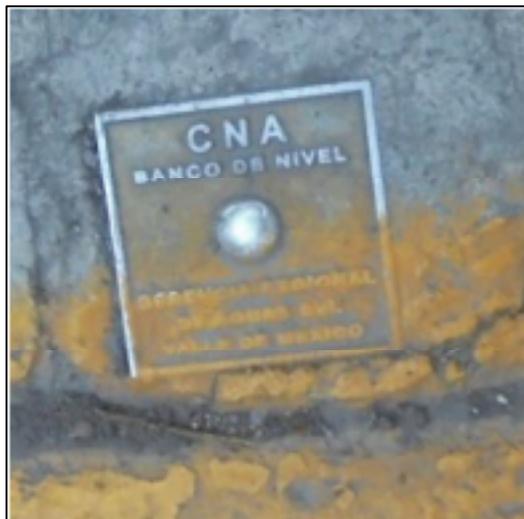


Figura 5.1 *Banco de nivel de partida*





El método propuesto para el establecimiento de la Red de Bancos de Nivel, fue nivelación diferencial ida y vuelta comprobando los puntos de liga y bancos de nivel sembrados con doble altura de aparato. En cada tramo nivelado, el error máximo admisible no debía de ser mayor a la tolerancia dada por la siguiente fórmula:  $T_n = \pm 0.012 \text{ m } \sqrt{k}$ , siendo k la distancia total nivelada expresada en kilómetros.

En cuanto a la Red de Bancos de Nivel, la condición aritmética establecida que se debería de cumplir fue la siguiente:

$$\Sigma \text{ Desniveles positivos} - \Sigma \text{ Desniveles negativos} = 0$$

Además, considerando el nivel de precisión establecido, se recomendó llevar a cabo la nivelación de la Red entre las 7:00 y las 10:00 horas, evitando las horas de mayor reverberación que podrían ocasionar lecturas de estadal inseguras. También se estableció que la distancia entre puntos de liga (PL's) no fuera mayor a 90 metros para asegurar mejores visuales. La posición de estos PL's también fue propuesta sobre tornillos de alumbrado público y otros elementos similares localizados sobre el Plano Topográfico de la FES Acatlán.

El equipo de campo seleccionado del Gabinete de Topografía de la Facultad fueron estadales telescópicos de aluminio, plomadas, maceta, cinta metálica, esmalte, trozos de varilla y un Nivel Automático B-2 (No. de serie 760023).

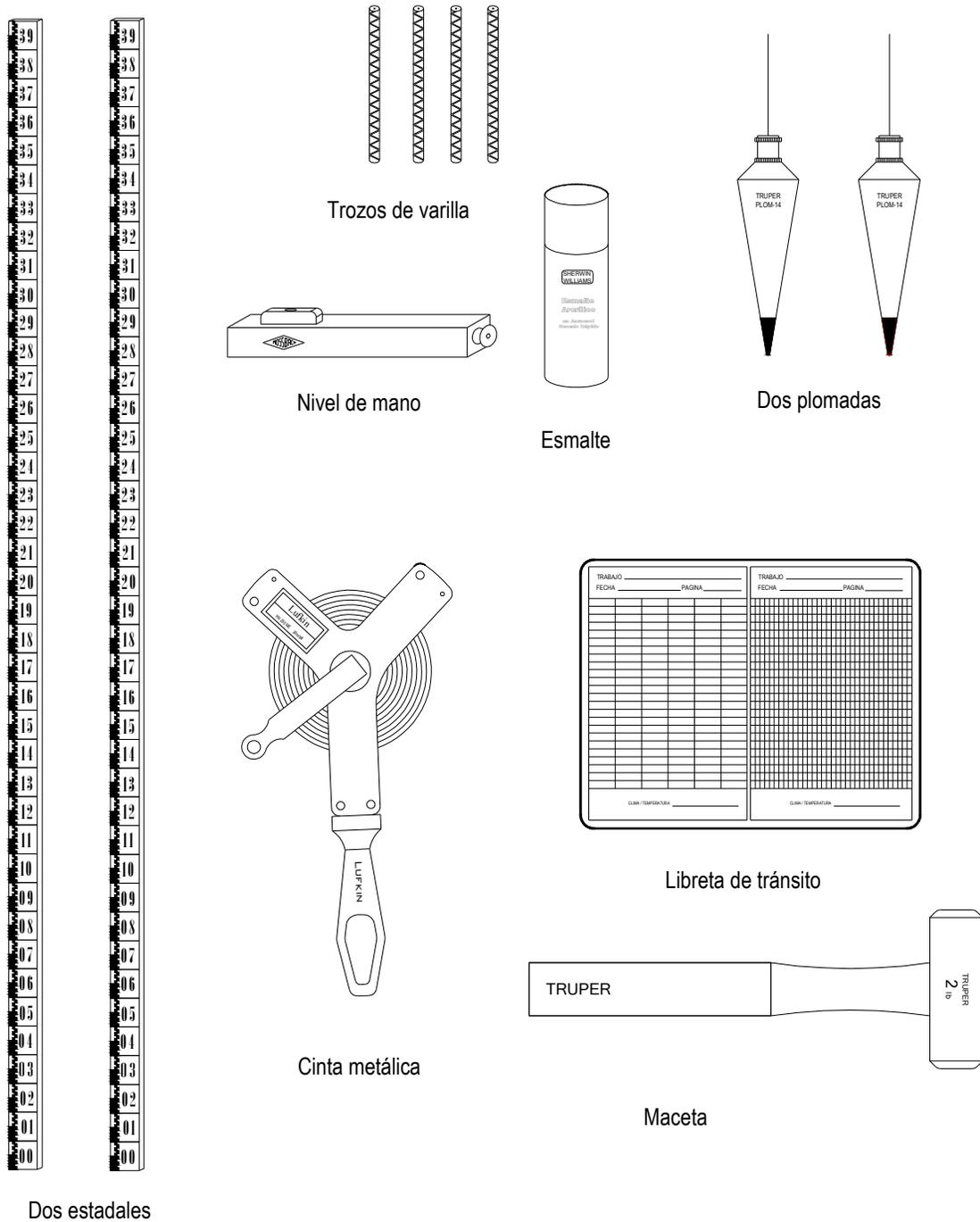
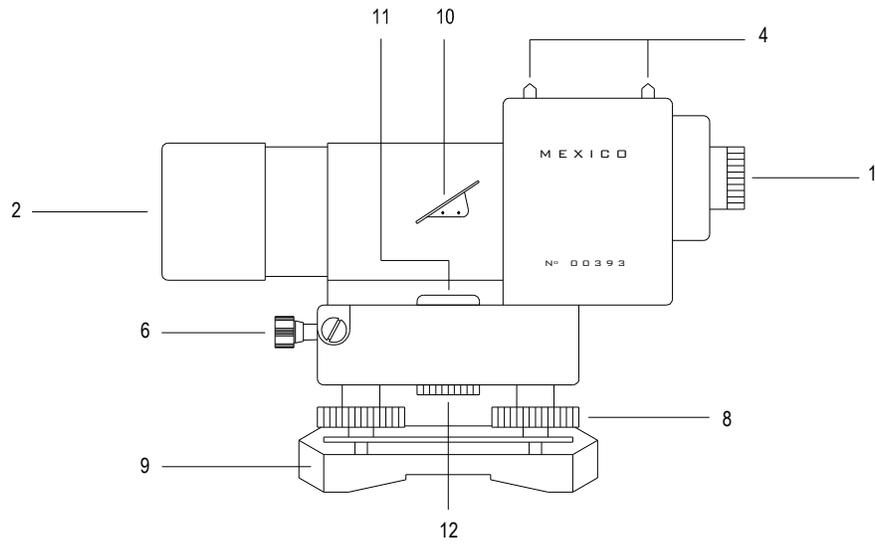
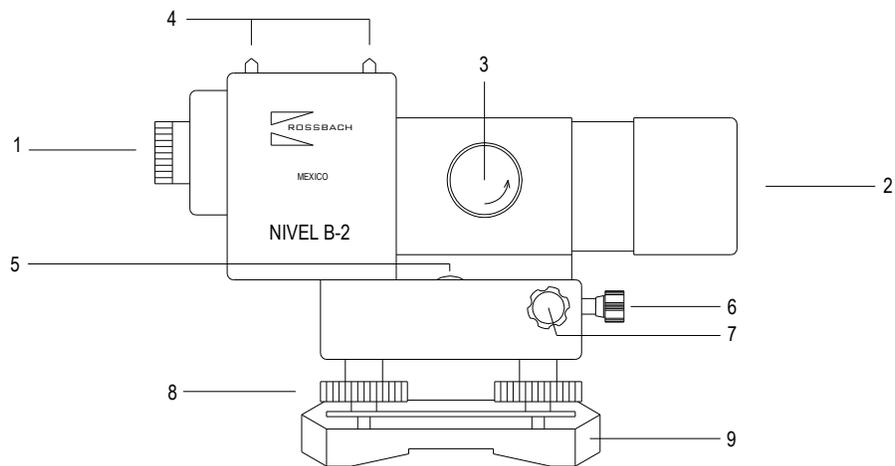


Figura 5.2 Material y equipo utilizado



NIVEL AUTOMÁTICO B-2 VISTA IZQUIERDA



NIVEL AUTOMÁTICO B-2 VISTA DERCHA

- 1.- OCULAR DEL TELESCOPIO
- 2.- OBJETIVO DEL TELESCOPIO
- 3.- TORNILLO DE ENFOQUE DEL TELESCOPIO
- 4.- MIRILLAS DEL TELESCOPIO
- 5.- ESCALA DEL CÍRCULO HORIZONTAL
- 6.- TORNILLO DE FIJACIÓN DEL MOVIMIENTO HORIZONTAL
- 7.- TORNILLO TANGENCIAL DEL MOVIMIENTO HORIZONTAL
- 8.- TORNILLOS NIVELADORES
- 9.- BASE
- 10.- ESPEJO DEL NIVEL ESFÉRICO
- 11.- NIVEL ESFÉRICO
- 12.- TORNILLO PARA PUESTA EN 00° DEL CÍRCULO HORIZONTAL

Figura 5.3 Nivel automático B-2



## 5.2.- *Análisis de las causas de error durante una nivelación topográfica*

Se analizaron las causas de error que pueden afectar a una nivelación directa para considerar las precauciones que habrían de tenerse en cuenta para eliminarlos o minimizarlos.

### 5.2.1.- Errores instrumentales

Es indudable que si el nivel del anteojo no es paralelo a la línea de colimación del mismo, las lecturas que se realicen sobre los estadales no serán horizontales, y los errores de lectura cometidos en la lectura de los mismos, serán proporcionales a las distancias a que dichos estadales se encuentren del instrumento.

En la siguiente figura se observa que:

$$e_1 = d \tan \varnothing$$
$$y$$
$$e = d_1 \tan \varnothing$$

En la figura 5.4, considerando un ángulo de desviación de la línea de colimación de  $01^{\circ}40'52''$  y el instrumento colocado a una distancia de 9.839 metros del estadal 'A', se observa una lectura incorrecta de 1.900 m y la lectura realmente horizontal es de 1.611 m, por lo tanto el error ( $e_1$ ) es igual a:

$$e_1 = 9.839 \tan 01^{\circ}40'52'' = 0.289 \text{ m}$$

Posteriormente se observa al estadal 'B' colocado a 24.736 m del instrumento con una lectura de 3.705 m y la lectura realmente horizontal es de 2.977 m. Aquí el error ( $e$ ) es igual a:

$$e = 24.789 \tan 01^{\circ}40'52'' = 0.728 \text{ m}$$

Entonces la diferencia de nivel entre los puntos A y B estará afectada de un error igual a la diferencia  $e - e_1$

$$e - e_1 = 0.728 - 0.289 = + 0.439 \text{ m}$$

Con las lecturas obtenidas en campo se calcula el desnivel entre los puntos 'A' y 'B':

$$\begin{array}{r} \text{Lectura 'A'} = 1.900 \\ - \text{Lectura 'B'} = 3.705 \\ \hline \text{Desnivel incorrecto} = - 1.805 \text{ m} \end{array}$$

El desnivel correcto entre 'A' y 'B' es el que se obtendría con las visuales realmente horizontales:



$$\begin{array}{r} \text{Lectura horizontal 'A'} = 1.611 \\ - \text{Lectura horizontal 'B'} = 2.977 \\ \hline \text{Desnivel correcto} = - 1.366 \text{ m} \end{array}$$

Si el instrumento es colocado a la mitad de la distancia (Fig. 5.5) que existe entre los puntos 'A' y 'B' (17.288 metros), se obtendrían los siguientes errores ( $e_1$  y  $e$ ):

$$e_1 = 17.288 \tan 01^\circ 40' 52'' = 0.507 \text{ m}$$

y

$$e = 17.288 \tan 01^\circ 40' 52'' = 0.507 \text{ m}$$

Ahora, con las lecturas obtenidas desde esta posición se calcula el desnivel entre 'A' y 'B':

$$\begin{array}{r} \text{Lectura 'A'} = 2.119 \\ - \text{Lectura 'B'} = 3.485 \\ \hline \text{Desnivel} = - 1.366 \end{array}$$

De aquí la conveniencia y práctica adoptada de colocar el nivel B-2 a la mitad de la distancia del tramo por nivelar, pues como se observa en la figura 2 los errores de lectura serán iguales en magnitud, y el desnivel entre los puntos 'A' y 'B' será el correcto:

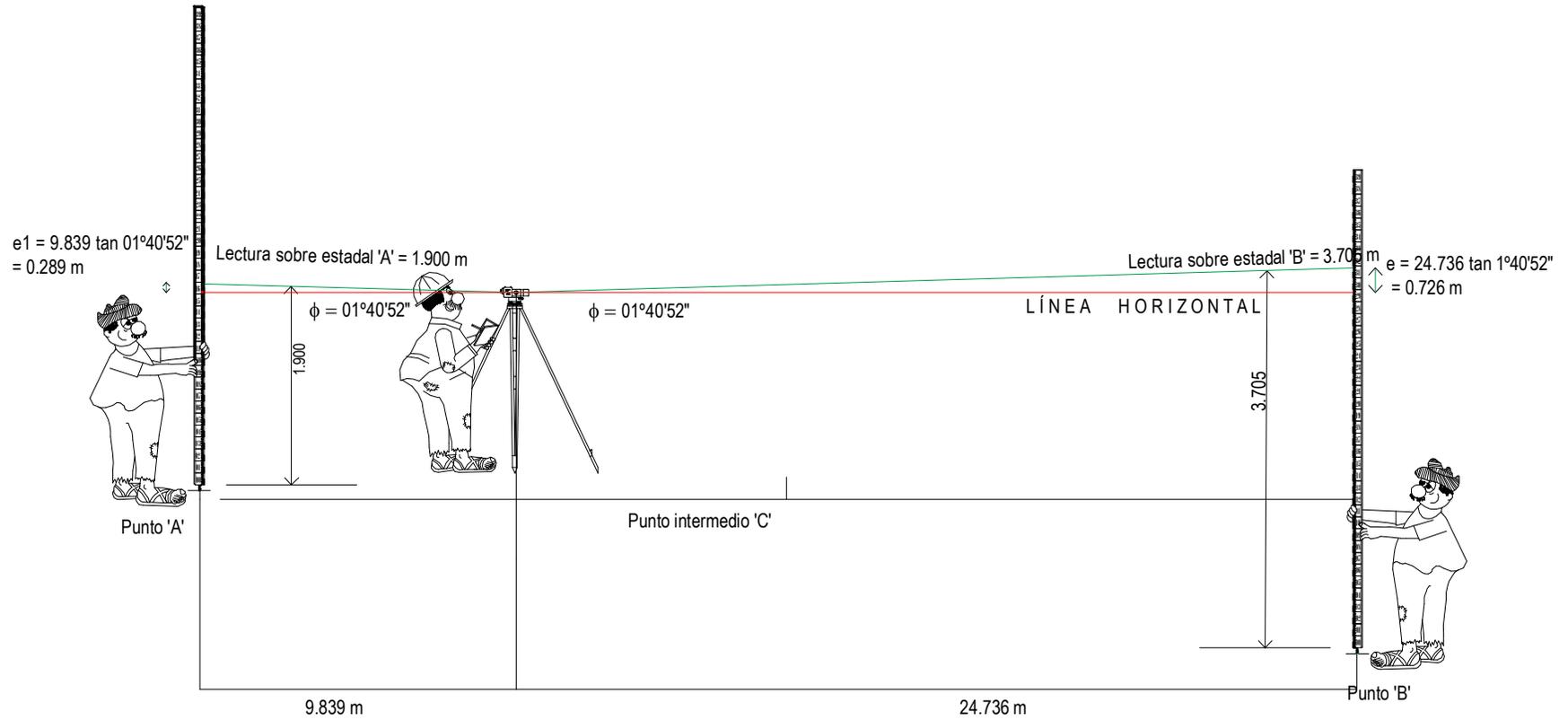


Figura 5.4 Error por desviación de la línea de colimación

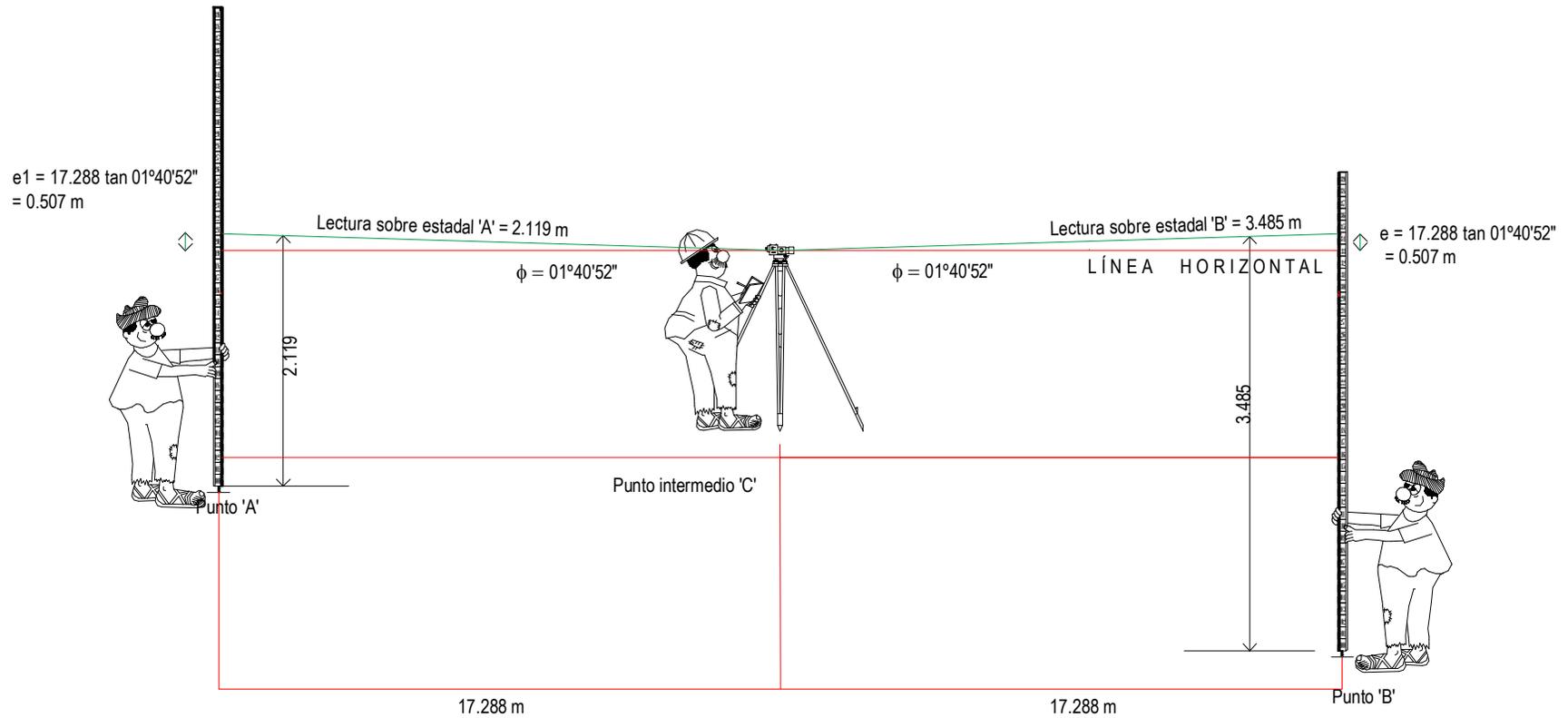


Figura 5.5 Error por desviación de la línea de colimación en punto intermedio



Otro error instrumental podría consistir en que los estadales empleados no estuvieran bien graduados; sin embargo estos estadales fueron seleccionados y comparados con escalímetro, además los estadales telescópicos tienen otra graduación al anverso al milímetro para asegurar las lecturas sobre ellos.

#### 5.2.2.- Errores de manipulación

El error más importante y con mayor frecuencia cometido en una nivelación directa consiste en efectuar las lecturas sobre los estadales sin tener la burbuja del nivel debidamente centrada en el índice. Esta situación introduce en error de lectura que afectará íntegramente al desnivel medido entre los puntos extremos.

Por lo tanto, se adoptó la recomendación de examinar la burbuja del nivel inmediatamente antes de efectuar la lectura de estadal y después de hacerla se comprobaría que la burbuja permanece en el centro. Si esto ha sucedido, es de suponer que ha permanecido centrada durante la observación; si se presentara alguna variación, sería necesario corregir la burbuja y repetir la lectura.

También se recomendó que en cada puesta de instrumento, el tripié quedara muy bien afirmado (clavado) sobre el terreno y que después de haberlo nivelado sólo tocarlo lo necesario para evitar el desplazamiento de la misma burbuja.

Otro error que se analizó fue el de la verticalidad del estadal, ya que cualquier inclinación se traducirá en una lectura mayor a la verdadera y estos errores serían mucho mayores cuanto más altas sean las lecturas sobre los estadales. Para asegurar la verticalidad de los estadales se recomendó emplear niveles esféricos o plomadas.

#### 5.2.3.- Errores de desplazamiento

Se recomendó evitar colocar al nivel fijo sobre terreno blando y con las patas del tripié firmemente clavadas para evitar que durante las lecturas atrás y adelante, el instrumento acuse un hundimiento que afectara al desnivel medido.

#### 5.2.4.- Error por esfericidad de la tierra

Como parte de la investigación, se demostró que para la nivelación de los bancos de la FES Acatlán, el error por esfericidad fue totalmente despreciable.

En la figura 5.6, -y considerando a la tierra como una esfera con radio medio de 6,378 km- el punto 'A' representa la posición del instrumento desde el cual se efectuará una lectura sobre un punto ubicado en 'D', siendo AE la distancia horizontal y AD la distancia sobre la circunferencia terrestre.

El error por esfericidad (c) se demuestra en el análisis que sigue.

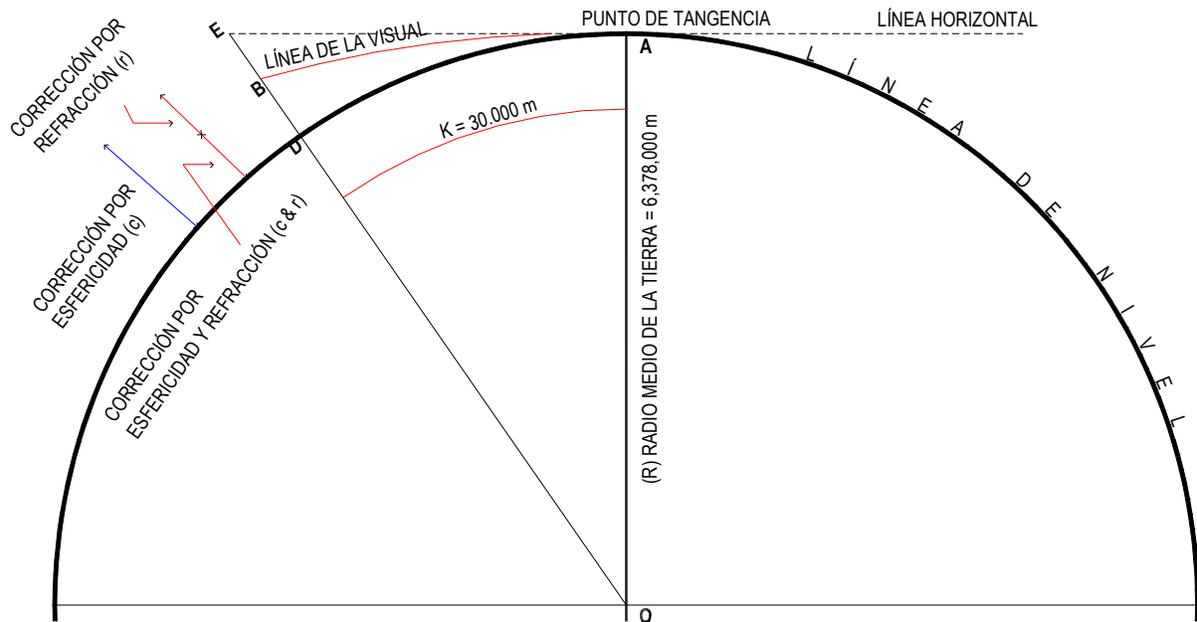


Figura 5.6 Corrección por esfericidad y refracción

Del triángulo rectángulo O-A-E, el teorema de Pitágoras establece que:

$$R^2 + AE^2 = (R + c)^2$$

Desarrollando el binomio del segundo miembro de la igualdad:

$$R^2 + AE^2 = R^2 + 2Rc + c^2$$

$$AE^2 = R^2 + 2Rc + c^2 - R^2$$

$$AE^2 = 2Rc + c^2$$

Factorizando a 'c':

$$c = \frac{AE^2}{2R+c}$$

Siendo 'c' una magnitud demasiado pequeña comparada con el radio medio de la tierra, se puede despreciar en esta ecuación, y bajo esta consideración la corrección por esfericidad tiene el siguiente valor:

$$c = \frac{AE^2}{2R}$$

Como la recomendación adoptada establece que las visuales no deben ser mayores de 45 metros, el error por esfericidad tendría el valor siguiente:



$$c = \frac{45.000^2}{2 (6,378,000.000)} = 0.000 16 \text{ metros}$$

Se observa que la corrección por esfericidad para una visual de 45 metros, es de 0.000 16 m, que es una cantidad insignificante.

Otra corrección que depende de las condiciones naturales de la tierra, es la corrección por refracción. Esta corrección reduce al error de esfericidad en un 14 % aproximadamente, por lo que su valor individual es todavía más pequeño. Por lo tanto, ambas correcciones se despreciaron en la red de nivelación de la FES Acatlán. Cabe señalar que la causa de estos dos errores quedaría eliminada cuando el nivel B-2 se instale a igual distancia de los estadales, pues las dos visuales estarían afectadas por iguales condiciones atmosféricas y la esfericidad de la tierra tendrá el mismo valor.

### 5.3.- Nivelación de precisión

Para garantizar mejores resultados, se decidió que la nivelación de la red principal se efectuara bajo las normas de la nivelación de precisión, leyendo en el campo los 3 hilos estadimétricos para comprobar con los semi-intervalos y los intervalos mismos de cada una de las lecturas realizadas en el campo. Este procedimiento se reforzó con doble altura de instrumento obteniendo las distancias de manera estadimétrica.

TRABAJO <u>  NIVELACIÓN PRINCIPAL  </u>					TRABAJO <u>  NIVELACIÓN PRINCIPAL  </u>				
FECHA _____ PAGINA <u>  01  </u>					FECHA _____ PAGINA <u>  02  </u>				
P.O.	LEC. ATRAS (+)	HM PROMEDIO	SEMI INTERVALO	Σ INTERVALOS	P.O.	LEC. ATRAS (+)	HM PROMEDIO	SEMI INTERVALO	Σ INTERVALOS
	0.755								
BN CNA	0.618	0.618	0.137	0.274					
	0.481		0.137						
	Σ = 1.854								
PL1									
DISTANCIA = 57.20 m									
	0.649				1.003				
BN CNA	0.506	0.506	0.143	0.286	0.854	0.854	0.149	0.298	
	0.363	Σ = 1.124	0.143	Σ = 0.560	0.705		0.149		
	Σ = 3.372				Σ = 2.562				- 0.236
PL1									
DISTANCIA = 57.20 m									
DESNIVEL PROMEDIO = - 0.234 m									
E n = ± 0.002 m									
T n = ± 0.012 m √ 0.0572' = ± 0.003 m									
CLIMA / TEMPERATURA _____									

	0.881								
	0.738	0.738	0.143	0.286					
	0.595	Σ = 1.592	0.143	Σ = 0.584					
	Σ = 4.776								- 0.232
CLIMA / TEMPERATURA _____									

Figura 5.7 Registro de nivelación de precisión



TRABAJO <u>          </u> NIVELACIÓN PRINCIPAL.					TRABAJO <u>          </u> NIVELACIÓN PRINCIPAL.				
FECHA <u>                          </u> PAGINA <u>          </u> 03					FECHA <u>                          </u> PAGINA <u>          </u> 04				
P.O.	LEC. ATRAS (+)	HM PROMEDIO	SEMI INTERVALO	Σ INTERVALOS	P.O.	LEC. ATRAS (+)	HM PROMEDIO	SEMI INTERVALO	Σ INTERVALOS
	1.671								
PL1	1.512	1.512	0.159	0.318					
	1.353	Σ = 2.636	0.159	Σ = 0.878					
	Σ = 7.908								
PL2									
DISTANCIA = 61.80 m									
	1.647								
PL1	1.490	1.490	0.157	0.314	1.948				
	1.333	Σ = 4.126	0.157	Σ = 1.192	1.798	1.798	0.150	0.300	
	Σ = 12.378				1.648	Σ = 3.390	0.150	Σ = 0.884	
PL2					Σ = 10.170				- 0.286
DISTANCIA = 61.60 m									
DESNIVEL PROMEDIO = - 0.288 m									
E n = ± 0.002 m									
T n = ± 0.012 m √(0.0617) = ± 0.003 m									
CLIMA / TEMPERATURA <u>                          </u>					CLIMA / TEMPERATURA <u>                          </u>				

TRABAJO <u>          </u> NIVELACIÓN PRINCIPAL.					TRABAJO <u>          </u> NIVELACIÓN PRINCIPAL.				
FECHA <u>                          </u> PAGINA <u>          </u> 05					FECHA <u>                          </u> PAGINA <u>          </u> 06				
P.O.	LEC. ATRAS (+)	HM PROMEDIO	SEMI INTERVALO	Σ INTERVALOS	P.O.	LEC. ATRAS (+)	HM PROMEDIO	SEMI INTERVALO	Σ INTERVALOS
	1.767								
PL2	1.594	1.594	0.173	0.346					
	1.421	Σ = 5.720	0.173	Σ = 1.538					
	Σ = 17.160								
PL3									
DISTANCIA = 69.40 m									
	1.829								
PL2	1.654	1.654	0.175	0.350	1.792				
	1.479	Σ = 7.374	0.175	Σ = 1.888	1.618	1.618	0.174	0.348	
	Σ = 22.122				1.444	Σ = 6.788	0.174	Σ = 1.534	
PL3					Σ = 20.364				- 0.024
	1.829								
PL2	1.654	1.654	0.175	0.350					
	1.479	Σ = 7.374	0.175	Σ = 1.888					
	Σ = 22.122								
PL3									
	Σ = 22.122	Σ = 7.374							
	Σ = 25.386	Σ = 8.462							
	- 3.264 / 3	- 1.088 / 2							
	- 1.088 / 2	- 0.544							
	- 0.544								
CLIMA / TEMPERATURA <u>                          </u>					CLIMA / TEMPERATURA <u>                          </u>				

Figura 5.8 Registros de nivelación de precisión



Cabe mencionar, que este nivel topográfico fue seleccionado después de haber comprobado su línea de colimación por medio del siguiente procedimiento:

- 1.- Con teodolito se trazó sobre el andador principal de la FES Acatlán una línea de 103.000 metros con cinta colocando marcas en 0.000 (A), 50.000 (C), 100.000 (B) y 103.000 metros (D).
- 2.- Se colocaron estadales sobre los puntos A y B.
- 3.- Se instaló al nivel B-2 en el punto C (exactamente a la mitad entre los puntos A y B).
- 4.- Se visó al punto A anotando en la libreta la lectura de estadal  $a_1 = 1.609$  m
- 5.- Enseguida se visó al punto B anotando en la libreta la lectura de estadal  $b_1 = 2.975$  m
- 6.- Posteriormente se trasladó al nivel B-2 hacia el punto D. Desde esta posición se visó nuevamente al punto A anotando la lectura de estadal  $a_2 = 2.431$  m
- 7.- Nuevamente se observó al punto B anotando en la libreta la lectura de estadal  $b_2 = 3.797$  m
- 8.- Se calcularon los desniveles observados desde las dos posiciones del nivel B-2:

$$\text{Desnivel 1} = 1.609 - 2.975 = -1.366 \text{ m}$$

$$\text{Desnivel 2} = 2.431 - 3.797 = -1.366 \text{ m}$$

Estos dos desniveles al ser iguales, garantizaron que la línea de colimación del nivel B-2 con No. de serie 760023 se encontraba en condiciones favorables para el trabajo a desarrollar.

Esta comprobación mecánica se hizo periódicamente a al instrumento seleccionado para este trabajo.

En Topografía se necesita de un sano criterio para hacer una aplicación adecuada de los métodos, es preciso compenetrarse en lo que se pretende y desea alcanzar, para que en vista de las condiciones del lugar y de los resultados que se persigan, se determine el método que deba de emplearse.

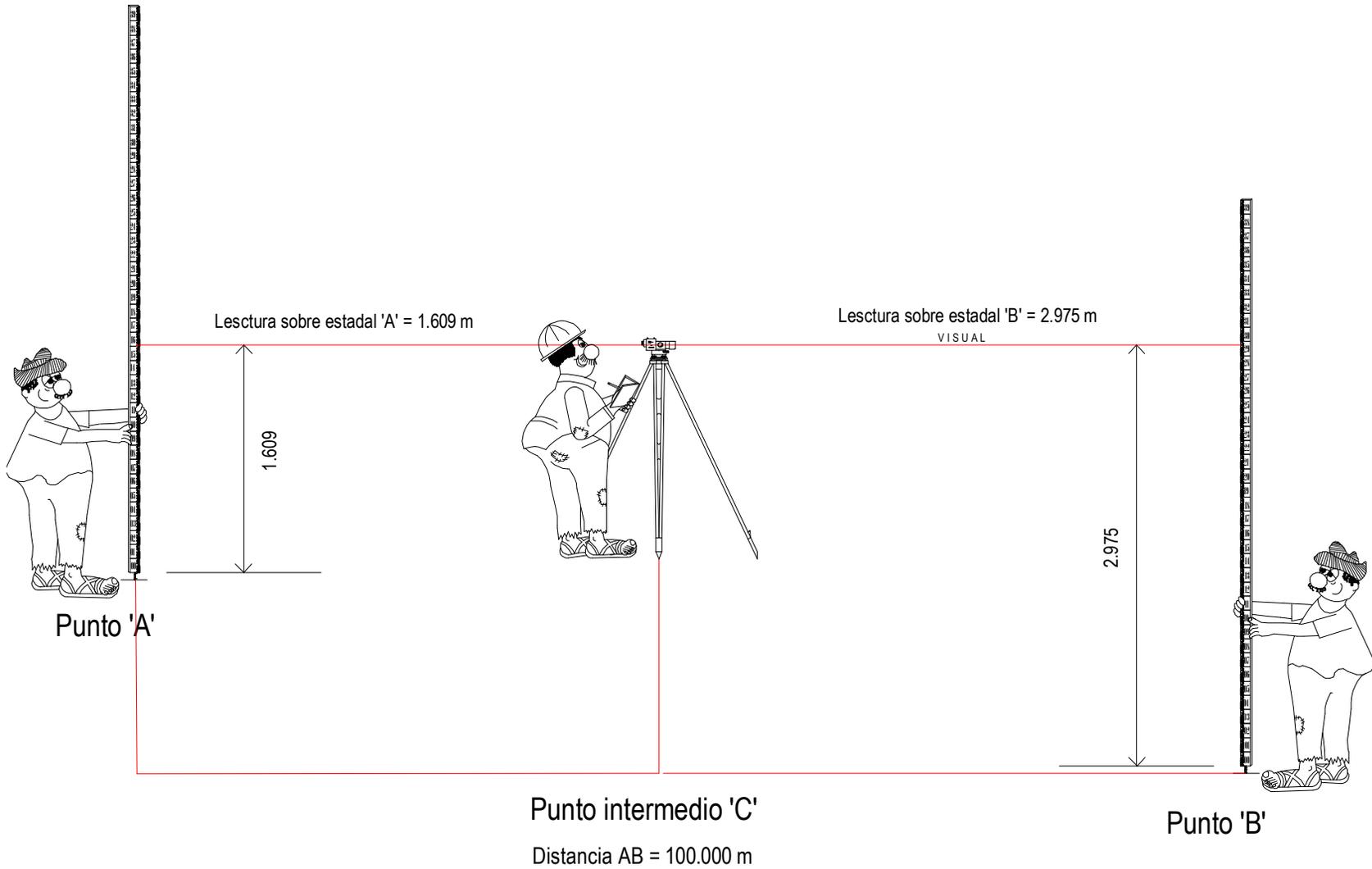


Figura 5.9 Comprobación de línea de colimación

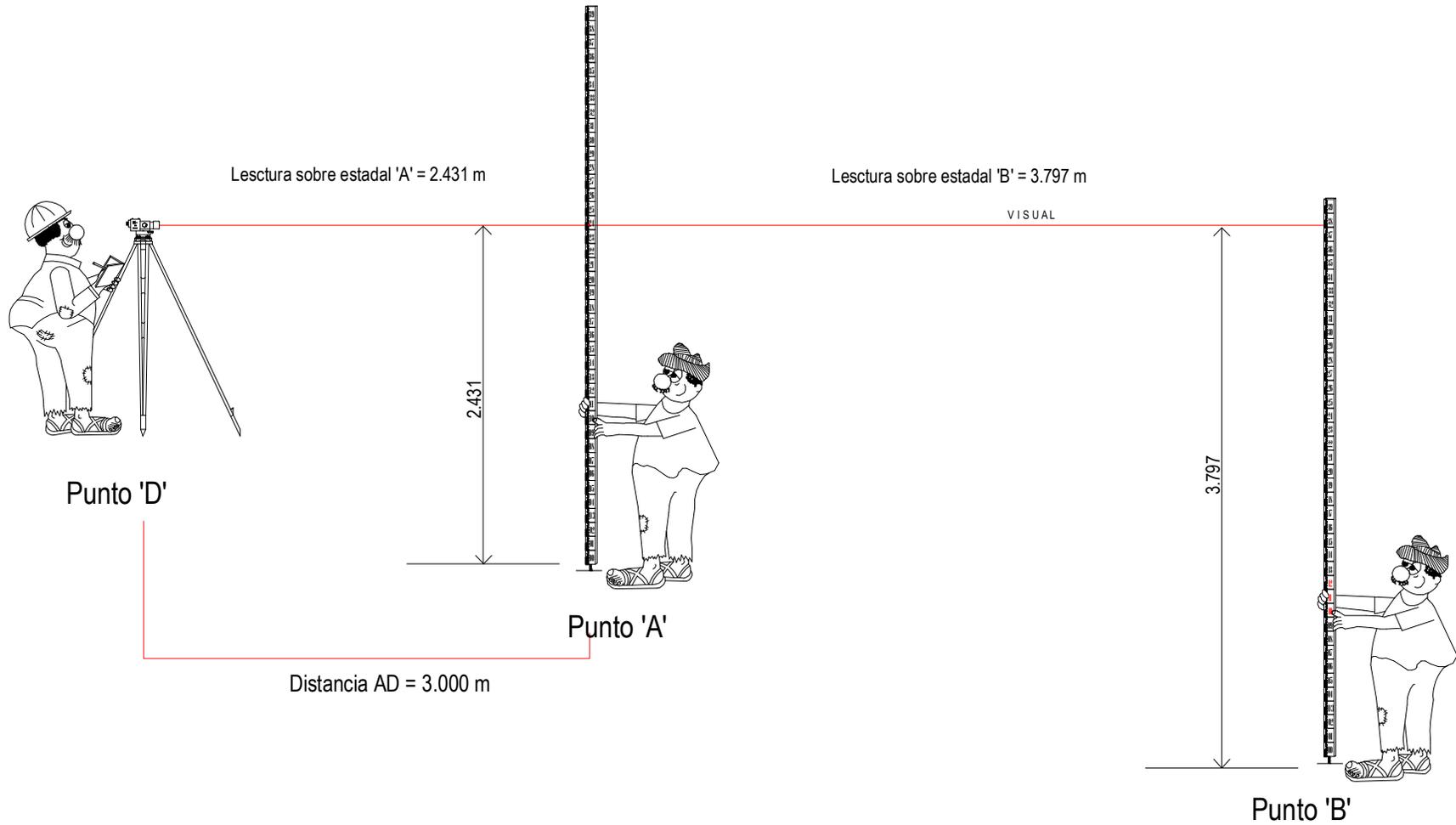


Figura 5.10 *Comprobación de línea de colimación*



#### 5.4- Reconocimiento y elección definitiva de los bancos de nivel

A principios de mes de octubre del 2013, se llevó a cabo el reconocimiento de los bancos de nivel que se habían proyectado sobre el plano topográfico de la FES Acatlán; muchos de ellos fueron ratificados y otros rectificadas en virtud de las características propias de la actividad académica del campus. Este trabajo fue controlado por medio de croquis levantados sobre las libretas de campo haciendo una descripción suficiente de cada uno de ellos. Por otra parte, esta etapa contempla el establecimiento físico de marcas sobre los bancos pre-establecidos y por lo tanto se pintaron y se numeraron con esmalte de color rojo los tornillos de alumbrado público seleccionados para ser utilizados como Bancos de Nivel.

El reconocimiento permitió evaluar en forma directa la factibilidad del anteproyecto de la red de bancos de nivel dentro de la FES Acatlán. Durante esta etapa hubo modificaciones y pequeños ajustes que dependieron de las condiciones individuales de cada uno de los bancos de nivel propuestos, asimismo se aprobaron las normas generales que dieron forma al proyecto definitivo. Los bancos de nivel fueron situados sobre postes de luminarias que ofrecieron mejores condiciones de visibilidad y que estuvieran relativamente cercanos a los Edificios Escolares A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7.

Este proyecto definitivo de la red bancos de nivel fue aprobado por el asesor –Ing. Jorge Díaz González- ya que cumplió con las condiciones propuestas; además de que cada banco de nivel, al ser fácilmente identificable en el campo, se aseguró razonablemente su permanencia y estabilidad.

Los bancos de nivel, al estar ubicados sobre elementos de urbanización, no fue necesario levantar referencias topográficas de ellos. Junto con el croquis correspondiente, se tomaron fotografías para organizar un archivo digital de este levantamiento altimétrico.

En general, la etapa de reconocimiento consistió en operaciones de campo destinadas a verificar sobre el terreno las características definidas por el Diseño, y a resolver las modalidades no previstas en él.



Figura 5.11 Banco de nivel de partida



### 5.5.- Observaciones y cálculos de campo

Las observaciones de campo se integraron por el conjunto de operaciones que se realizaron directamente sobre el terreno para la medida de los desniveles que existen en la red de bancos de nivel de la FES Acatlán.

El instrumento que se utilizó para estas mediciones fue el especificado en la etapa de Diseño del proyecto; es decir, un nivel B-2 automático, estadales telescópicos y cinta de acero de 30 metros. Este equipo, así como el procedimiento de campo empleado, garantizaron la norma de precisión establecida.

#### 5.5.1.- Banco de nivel origen

La nivelación principal inicio en el banco de nivel identificado como B-0 que se encuentra sobre la Av. San Juan Totoltepec frente al acceso sur de la FES Acatlán, con elevación de 2294.222 m. A partir de este banco, y por medio de la nivelación diferencial ida y vuelta comprobada con doble altura de aparato, se determinaron los desniveles de la red de bancos proyectada.

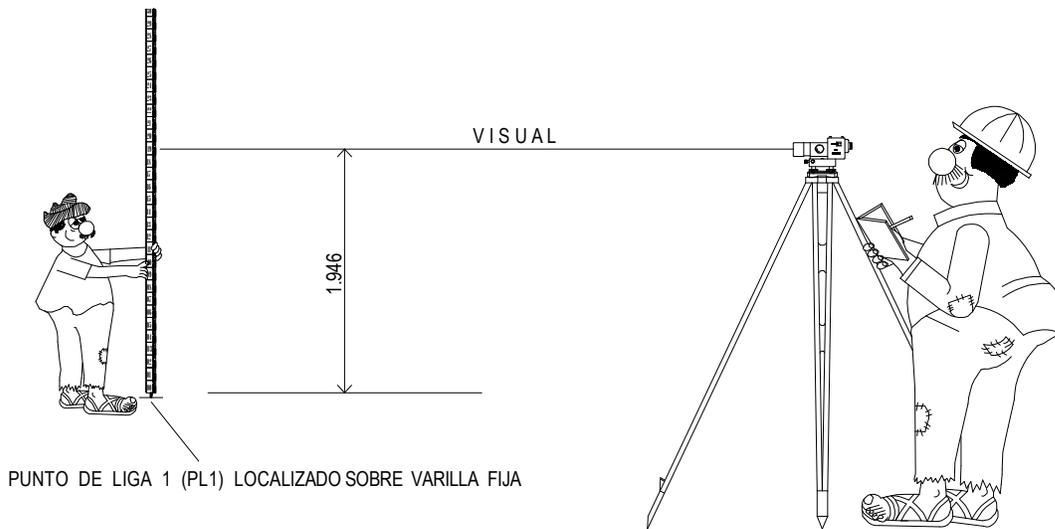


Figura 5.12 Nivelación diferencial

#### 5.5.2.- Cálculos de campo

Los cálculos y comprobaciones de campo, se consideran como parte integral de las observaciones, y se efectuaron inmediatamente al final de las mismas teniendo como propósito verificar la adherencia de los trabajos a las normas establecidas durante la etapa de diseño, en la inteligencia de que toda diferencia mayor a las tolerancias correspondientes tenía que ser corregida de inmediato hasta lograr el acuerdo deseado.



### 5.6.- *Cálculos de gabinete*

Esta etapa se realizó inmediata a la anterior y tuvo por objetivo diseñar todas aquellas operaciones que en forma ordenada y sistemática calculan las correcciones a los desniveles observados, para que la suma algebraica de ellos cumpliera con la siguiente condición:

$$\Sigma \text{ desniveles positivos} + \Sigma \text{ desniveles negativos} = 0$$

Las correcciones aplicadas a cada uno de los tramos nivelados, se calcularon en función de los desniveles que entre cada uno de ellos existía.



### Compensación de red de bancos de nivel

#### Datos

Distancia	2.1303	km	Tolerancia	$\pm$ 0.0175
Distancia	2130.339	m	Kn	0.000589254
En	-0.01650	m		

TRAMO	SIN COMPENSAR				COMPENSADAS		COTAS	Po
	+ H	C	- H	C	+ H	- H		
BN0-BN1	--	--	0.2340	0.0001	--	0.2339	2294.2220	BN0
BN1-BN2	--	--	0.2880	0.0002	--	0.2878	2293.9881	BN1
BN2-BN3	--	--	0.0220	0.0000	--	0.0220	2293.7003	BN2
BN3-BN4	--	--	0.5090	0.0003	--	0.5087	2293.6783	BN3
BN4-BN5	--	--	2.1360	0.0013	--	2.1347	2293.1696	BN4
BN5-BN6	--	--	1.8750	0.0011	--	1.8739	2291.0349	BN5
BN6-BN7	--	--	0.0935	0.0001	--	0.0934	2289.1610	BN6
BN7-BN8	--	--	1.4495	0.0009	--	1.4486	2289.0675	BN7
BN8-BN9	--	--	0.1680	0.0001	--	0.1679	2287.6189	BN8
BN9-BN10	--	--	0.1080	0.0001	--	0.1079	2287.4510	BN9
BN10-BN11	0.3250	0.0002	--	--	0.3252	--	2287.3431	BN10
BN11-BN12	--	--	2.1090	0.0012	--	2.1078	2287.6682	BN11
BN12-BN13	0.3140	0.0002	--	--	0.3142	--	2285.5605	BN12
BN13-BN14	0.4570	0.0003	--	--	0.4573	--	2285.8747	BN13
BN14-BN15	--	--	0.1890	0.0001	--	0.1889	2286.3319	BN14
BN15-BN16	0.4115	0.0002	--	--	0.4117	--	2286.1431	BN15
BN16-BN17	--	--	0.4705	0.0003	--	0.4702	2286.5548	BN16
BN17-BN18	--	--	0.1015	0.0001	--	0.1014	2286.0846	BN17
BN18-BN19	--	--	0.6395	0.0004	--	0.6391	2285.9831	BN18
BN19-BN20	--	--	0.4160	0.0002	--	0.4158	2285.3440	BN19
BN20-BN21	--	--	1.3400	0.0008	--	1.3392	2284.9283	BN20
BN21-BN22	--	--	0.9365	0.0006	--	0.9359	2283.5890	BN21
BN22-BN23	0.2335	0.0001	--	--	0.2336	--	2282.6531	BN22
BN23-BN24	--	--	0.4550	0.0003	--	0.4547	2282.8867	BN23
BN24-BN25	0.3405	0.0002	--	--	0.3407	--	2282.4320	BN24
BN25-BN26	1.5225	0.0009	--	--	1.5234	--	2282.7727	BN25
BN26-BN27	0.4120	0.0002	--	--	0.4122	--	2284.2961	BN26
BN27-BN28	0.6175	0.0004	--	--	0.6179	--	2284.7083	BN27
BN28-BN29	0.9205	0.0005	--	--	0.9210	--	2285.3262	BN28
BN29-BN30	--	--	0.4690	0.0003	--	0.4687	2286.2473	BN29
BN30-BN31	0.7055	0.0004	--	--	0.7059	--	2285.7785	BN30
BN31-BN32	0.0935	0.0001	--	--	0.0936	--	2286.4844	BN31
BN32-BN33	0.7565	0.0004	--	--	0.7569	--	2286.5780	BN32
BN33-BN34	1.5105	0.0009	--	--	1.5114	--	2287.3349	BN33
BN34-BN35	2.2865	0.0013	--	--	2.2878	--	2288.8463	BN34
BN35-BN36	1.9905	0.0012	--	--	1.9917	--	2291.1342	BN35
BN36-BN37	0.2125	0.0001	--	--	0.2126	--	2293.1259	BN36
BN37-BN38	0.4585	0.0003	--	--	0.4588	--	2293.3385	BN37
BN38-BN0	0.4245	0.0003	--	--	0.4248	--	2293.7972	BN38
	--	--	--	--	--	--	2294.2220	BN0
$\Sigma =$	13.99250	0.00825	14.0090	0.00825	14.0007	14.0007	--	



### 5.6.1.- Nivelación de columnas de edificios

Después de haber compensado la red de bancos principal, se establecieron marcas con esmalte rojo sobre cada una de las columnas de 7 edificios académicos de la FES Acatlán, a una altura convenientemente seleccionada para determinar mediante nivelación directa la cota o elevación origen de cada una de ellas. Estas marcas se denominan comúnmente “palomas” y son las referencias físicas para observar topográficamente el comportamiento vertical de cada una de las columnas señaladas. Cabe mencionar, que debido a las características de las estructuras y a las condiciones de visibilidad limitadas por las actividades académicas de la Facultad, las “palomas” no fueron establecidas a una misma altura.

Por ejemplo, las columnas del edificio A-1 fueron niveladas inicialmente el día 12 de noviembre de 2013. A partir del BN07, y de una primera puesta de aparato se nivelaron 5 columnas con elevación de 2289.430; de las columnas 01-06 a la columna 01-11 se nivelaron a partir del BN 06, y a éstas se les determinó la cota 2289.882; de las columnas 01-12 a la 01-15 se nivelaron a partir del BN 34, y a éstas se les determinó la cota 2289.792

Por condiciones de visibilidad, las columnas 01-16 a la 01-24 fueron niveladas a partir del mismo BN34 pero desde otra posición de instrumento. La cota para este grupo de columnas fue de 2289.159; finalmente para nivelar las columnas 01-25 a la 01-32 fue necesario establecer un punto de liga 1 (PL 1) debidamente comprobado de acuerdo al procedimiento de la nivelación de precisión con doble altura de aparato, y la cota asignada a este último grupo de columnas fue de 2289.360

Un proceso similar fue aplicado a los edificios A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7. Los resultados se anexan en los registros de campo que más adelante se anexan a este trabajo.

A partir de estas cotas origen, las “palomas” fueron reniveladas 5 veces durante los meses siguientes. Los resultados se anexan numéricamente y con ellos se elaboraron gráficas para analizar de una mejor manera el comportamiento de las estructuras, que es el objetivo de este estudio.

Es importante mencionar, que las lecturas sobre las columnas fueron realizadas con escalímetro y escuadras de dibujante para asegurar la línea horizontal de colimación y la perpendicularidad de cada una de las lecturas a las “palomas” niveladas.



Figura 5.13 *Visual a BN o PL*



Figura 5.14 *Visual a columna*

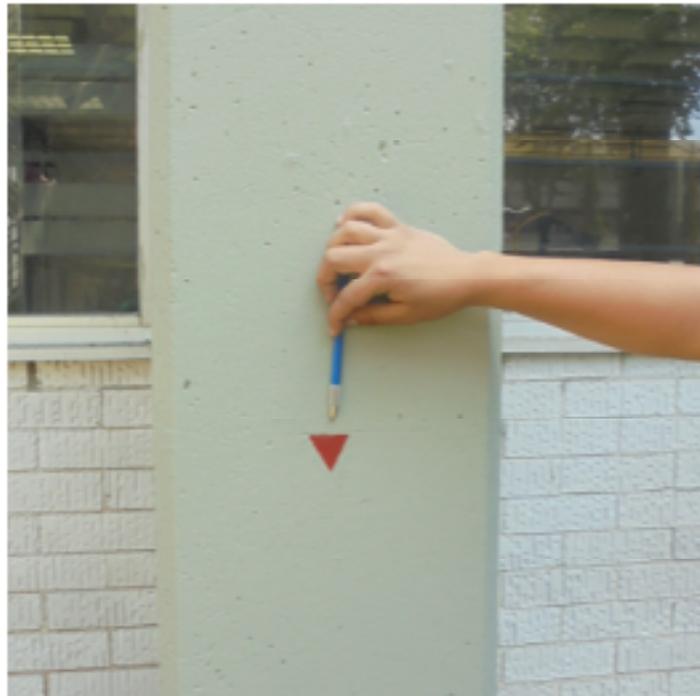


Figura 5.15 *Marca sobre columna*



Figura 5.16 *Toma de lectura sobre columna*



### *5.7.- Evaluación*

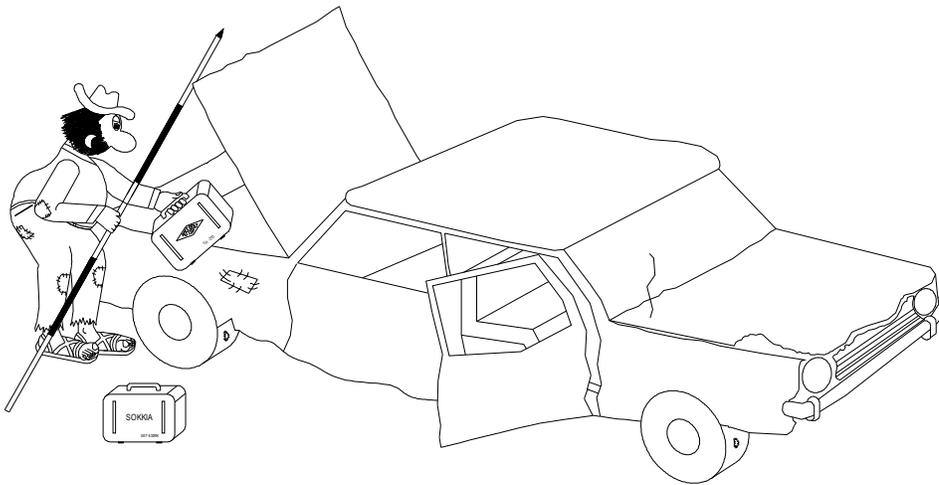
Esta etapa consistió en hacer un análisis en detalle de los resultados del levantamiento, del cálculo y del ajuste de la red de bancos de nivel, así como el de las cotas de las columnas de los edificios a fin de juzgar la eficiencia del levantamiento altimétrico y poder retroalimentar el diseño. Quienes hemos participado en este trabajo consideramos que debiera de continuarse de manera permanente por parte del Programa de Ingeniería Civil y del Gabinete de Topografía para tener información actualizada sobre las cotas de cada una de las “palomas” y poder compararla con los resultados que se presentan en esta tesina. De esta manera se tendría un mejor juicio sobre los movimientos que presenten los edificios de la FES Acatlán, al ser más amplio el período de observación altimétrica.

### *5.8.- Memoria del trabajo*

Al final del trabajo se elaboró una memoria que contiene los datos relacionados con este levantamiento, incluyendo antecedentes, justificación y propósito, criterios de diseño, personal, instrumental y equipo usados, normas, especificaciones y metodologías particulares empleadas, relación de los trabajos de campo con mención de las circunstancias que pudieron haber influido en el desarrollo de los trabajos, elevaciones de los bancos de la red, elevaciones periódicas de las columnas de los 7 edificios analizados, información gráfica complementaria y comentarios según los resultados de la evaluación.



### 5.9.- LECTURAS DE LAS NIVELACIONES EN LAS COLUMNAS DE LOS EDIFICIOS ESCOLARES





### NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES

BRIGADA 1 EDIFICIO A - 1  
FECHA 12/11/2013 ANOTÓ MARCELO FIGUEROA

P.O.	+		-	COTA	NOTAS
BN-07	0.549	2289.617	--	2289.068	
01-01	--	--	0.187	2289.430	
01-02	--	--	0.187	2289.430	
01-03	--	--	0.187	2289.430	
01-04	--	--	0.187	2289.430	
01-05	--	--	0.187	2289.430	
BN-06	0.934	2290.095	--	2289.161	
01-06	--	--	0.213	2289.882	
01-07	--	--	0.213	2289.882	
01-08	--	--	0.213	2289.882	
01-09	--	--	0.213	2289.882	
01-10	--	--	0.213	2289.882	
01-11	--	--	0.213	2289.882	
BN-34	1.053	2289.899	--	2288.846	
01-12	--	--	0.107	2289.792	
01-13	--	--	0.107	2289.792	
01-14	--	--	0.107	2289.792	
01-15	--	--	0.107	2289.792	
BN-34	0.332	2289.178	--	2288.846	
01-16	--	--	0.019	2289.159	
01-17	--	--	0.019	2289.159	
01-18	--	--	0.019	2289.159	
01-19	--	--	0.019	2289.159	
01-20	--	--	0.019	2289.159	
01-21	--	--	0.019	2289.159	
01-22	--	--	0.019	2289.159	
01-23	--	--	0.019	2289.159	
01-24	--	--	0.019	2289.159	
PL-01	1.455	2289.426	--	2287.971	
01-25	--	--	0.066	2289.360	
01-26	--	--	0.066	2289.360	
01-27	--	--	0.066	2289.360	
01-28	--	--	0.066	2289.360	
01-29	--	--	0.066	2289.360	
01-30	--	--	0.066	2289.360	
01-31	--	--	0.066	2289.360	
01-32	--	--	0.066	2289.360	



### NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES

BRIGADA	<u>1</u>	EDIFICIO	<u>A - 2</u>
FECHA	<u>12/11/2013</u>	ANOTÓ	<u>MARCELO FIGUEROA</u>

P.O.	+	↕	-	COTA	NOTAS
BN-33	1.354	2288.689	--	2287.335	
02-01	--	--	0.134	2288.555	
02-02	--	--	0.134	2288.555	
02-03	--	--	0.134	2288.555	
02-04	--	--	0.134	2288.555	
02-05	--	--	0.134	2288.555	
02-06	--	--	0.134	2288.555	
02-07	--	--	0.134	2288.555	
02-08	--	--	0.134	2288.555	
PL-02	2.092	2288.483	--	2286.391	
02-09	--	--	0.039	2288.444	
02-10	--	--	0.039	2288.444	
BN-31	1.649	2288.133	--	2286.484	
02-11	--	--	0.135	2287.998	
02-12	--	--	0.135	2287.998	
02-13	--	--	0.135	2287.998	
02-14	--	--	0.135	2287.998	
02-15	--	--	0.135	2287.998	
02-16	--	--	0.135	2287.998	
02-17	--	--	0.135	2287.998	
02-18	--	--	0.135	2287.998	
02-19	--	--	0.135	2287.998	
02-20	--	--	0.135	2287.998	
02-21	--	--	0.135	2287.998	
02-22	--	--	0.135	2287.998	
PL-01	0.411	2288.382	--	2287.971	
02-23	--	--	0.190	2288.192	
02-24	--	--	0.190	2288.192	
02-25	--	--	0.190	2288.192	
02-26	--	--	0.190	2288.192	
02-27	--	--	0.190	2288.192	
02-28	--	--	0.190	2288.192	
02-29	--	--	0.190	2288.192	



### NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES

BRIGADA	1	EDIFICIO	A - 3
FECHA	12/11/2013	ANOTÓ	MARCELO FIGUEROA

P.O.	+		-	COTA	NOTAS
PL-04	1.481	2287.703	--	2286.222	
03-01	--	--	0.057	2287.646	
03-02	--	--	0.057	2287.646	
03-03	--	--	0.057	2287.646	
03-04	--	--	0.057	2287.646	
03-05	--	--	0.057	2287.646	
BN-32	1.445	2288.023	--	2286.578	
03-06	--	--	0.200	2287.823	
03-07	--	--	0.200	2287.823	
03-08	--	--	0.200	2287.823	
03-09	--	--	0.200	2287.823	
03-10	--	--	0.200	2287.823	
PL-03	1.682	2287.322	--	2285.640	
03-11	--	--	0.208	2287.114	
03-12	--	--	0.208	2287.114	
03-13	--	--	0.208	2287.114	
PL-03	1.851	2287.491	--	2285.640	
03-14	--	--	0.264	2287.227	
03-15	--	--	0.264	2287.227	
03-16	--	--	0.264	2287.227	
03-17	--	--	0.264	2287.227	
03-18	--	--	0.264	2287.227	
03-19	--	--	0.264	2287.227	
03-20	--	--	0.264	2287.227	
03-21	--	--	0.264	2287.227	
PL-03	1.447	2287.087	--	2285.640	
03-22	--	--	0.128	2286.959	
03-23	--	--	0.128	2286.959	
03-24	--	--	0.128	2286.959	
03-25	--	--	0.128	2286.959	
03-26	--	--	0.128	2286.959	
03-27	--	--	0.128	2286.959	
03-28	--	--	0.128	2286.959	
03-29	--	--	0.128	2286.959	



**NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES**

BRIGADA 1 EDIFICIO A - 4  
FECHA 12/11/2013 ANOTÓ ISRAEL RODRÍGUEZ

P.O.	+		-	COTA	NOTAS
BN-09	1.335	2288.786	--	2287.451	
04-01	--	--	0.117	2288.669	
04-02	--	--	0.117	2288.669	
04-03	--	--	0.117	2288.669	
04-04	--	--	0.117	2288.669	
04-05	--	--	0.117	2288.669	
BN-08	1.223	2288.842	--	2287.619	
04-06	--	--	0.208	2288.634	
04-07	--	--	0.208	2288.634	
04-08	--	--	0.208	2288.634	
04-09	--	--	0.208	2288.634	
04-10	--	--	0.208	2288.634	
PL-04	1.799	2288.021	--	2286.222	
04-11	0.222	--	--	2288.243	
04-12	0.222	--	--	2288.243	
04-13	0.222	--	--	2288.243	
04-14	0.222	--	--	2288.243	
04-15	0.222	--	--	2288.243	
04-16	0.222	--	--	2288.243	
04-17	0.222	--	--	2288.243	
04-18	0.222	--	--	2288.243	
04-19	0.222	--	--	2288.243	
04-20	0.222	--	--	2288.243	
04-21	0.222	--	--	2288.243	
04-22	0.222	--	--	2288.243	
04-23	0.222	--	--	2288.243	
04-24	0.222	--	--	2288.243	
04-25	0.222	--	--	2288.243	
BN-10	1.221	2288.564	--	2287.343	
04-26	--	--	0.322	2288.242	
04-27	--	--	0.322	2288.242	
04-28	--	--	0.322	2288.242	
04-29	--	--	0.322	2288.242	



### NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES

BRIGADA 1 EDIFICIO A - 5  
FECHA 19/11/2013 ANOTÓ ISRAEL RODRÍGUEZ

P.O.	+	$\nabla$	-	COTA	NOTAS
PL-08	1.553	2288.982	--	2287.429	
05-01	--	--	0.153	2288.829	
05-02	--	--	0.153	2288.829	
05-03	--	--	0.153	2288.829	
05-04	--	--	0.153	2288.829	
05-05	--	--	0.153	2288.829	
05-06	--	--	0.153	2288.829	
05-07	--	--	0.153	2288.829	
05-08	--	--	0.153	2288.829	
05-09	--	--	0.153	2288.829	
05-10	--	--	0.151	2288.829	
BN-11	0.573	2288.241	--	2287.668	
05-11	0.180	--	--	2288.421	
05-12	0.180	--	--	2288.421	
05-13	0.180	--	--	2288.421	
05-14	0.180	--	--	2288.421	
05-15	0.180	--	--	2288.421	
05-16	0.131	--	--	2288.372	
PL-07	1.680	2288.601	--	2286.921	
05-17	--	--	0.103	2288.498	
05-18	--	--	0.103	2288.498	
PL-07	1.679	2288.600	--	2286.921	
05-19	--	--	0.124	2288.476	
05-20	--	--	0.124	2288.476	
05-21	--	--	0.124	2288.476	
05-22	--	--	0.124	2288.476	
05-23	--	--	0.124	2288.476	
05-24	--	--	0.124	2288.476	
05-25	--	--	0.124	2288.476	
PL-07	1.871	2288.792	--	2286.921	
05-26	--	--	0.010	2288.782	
05-27	--	--	0.010	2288.782	
05-28	--	--	0.010	2288.782	
05-29	--	--	0.010	2288.782	



**NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES**

BRIGADA 1 EDIFICIO A - 6  
FECHA 19/11/2014 ANOTÓ CARLOS IBARRA

P.O.	+		-	COTA	NOTAS
BN-11	0.332	2288.000	--	2287.668	
06-01	--	--	0.249	2287.751	
06-02	--	--	0.249	2287.751	
06-03	--	--	0.249	2287.751	
06-04	--	--	0.249	2287.751	
BN-10	0.510	2287.853	--	2287.343	
06-05	--	--	0.127	2287.726	
06-06	--	--	0.127	2287.726	
06-07	--	--	0.127	2287.726	
06-08	--	--	0.127	2287.726	
06-09	--	--	0.127	2287.726	
06-10	--	--	0.127	2287.726	
PL-04	1.159	2287.381	--	2286.222	
06-11	--	--	0.077	2287.304	
06-12	--	--	0.077	2287.304	
06-13	--	--	0.077	2287.304	
06-14	--	--	0.077	2287.304	
06-15	--	--	0.077	2287.304	
06-16	--	--	0.077	2287.304	
06-17	--	--	0.077	2287.304	
PL-05	1.771	2287.477	--	2285.706	
06-18	--	--	0.282	2287.195	
06-19	--	--	0.282	2287.195	
06-20	--	--	0.282	2287.195	
06-21	--	--	0.282	2287.195	
06-22	--	--	0.282	2287.195	
06-23	--	--	0.282	2287.195	
06-24	--	--	0.282	2287.195	
06-25	--	--	0.282	2287.195	
06-26	--	--	0.282	2287.195	
PL-05	1.579	2287.285	--	2285.706	
06-27	--	--	0.252	2287.033	
06-28	--	--	0.252	2287.033	
06-29	--	--	0.252	2287.033	



**NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES**

BRIGADA	1	EDIFICIO	A - 7
FECHA	19/11/2013	ANOTÓ	CARLOS IBARRA

P.O.	+	$\nabla$	-	COTA	NOTAS
PL-06	1.451	2288.019	--	2286.568	
07-01	--	--	0.241	2287.778	
07-02	--	--	0.241	2287.778	
07-03	--	--	0.241	2287.778	
07-04	--	--	0.241	2287.778	
07-05	--	--	0.241	2287.778	
07-06	--	--	0.241	2287.778	
PL-07	1.480	2288.401	--	2286.921	
07-07	--	--	0.251	2288.150	
07-08	--	--	0.251	2288.150	
07-09	--	--	0.251	2288.150	
07-10	--	--	0.251	2288.150	
07-11	--	--	0.251	2288.150	
BN-12	2.333	2287.894	--	2285.561	
07-12	--	--	0.085	2287.809	
07-13	--	--	0.085	2287.809	
07-14	--	--	0.085	2287.809	
07-15	--	--	0.085	2287.809	
07-16	--	--	0.085	2287.809	
BN-12	2.157	2287.718	--	2285.561	
07-17	--	--	0.120	2287.598	
07-18	--	--	0.120	2287.598	
07-19	--	--	0.120	2287.598	
07-20	--	--	0.120	2287.598	
07-21	--	--	0.120	2287.598	
07-22	--	--	0.120	2287.598	
07-23	--	--	0.120	2287.598	
07-24	--	--	0.120	2287.598	
BN-12	2.214	2287.775	--	2285.561	
07-25	--	--	0.217	2287.558	
07-26	--	--	0.217	2287.558	
07-27	--	--	0.217	2287.558	
07-28	--	--	0.217	2287.558	
07-29	--	--	0.217	2287.558	
07-30	--	--	0.217	2287.558	
07-31	--	--	0.217	2287.558	



**NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES**

BRIGADA 1 EDIFICIO A - 1  
FECHA 28/01/2014 ANOTÓ PEDRO CORTÉS

P.O.	+		-	COTA	NOTAS
BN-07	0.607	2289.675	--	2289.068	
01-01	--	--	0.246	2289.429	
01-02	--	--	0.244	2289.431	
01-03	--	--	0.243	2289.432	
01-04	--	--	0.243	2289.432	
01-05	--	--	0.244	2289.431	
BN-06	0.772	2289.933	--	2289.161	
01-06	--	--	0.052	2289.882	
01-07	--	--	0.049	2289.884	
01-08	--	--	0.048	2289.886	
01-09	--	--	0.048	2289.886	
01-10	--	--	0.050	2289.884	
01-11	--	--	0.052	2289.881	
BN-34	1.035	2289.881	--	2288.846	
01-12	--	--	0.089	2289.792	
01-13	--	--	0.088	2289.793	
01-14	--	--	0.088	2289.793	
01-15	--	--	0.087	2289.794	
BN-34	0.397	2289.243	--	2288.846	
01-16	--	--	0.085	2289.158	
01-17	--	--	0.084	2289.159	
01-18	--	--	0.084	2289.159	
01-19	--	--	0.080	2289.163	
01-20	--	--	0.084	2289.159	
01-21	--	--	0.084	2289.159	
01-22	--	--	0.084	2289.159	
BN-34	0.552	2289.398	--	2288.846	
01-23	--	--	0.239	2289.159	
01-24	--	--	0.240	2289.158	
PL-01	1.411	2289.382	--	2287.971	
01-25	--	--	0.022	2289.360	
01-26	--	--	0.022	2289.360	
01-27	--	--	0.021	2289.361	
01-28	--	--	0.021	2289.361	
01-29	--	--	0.021	2289.361	
01-30	--	--	0.021	2289.361	
01-31	--	--	0.021	2289.361	
01-32	--	--	0.021	2289.361	



### NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES

BRIGADA 1 EDIFICIO A - 2  
 FECHA 28/01/2014 ANOTÓ PEDRO CORTÉS

P.O.	+		-	COTA	NOTAS
BN-33	1.320	2288.655	--	2287.335	
02-01	--	--	0.101	2288.554	
02-02	--	--	0.100	2288.555	
02-03	--	--	0.100	2288.555	
02-04	--	--	0.100	2288.555	
02-05	--	--	0.099	2288.556	
02-06	--	--	0.099	2288.556	
02-07	--	--	0.100	2288.555	
02-08	--	--	0.100	2288.555	
PL-02	2.235	2288.626	--	2286.391	
02-09	--	--	0.182	2288.444	
02-10	--	--	0.182	2288.444	
BN-31	1.686	2288.170	--	2286.484	
02-11	--	--	0.171	2287.999	
02-12	--	--	0.171	2287.999	
02-13	--	--	0.171	2287.999	
02-14	--	--	0.172	2287.998	
02-15	--	--	0.171	2287.999	
02-16	--	--	0.169	2288.001	
02-17	--	--	0.171	2287.999	
02-18	--	--	0.170	2288.000	
02-19	--	--	0.171	2287.999	
02-20	--	--	0.169	2288.001	
02-21	--	--	0.171	2287.999	
02-22	--	--	0.168	2288.002	
PL-01	0.311	2288.282	--	2287.971	
02-23	--	--	0.090	2288.192	
02-24	--	--	0.088	2288.194	
02-25	--	--	0.090	2288.192	
02-26	--	--	0.090	2288.192	
02-27	--	--	0.089	2288.193	
02-28	--	--	0.089	2288.193	
02-29	--	--	0.089	2288.193	



### NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES

BRIGADA 1 EDIFICIO A - 3  
 FECHA 28/01/2014 ANOTÓ PEDRO CORTÉS

P.O.	+		-	COTA	NOTAS
PL-04	1.450	2287.672	--	2286.222	
03-01	--	--	0.027	2287.645	
03-02	--	--	0.027	2287.645	
03-03	--	--	0.029	2287.643	
03-04	--	--	0.028	2287.644	
PL-04	1.312	2287.534	--	2286.222	
03-05	0.108	--	--	2287.642	
BN-32	1.279	2287.857	--	2286.578	
03-06	--	--	0.034	2287.823	
03-07	--	--	0.033	2287.824	
03-08	--	--	0.033	2287.824	
03-09	--	--	0.033	2287.824	
03-10	--	--	0.033	2287.824	
PL-03	1.697	2287.337	--	2285.640	
03-11	--	--	0.223	2287.114	
03-12	--	--	0.221	2287.116	
03-13	--	--	0.221	2287.116	
03-14	--	--	0.108	2287.229	
03-15	--	--	0.109	2287.228	
03-16	--	--	0.108	2287.229	
03-17	--	--	0.108	2287.229	
03-18	--	--	0.108	2287.229	
03-19	--	--	0.109	2287.228	
03-20	--	--	0.109	2287.228	
03-21	--	--	0.109	2287.228	
PL-03	1.370	2287.010	--	2285.640	
03-22	--	--	0.049	2286.961	
03-23	--	--	0.049	2286.961	
03-24	--	--	0.048	2286.962	
03-25	--	--	0.049	2286.961	
03-26	--	--	0.048	2286.962	
03-27	--	--	0.047	2286.963	
03-28	--	--	0.047	2286.963	
03-29	--	--	0.048	2286.962	



**NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES**

BRIGADA 1 EDIFICIO A - 5  
FECHA 03/02/2014 ANOTÓ ISRAEL RODRÍGUEZ

P.O.	+	$\nabla$	-	COTA	NOTA
PL-08	1.516	2288.945	--	2287.429	
05-01	--	--	0.115	2288.830	
PL-08	1.516	2288.945		2287.429	
05-02	--	--	0.115	2288.830	
05-03	--	--	0.115	2288.830	
05-04	--	--	0.116	2288.829	
05-05	--	--	0.117	2288.828	
05-06	--	--	0.117	2288.828	
05-07	--	--	0.116	2288.829	
05-08	--	--	0.116	2288.829	
05-09	--	--	0.115	2288.830	
PL-08	1.532	2288.961	--	2287.429	
05-10	--	--	0.130	2288.831	
BN-11	0.497	2288.165	--	2287.668	
05-11	0.260	--	--	2288.425	
05-12	0.260	--	--	2288.425	
05-13	0.259	--	--	2288.424	
05-14	0.259	--	--	2288.424	
05-15	0.260	--	--	2288.425	
05-16	0.210		--	2288.375	
PL-07	1.478	2288.399	--	2286.921	
05-17	0.103	--	--	2288.502	
05-18	0.101	--	--	2288.500	
PL-07	1.610	2288.531	--	2286.921	
05-19	--	--	0.052	2288.479	
05-20	--	--	0.052	2288.479	
05-21	--	--	0.051	2288.480	
05-22	--	--	0.050	2288.481	
05-23	--	--	0.050	2288.481	
05-24	--	--	0.050	2288.481	
05-25	--	--	0.050	2288.481	
PL-07	1.843	2288.764	--	2286.921	
05-26	0.020	--	--	2288.784	
05-27	0.020	--	--	2288.784	
05-28	0.020	--	--	2288.784	
05-29	0.019	--	--	2288.783	



### NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES

BRIGADA 1 EDIFICIO A - 6  
 FECHA 03/02/2014 ANOTÓ CARLOS IBARRA

P.O.	+		-	COTA	NOTAS
BN-11	0.371	2288.039	--	2287.668	
06-01	--	--	0.2870	2287.752	
06-02	--	--	0.2880	2287.751	
06-03	--	--	0.2880	2287.751	
06-04	--	--	0.2880	2287.751	
BN-10	0.609	2287.952	--	2287.343	
06-05	--	--	0.2230	2287.729	
06-06	--	--	0.2230	2287.729	
06-07	--	--	0.2230	2287.729	
06-08	--	--	0.2210	2287.731	
06-09	--	--	0.2220	2287.730	
06-10	--	--	0.2220	2287.730	
PL-04	1.261	2287.483	--	2286.222	
06-11	--	--	0.1790	2287.304	
06-12	--	--	0.1790	2287.304	
06-13	--	--	0.1790	2287.304	
06-14	--	--	0.1780	2287.305	
06-15	--	--	0.1780	2287.305	
06-16	--	--	0.1770	2287.306	
06-17	--	--	0.1770	2287.306	
06-18	--	--	0.2870	2287.196	
PL-04	1.157	2287.379	--	2286.222	
06-19	--	--	0.1820	2287.197	
06-20	--	--	0.1830	2287.196	
06-21	--	--	0.1830	2287.196	
06-22	--	--	0.1830	2287.196	
06-23	--	--	0.1830	2287.196	
06-24	--	--	0.1830	2287.196	
06-25	--	--	0.1820	2287.197	
06-26	--	--	0.1830	2287.196	
PL-05	1.480	2287.186	--	2285.706	
06-27	--	--	0.1510	2287.035	
06-28	--	--	0.1510	2287.035	
06-29	--	--	0.1500	2287.036	



**NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES**

BRIGADA 1 EDIFICIO A - 7  
 FECHA 14/02/2014 ANOTÓ CARLOS IBARRA

P.O.	+		-	COTA	NOTAS
PL-06	1.322	2287.890	--	2286.568	
07-01	--	--	0.1110	2287.779	
07-02	--	--	0.1120	2287.778	
07-03	--	--	0.1140	2287.776	
07-04	--	--	0.1140	2287.776	
07-05	--	--	0.1130	2287.777	
07-06	--	--	0.1130	2287.777	
PL-07	1.389	2288.310	--	2286.921	
07-07	--	--	0.1600	2288.150	
07-08	--	--	0.1600	2288.150	
07-09	--	--	0.1600	2288.150	
07-10	--	--	0.1610	2288.149	
07-11	--	--	0.1600	2288.150	
BN-12	2.305	2287.866	--	2285.561	
07-12	--	--	0.0570	2287.809	
07-13	--	--	0.0570	2287.809	
07-14	--	--	0.0570	2287.809	
07-15	--	--	0.0570	2287.809	
07-16	--	--	0.0580	2287.808	
BN-12	2.110	2287.671	--	2285.561	
07-17	--	--	0.0720	2287.599	
07-18	--	--	0.0720	2287.599	
07-19	--	--	0.0720	2287.599	
07-20	--	--	0.0720	2287.599	
07-21	--	--	0.0730	2287.598	
07-22	--	--	0.0730	2287.598	
07-23	--	--	0.0720	2287.599	
07-24	--	--	0.0730	2287.598	
BN-12	2.035	2287.596	--	2285.561	
07-25	--	--	0.0380	2287.558	
07-26	--	--	0.0380	2287.558	
07-27	--	--	0.0370	2287.559	
07-28	--	--	0.0370	2287.559	
07-29	--	--	0.0370	2287.559	
07-30	--	--	0.0370	2287.559	
07-31	--	--	0.0370	2287.559	



### NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES

BRIGADA 1 EDIFICIO A - 1  
 FECHA 17/02/2014 ANOTÓ CARLOS IBARRA

P.O.	+		-	COTA	NOTAS
BN-07	0.541	2289.609	--	2289.068	
01-01	--	--	0.177	2289.432	
01-02	--	--	0.175	2289.434	
01-03	--	--	0.174	2289.435	
01-04	--	--	0.174	2289.435	
01-05	--	--	0.175	2289.434	
BN-06	0.856	2290.017	--	2289.161	
01-06	--	--	0.132	2289.885	
01-07	--	--	0.130	2289.887	
01-08	--	--	0.129	2289.888	
01-09	--	--	0.129	2289.888	
01-10	--	--	0.131	2289.886	
01-11	--	--	0.132	2289.885	
BN-34	1.019	2289.865	--	2288.846	
01-12	--	--	0.073	2289.792	
01-13	--	--	0.073	2289.792	
01-14	--	--	0.072	2289.793	
01-15	--	--	0.072	2289.793	
BN-34	0.501	2289.347	--	2288.846	
01-16	--	--	0.188	2289.159	
01-17	--	--	0.188	2289.159	
01-18	--	--	0.187	2289.160	
01-19	--	--	0.187	2289.160	
01-20	--	--	0.187	2289.160	
01-21	--	--	0.187	2289.160	
01-22	--	--	0.187	2289.160	
BN-34	0.319	2289.165	--	2288.846	
01-23	--	--	0.006	2289.159	
01-24	--	--	0.006	2289.159	
PL-01	1.515	2289.486	--	2287.971	
01-25	--	--	0.125	2289.361	
01-26	--	--	0.125	2289.361	
01-27	--	--	0.125	2289.361	
01-28	--	--	0.125	2289.361	
01-29	--	--	0.124	2289.362	
01-30	--	--	0.124	2289.362	
01-31	--	--	0.124	2289.362	
01-32	--	--	0.124	2289.362	



### NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES

BRIGADA 1 EDIFICIO A - 2  
 FECHA 21/02/2014 ANOTÓ MARCELO FIGUEROA

P.O.	+		-	COTA	NOTAS
BN-33	1.259	2288.594	--	2287.335	
02-01	--	--	0.039	2288.555	
02-02	--	--	0.038	2288.556	
02-03	--	--	0.038	2288.556	
02-04	--	--	0.038	2288.556	
02-05	--	--	0.038	2288.556	
02-06	--	--	0.038	2288.556	
02-07	--	--	0.039	2288.555	
02-08	--	--	0.039	2288.555	
PL-02	2.180	2288.571	--	2286.391	
02-09	--	--	0.127	2288.444	
02-10	--	--	0.127	2288.444	
BN-31	1.576	2288.060	--	2286.484	
02-11	--	--	0.061	2287.999	
02-12	--	--	0.061	2287.999	
02-13	--	--	0.060	2288.000	
02-14	--	--	0.061	2287.999	
02-15	--	--	0.060	2288.000	
02-16	--	--	0.059	2288.001	
02-17	--	--	0.060	2288.000	
02-18	--	--	0.059	2288.001	
02-19	--	--	0.059	2288.001	
02-20	--	--	0.059	2288.001	
02-21	--	--	0.060	2288.000	
02-22	--	--	0.059	2288.001	
PL-01	0.290	2288.261	--	2287.971	
02-23	--	--	0.069	2288.192	
02-24	--	--	0.068	2288.193	
02-25	--	--	0.069	2288.192	
02-26	--	--	0.069	2288.192	
02-27	--	--	0.068	2288.193	
02-28	--	--	0.068	2288.193	
02-29	--	--	0.068	2288.193	



### NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES

BRIGADA 1 EDIFICIO A - 3  
 FECHA 07/03/2014 ANOTÓ MARCELO FIGUEROA

P.O.	+	$\nabla$	-	COTA	NOTAS
PL-04	1.444	2287.666	--	2286.222	
03-01	--	--	0.020	2287.646	
03-02	--	--	0.020	2287.646	
03-03	--	--	0.021	2287.645	
03-04	--	--	0.022	2287.644	
03-05	--	--	0.024	2287.642	
BN-32	1.302	2287.880	--	2286.578	
03-06	--	--	0.058	2287.822	
03-07	--	--	0.057	2287.823	
03-08	--	--	0.057	2287.823	
03-09	--	--	0.057	2287.823	
03-10	--	--	0.056	2287.824	
PL-03	1.640	2287.280	--	2285.640	
03-11	--	--	0.166	2287.114	
03-12	--	--	0.167	2287.113	
03-13	--	--	0.167	2287.113	
03-14	--	--	0.054	2287.226	
03-15	--	--	0.055	2287.225	
03-16	--	--	0.054	2287.226	
03-17	--	--	0.055	2287.225	
03-18	--	--	0.055	2287.225	
03-19	--	--	0.055	2287.225	
03-20	--	--	0.055	2287.225	
03-21	--	--	0.055	2287.225	
PL-03	1.442	2287.082	--	2285.640	
03-22	--	--	0.121	2286.961	
03-23	--	--	0.121	2286.961	
03-24	--	--	0.120	2286.962	
03-25	--	--	0.120	2286.962	
03-26	--	--	0.120	2286.962	
03-27	--	--	0.120	2286.962	
03-28	--	--	0.120	2286.962	
03-29	--	--	0.120	2286.962	



### NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES

BRIGADA 1 EDIFICIO A - 4  
FECHA 07/03/2014 ANOTÓ MARCELO FIGUEROA

P.O.	+	$\nabla$	-	COTA	NOTA
BN-09	1.261	2288.712	--	2287.451	
04-01	--	--	0.042	2288.670	
04-02	--	--	0.042	2288.670	
04-03	--	--	0.041	2288.671	
04-04	--	--	0.041	2288.671	
04-05	--	--	0.042	2288.670	
BN-08	1.119	2288.738	--	2287.619	
04-06	--	--	0.106	2288.632	
04-07	--	--	0.105	2288.633	
04-08	--	--	0.104	2288.634	
04-09	--	--	0.105	2288.633	
04-10	--	--	0.105	2288.633	
PL-04	1.915	2288.137	--	2286.222	
04-11	0.105	--	--	2288.242	
04-12	0.105	--	--	2288.242	
04-13	0.104	--	--	2288.241	
04-14	0.104	--	--	2288.241	
04-15	0.105	--	--	2288.242	
04-16	0.105	--	--	2288.242	
04-17	0.104	--	--	2288.241	
04-18	0.104	--	--	2288.241	
BN-10	0.866	2288.209	--	2287.343	
04-19	0.030	--	--	2288.239	
04-20	0.031	--	--	2288.240	
04-21	0.032	--	--	2288.241	
04-22	0.032	--	--	2288.241	
BN-10	0.967	2288.310	--	2287.343	
04-23	--	--	0.067	2288.243	
04-24	--	--	0.066	2288.244	
04-25	--	--	0.066	2288.244	
04-26	--	--	0.066	2288.244	
04-27	--	--	0.067	2288.243	
04-28	--	--	0.066	2288.244	
04-29	--	--	0.067	2288.243	



### NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES

BRIGADA 1 EDIFICIO A - 5  
 FECHA 07/03/2014 ANOTÓ PEDRO CORTÉS

P.O.	+		-	COTA	NOTAS
PL-08	1.569	2288.998	--	2287.429	
05-01	--	--	0.168	2288.830	
05-02	--	--	0.168	2288.830	
05-03	--	--	0.169	2288.829	
05-04	--	--	0.169	2288.829	
05-05	--	--	0.170	2288.828	
05-06	--	--	0.170	2288.828	
05-07	--	--	0.169	2288.829	
05-08	--	--	0.169	2288.829	
05-09	--	--	0.168	2288.830	
05-10	--	--	0.168	2288.830	
BN-11	0.590	2288.258	--	2287.668	
05-11	0.165	--	--	2288.423	
05-12	0.166	--	--	2288.424	
05-13	0.165	--	--	2288.423	
05-14	0.165	--	--	2288.423	
05-15	0.166	--	--	2288.424	
05-16	0.116	--	--	2288.374	
PL-07	1.602	2288.523	--	2286.921	
05-17	--	--	0.023	2288.500	
05-18	--	--	0.024	2288.499	
PL-07	1.713	2288.634	--	2286.921	
05-19	--	--	0.154	2288.480	
05-20	--	--	0.155	2288.479	
05-21	--	--	0.155	2288.479	
05-22	--	--	0.154	2288.480	
05-23	--	--	0.155	2288.479	
05-24	--	--	0.153	2288.481	
05-25	--	--	0.154	2288.480	
PL-07	1.910	2288.831	--	2286.921	
05-26	--	--	0.047	2288.784	
05-27	--	--	0.048	2288.783	
05-28	--	--	0.047	2288.784	
05-29	--	--	0.048	2288.783	



### NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES

BRIGADA 1 EDIFICIO A - 6  
 FECHA 14/03/2014 ANOTÓ PEDRO CORTÉS

P.O.	+		-	COTA	NOTAS
BN-11	0.295	2287.963	--	2287.668	
06-01	--	--	0.211	2287.752	
06-02	--	--	0.212	2287.751	
06-03	--	--	0.212	2287.751	
06-04	--	--	0.211	2287.752	
BN-10	0.601	2287.944	--	2287.343	
06-05	--	--	0.216	2287.728	
06-06	--	--	0.216	2287.728	
06-07	--	--	0.216	2287.728	
06-08	--	--	0.215	2287.729	
06-09	--	--	0.215	2287.729	
06-10	--	--	0.215	2287.729	
PL-04	1.216	2287.438	--	2286.222	
06-11	--	--	0.133	2287.305	
06-12	--	--	0.133	2287.305	
06-13	--	--	0.132	2287.306	
06-14	--	--	0.132	2287.306	
06-15	--	--	0.132	2287.306	
06-16	--	--	0.132	2287.306	
06-17	--	--	0.131	2287.307	
06-18	--	--	0.240	2287.198	
06-19	--	--	0.241	2287.197	
06-20	--	--	0.243	2287.195	
PL-05	1.590	2287.296	--	2285.706	
06-21	--	--	0.100	2287.196	
06-22	--	--	0.100	2287.196	
06-23	--	--	0.100	2287.196	
06-24	--	--	0.100	2287.196	
06-25	--	--	0.099	2287.197	
06-26	--	--	0.099	2287.197	
PL-05	1.433	2287.139	--	2285.706	
06-27	--	--	0.106	2287.033	
06-28	--	--	0.105	2287.034	
06-29	--	--	0.105	2287.034	



### NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES

BRIGADA 1 EDIFICIO A - 7  
FECHA 14/03/2014 ANOTÓ MARCELO FIGUEROA

P.O.	+		-	COTA	NOTAS
PL-06	1.313	2287.881	--	2286.568	
07-01	--	--	0.103	2287.778	
07-02	--	--	0.104	2287.777	
07-03	--	--	0.106	2287.775	
07-04	--	--	0.105	2287.776	
07-05	--	--	0.104	2287.777	
07-06	--	--	0.102	2287.779	
PL-07	1.407	2288.328	--	2286.921	
07-07	--	--	0.178	2288.150	
07-08	--	--	0.179	2288.149	
07-09	--	--	0.179	2288.149	
07-10	--	--	0.179	2288.149	
07-11	--	--	0.178	2288.150	
BN-12	2.355	2287.916	--	2285.561	
07-12	--	--	0.109	2287.807	
07-13	--	--	0.110	2287.806	
07-14	--	--	0.110	2287.806	
07-15	--	--	0.110	2287.806	
07-16	--	--	0.110	2287.806	
BN-12	2.126	2287.687	--	2285.561	
07-17	--	--	0.089	2287.598	
07-18	--	--	0.090	2287.597	
07-19	--	--	0.090	2287.597	
07-20	--	--	0.090	2287.597	
07-21	--	--	0.090	2287.597	
07-22	--	--	0.090	2287.597	
07-23	--	--	0.089	2287.598	
07-24	--	--	0.089	2287.598	
BN-12	2.124	2287.685	--	2285.561	
07-25	--	--	0.127	2287.558	
07-26	--	--	0.127	2287.558	
07-27	--	--	0.128	2287.557	
07-28	--	--	0.129	2287.556	
07-29	--	--	0.129	2287.556	
07-30	--	--	0.129	2287.556	
07-31	--	--	0.127	2287.558	



### NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES

BRIGADA 1 EDIFICIO A - 1  
 FECHA 21/03/2014 ANOTÓ ORLANDO IBARRA

P.O.	+	$\nabla$	-	COTA	NOTAS
BN-07	0.555	2289.623	--	2289.068	
01-01	--	--	0.188	2289.435	
01-02	--	--	0.188	2289.435	
01-03	--	--	0.188	2289.435	
01-04	--	--	0.188	2289.435	
01-05	--	--	0.188	2289.435	
BN-06	0.969	2290.130	--	2289.161	
01-06	--	--	0.242	2289.888	
01-07	--	--	0.241	2289.889	
01-08	--	--	0.241	2289.889	
01-09	--	--	0.241	2289.889	
01-10	--	--	0.242	2289.888	
01-11	--	--	0.241	2289.889	
BN-34	0.921	2289.767	--	2288.846	
01-12	0.026	--	--	2289.793	
01-13	0.026	--	--	2289.793	
01-14	0.026	--	--	2289.793	
01-15	0.027	--	--	2289.794	
BN-34	0.376	2289.222	--	2288.846	
01-16	--	--	0.064	2289.158	
01-17	--	--	0.063	2289.159	
01-18	--	--	0.062	2289.160	
01-19	--	--	0.062	2289.160	
01-20	--	--	0.062	2289.160	
01-21	--	--	0.062	2289.160	
01-22	--	--	0.062	2289.160	
01-23	--	--	0.062	2289.160	
01-24	--	--	0.062	2289.160	
PL-01	1.628	2289.599	--	2287.971	
01-25	--	--	0.236	2289.363	
01-26	--	--	0.236	2289.363	
01-27	--	--	0.236	2289.363	
01-28	--	--	0.236	2289.363	
01-29	--	--	0.236	2289.363	
01-30	--	--	0.236	2289.363	
01-31	--	--	0.236	2289.363	
01-32	--	--	0.236	2289.363	



### NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES

BRIGADA 1 EDIFICIO A - 2  
FECHA 21/03/2014 ANOTÓ ISRAEL RODRÍGUEZ

P.O.	+		-	COTA	NOTAS
BN-33	1.290	2288.625	--	2287.335	
02-01	--	--	0.069	2288.556	
02-02	--	--	0.069	2288.556	
02-03	--	--	0.069	2288.556	
02-04	--	--	0.069	2288.556	
02-05	--	--	0.069	2288.556	
02-06	--	--	0.069	2288.556	
02-07	--	--	0.071	2288.554	
02-08	--	--	0.071	2288.554	
PL-02	2.245	2288.636	--	2286.391	
02-09	--	--	0.191	2288.445	
02-10	--	--	0.191	2288.445	
BN-31	1.570	2288.054	--	2286.484	
02-11	--	--	0.055	2287.999	
02-12	--	--	0.054	2288.000	
02-13	--	--	0.054	2288.000	
02-14	--	--	0.055	2287.999	
02-15	--	--	0.054	2288.000	
02-16	--	--	0.053	2288.001	
02-17	--	--	0.054	2288.000	
02-18	--	--	0.053	2288.001	
02-19	--	--	0.054	2288.000	
02-20	--	--	0.053	2288.001	
02-21	--	--	0.053	2288.001	
02-22	--	--	0.053	2288.001	
PL-01	0.271	2288.242	--	2287.971	
02-23	--	--	0.049	2288.193	
02-24	--	--	0.049	2288.193	
02-25	--	--	0.049	2288.193	
02-26	--	--	0.050	2288.192	
02-27	--	--	0.049	2288.193	
02-28	--	--	0.048	2288.194	
02-29	--	--	0.049	2288.193	



### NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES

BRIGADA 1 EDIFICIO A - 3  
 FECHA 21/03/2014 ANOTÓ ISRAEL RODRÍGUEZ

P.O.	+	$\nabla$	-	COTA	NOTAS
PL-04	1.451	2287.673	--	2286.222	
03-01	--	--	0.025	2287.648	
03-02	--	--	0.025	2287.648	
03-03	--	--	0.027	2287.646	
03-04	--	--	0.028	2287.645	
03-05	--	--	0.029	2287.644	
BN-32	1.262	2287.840	--	2286.578	
03-06	--	--	0.019	2287.821	
03-07	--	--	0.016	2287.824	
03-08	--	--	0.016	2287.824	
03-09	--	--	0.016	2287.824	
03-10	--	--	0.016	2287.824	
PL-03	1.666	2287.306	--	2285.640	
03-11	--	--	0.192	2287.114	
03-12	--	--	0.191	2287.115	
03-13	--	--	0.190	2287.116	
03-14	--	--	0.079	2287.227	
03-15	--	--	0.078	2287.228	
03-16	--	--	0.077	2287.229	
03-17	--	--	0.078	2287.228	
03-18	--	--	0.079	2287.227	
03-19	--	--	0.079	2287.227	
03-20	--	--	0.079	2287.227	
03-21	--	--	0.079	2287.227	
PL-03	1.445	2287.085	--	2285.640	
03-22	--	--	0.124	2286.961	
03-23	--	--	0.123	2286.962	
03-24	--	--	0.123	2286.962	
03-25	--	--	0.124	2286.961	
03-26	--	--	0.124	2286.961	
03-27	--	--	0.123	2286.962	
03-28	--	--	0.123	2286.962	
03-29	--	--	0.124	2286.961	



### NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES

BRIGADA 1 EDIFICIO A - 4  
 FECHA 21/03/2014 ANOTÓ MARCELO FIGUEROA

P.O.	+		-	COTA	NOTAS
BN-09	1.261	2288.712	--	2287.451	
04-01	--	--	0.042	2288.670	
04-02	--	--	0.042	2288.670	
04-03	--	--	0.041	2288.671	
04-04	--	--	0.041	2288.671	
04-05	--	--	0.042	2288.670	
BN-08	1.123	2288.742	--	2287.619	
04-06	--	--	0.111	2288.631	
04-07	--	--	0.110	2288.632	
04-08	--	--	0.109	2288.633	
04-09	--	--	0.109	2288.633	
04-10	--	--	0.110	2288.632	
PL-04	1.983	2288.205	--	2286.222	
04-11	0.038	--	--	2288.243	
04-12	0.037	--	--	2288.242	
04-13	0.037	--	--	2288.242	
04-14	0.037	--	--	2288.242	
04-15	0.038	--	--	2288.243	
04-16	0.038	--	--	2288.243	
04-17	0.037	--	--	2288.242	
04-18	0.0360	--	--	2288.241	
BN-10	0.975	2288.318	--	2287.343	
04-19	--	--	0.078	2288.240	
04-20	--	--	0.077	2288.241	
04-21	--	--	0.077	2288.241	
04-22	--	--	0.076	2288.242	
04-23	--	--	0.075	2288.243	
04-24	--	--	0.074	2288.244	
04-25	--	--	0.075	2288.243	
04-26	--	--	0.077	2288.241	
04-27	--	--	0.076	2288.242	
04-28	--	--	0.076	2288.242	
04-29	--	--	0.077	2288.241	



### NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES

BRIGADA 1 EDIFICIO A - 5  
FECHA 11/04/2014 ANOTÓ PEDRO CORTÉS

P.O.	+		-	COTA	NOTAS
PL-08	1.597	2289.026	--	2287.429	
05-01	--	--	0.194	2288.832	
05-02	--	--	0.195	2288.831	
05-03	--	--	0.196	2288.830	
05-04	--	--	0.197	2288.829	
05-05	--	--	0.198	2288.828	
05-06	--	--	0.197	2288.829	
05-07	--	--	0.197	2288.829	
05-08	--	--	0.198	2288.828	
05-09	--	--	0.196	2288.830	
05-10	--	--	0.196	2288.830	
BN-11	0.517	2288.185	--	2287.668	
05-11	0.240	--	--	2288.425	
05-12	0.240	--	--	2288.425	
05-13	0.239	--	--	2288.424	
05-14	0.240	--	--	2288.425	
05-15	0.240	--	--	2288.425	
05-16	0.190	--	--	2288.375	
PL-07	1.542	2288.463	--	2286.921	
05-17	0.036	--	--	2288.499	
05-18	0.036	--	--	2288.499	
PL-07	1.641	2288.562	--	2286.921	
05-19	--	--	0.084	2288.478	
05-20	--	--	0.084	2288.478	
05-21	--	--	0.084	2288.478	
05-22	--	--	0.084	2288.478	
05-23	--	--	0.084	2288.478	
05-24	--	--	0.083	2288.479	
05-25	--	--	0.083	2288.479	
05-26	--	--	--	2288.782	
PL-07	1.865	2288.786	--	2286.921	
05-27	--	--	0.004	2288.782	
05-28	--	--	0.003	2288.783	
05-29	--	--	0.004	2288.782	



### NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES

BRIGADA 1 EDIFICIO A - 6  
FECHA 11/04/2014 ANOTÓ PEDRO CORTÉS

P.O.	+		-	COTA	NOTAS
BN-11	0.360	2288.028	--	2287.668	
06-01	--	--	0.277	2287.751	
06-02	--	--	0.277	2287.751	
06-03	--	--	0.278	2287.750	
06-04	--	--	0.277	2287.751	
BN-10	0.520	2287.863	--	2287.343	
06-05	--	--	0.135	2287.728	
06-06	--	--	0.136	2287.727	
06-07	--	--	0.136	2287.727	
06-08	--	--	0.134	2287.729	
06-09	--	--	0.135	2287.728	
06-10	--	--	0.134	2287.729	
PL-04	1.272	2287.494	--	2286.222	
06-11	--	--	0.189	2287.305	
06-12	--	--	0.189	2287.305	
06-13	--	--	0.188	2287.306	
06-14	--	--	0.188	2287.306	
06-15	--	--	0.187	2287.307	
06-16	--	--	0.187	2287.307	
PL-04	1.126	2287.348	--	2286.222	
06-17	--	--	0.041	2287.307	
06-18	--	--	0.150	2287.198	
06-19	--	--	0.151	2287.197	
06-20	--	--	0.151	2287.197	
06-21	--	--	0.150	2287.198	
06-22	--	--	0.150	2287.198	
06-23	--	--	0.150	2287.198	
06-24	--	--	0.150	2287.198	
06-25	--	--	0.150	2287.198	
06-26	--	--	0.150	2287.198	
PL-05	1.390	2287.096	--	2285.706	
06-27	--	--	0.065	2287.031	
06-28	--	--	0.064	2287.032	
06-29	--	--	0.063	2287.033	



### NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES

BRIGADA 1 EDIFICIO A - 7  
FECHA 11/04/2014 ANOTÓ MARCELO FIGUEROA

P.O.	+		-	COTA	NOTAS
PL-06	1.375	2287.943	--	2286.568	
07-01	--	--	0.164	2287.779	
07-02	--	--	0.166	2287.777	
07-03	--	--	0.167	2287.776	
07-04	--	--	0.167	2287.776	
07-05	--	--	0.165	2287.778	
07-06	--	--	0.164	2287.779	
PL-07	1.396	2288.317	--	2286.921	
07-07	--	--	0.165	2288.152	
07-08	--	--	0.166	2288.151	
07-09	--	--	0.166	2288.151	
07-10	--	--	0.166	2288.151	
07-11	--	--	0.164	2288.153	
BN-12	2.419	2287.980	--	2285.561	
07-12	--	--	0.173	2287.807	
07-13	--	--	0.173	2287.807	
07-14	--	--	0.174	2287.806	
07-15	--	--	0.173	2287.807	
07-16	--	--	0.174	2287.806	
BN-12	2.255	2287.816	--	2285.561	
07-17	--	--	0.216	2287.600	
07-18	--	--	0.217	2287.599	
07-19	--	--	0.217	2287.599	
07-20	--	--	0.217	2287.599	
07-21	--	--	0.218	2287.598	
07-22	--	--	0.218	2287.598	
07-23	--	--	0.218	2287.598	
07-24	--	--	0.218	2287.598	
BN-12	2.115	2287.676	--	2285.561	
07-25	--	--	0.118	2287.558	
07-26	--	--	0.119	2287.557	
07-27	--	--	0.119	2287.557	
07-28	--	--	0.120	2287.556	
07-29	--	--	0.120	2287.556	
07-30	--	--	0.119	2287.557	
07-31	--	--	0.119	2287.557	



**NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES**

BRIGADA 1 EDIFICIO A - 1  
 FECHA 25/04/2014 ANOTÓ PEDRO CORTÉS

P.O.	+		-	COTA	NOTAS
BN-07	0.559	2289.627	--	2289.068	
01-01	--	--	0.188	2289.439	
01-02	--	--	0.189	2289.439	
01-03	--	--	0.188	2289.439	
01-04	--	--	0.188	2289.439	
01-05	--	--	0.189	2289.439	
BN-06	0.938	2290.099	--	2289.161	
01-06	--	--	0.208	2289.891	
01-07	--	--	0.207	2289.892	
01-08	--	--	0.207	2289.892	
01-09	--	--	0.207	2289.892	
01-10	--	--	0.208	2289.891	
01-11	--	--	0.206	2289.893	
BN-34	1.071	2289.917	--	2288.846	
01-12	--	--	0.124	2289.793	
01-13	--	--	0.124	2289.793	
01-14	--	--	0.123	2289.794	
01-15	--	--	0.123	2289.794	
BN-34	0.276	2289.122	--	2288.846	
01-16	0.039	--	--	2289.161	
01-17	0.039	--	--	2289.161	
01-18	0.039	--	--	2289.161	
01-19	0.034	--	--	2289.156	
01-20	0.040	--	--	2289.162	
01-21	0.040	--	--	2289.162	
01-22	0.039	--	--	2289.161	
01-23	0.039	--	--	2289.161	
01-24	0.039	--	--	2289.161	
PL-01	1.609	2289.580	--	2287.971	
01-25	--	--	0.217	2289.363	
01-26	--	--	0.217	2289.363	
01-27	--	--	0.217	2289.363	
01-28	--	--	0.216	2289.364	
01-29	--	--	0.216	2289.364	
01-30	--	--	0.216	2289.364	
01-31	--	--	0.216	2289.364	
01-32	--	--	0.216	2289.364	



### NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES

BRIGADA 1 EDIFICIO A - 2  
 FECHA 25/04/2014 ANOTÓ CARLOS IBARRA

P.O.	+		-	COTA	NOTAS
BN-33	1.294	2288.629	--	2287.335	
02-01	--	--	0.072	2288.557	
02-02	--	--	0.071	2288.558	
02-03	--	--	0.071	2288.558	
02-04	--	--	0.071	2288.558	
02-05	--	--	0.072	2288.557	
02-06	--	--	0.073	2288.556	
02-07	--	--	0.075	2288.554	
02-08	--	--	0.075	2288.554	
PL-02	2.238	2288.629	--	2286.391	
02-09	--	--	0.183	2288.446	
02-10	--	--	0.182	2288.447	
BN-31	1.619	2288.103	--	2286.484	
02-11	--	--	0.103	2288.000	
02-12	--	--	0.101	2288.002	
02-13	--	--	0.101	2288.002	
02-14	--	--	0.101	2288.002	
02-15	--	--	0.100	2288.003	
02-16	--	--	0.100	2288.003	
02-17	--	--	0.100	2288.003	
02-18	--	--	0.099	2288.004	
02-19	--	--	0.100	2288.003	
02-20	--	--	0.100	2288.003	
02-21	--	--	0.099	2288.004	
PL-01	0.294	2288.265	--	2287.971	
02-22	--	--	0.264	2288.001	
02-23	--	--	0.071	2288.194	
02-24	--	--	0.072	2288.193	
02-25	--	--	0.071	2288.194	
02-26	--	--	0.071	2288.194	
02-27	--	--	0.071	2288.194	
02-28	--	--	0.071	2288.194	
02-29	--	--	0.071	2288.194	



### NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES

BRIGADA 1 EDIFICIO A - 3  
FECHA 25/03/2014 ANOTÓ CARLOS IBARRA

P.O.	+	$\nabla$	-	COTA	NOTAS
PL-04	1.512	2287.734	--	2286.222	
03-01	--	--	0.083	2287.651	
03-02	--	--	0.084	2287.650	
03-03	--	--	0.084	2287.650	
03-04	--	--	0.084	2287.650	
03-05	--	--	0.085	2287.649	
BN-32	1.155	2287.733	--	2286.578	
03-06	0.089	--	--	2287.822	
03-07	0.090	--	--	2287.823	
03-08	0.090	--	--	2287.823	
03-09	0.091	--	--	2287.824	
03-10	0.090	--	--	2287.823	
PL-03	1.697	2287.337	--	2285.640	
03-11	--	--	0.223	2287.114	
03-12	--	--	0.225	2287.112	
03-13	--	--	0.222	2287.115	
03-14	--	--	0.110	2287.227	
03-15	--	--	0.111	2287.226	
03-16	--	--	0.109	2287.228	
03-17	--	--	0.110	2287.227	
03-18	--	--	0.111	2287.226	
03-19	--	--	0.110	2287.227	
03-20	--	--	0.110	2287.227	
03-21	--	--	0.110	2287.227	
PL-03	1.345	2286.985	--	2285.640	
03-22	--	--	0.021	2286.964	
03-23	--	--	0.020	2286.965	
03-24	--	--	0.020	2286.965	
03-25	--	--	0.021	2286.964	
03-26	--	--	0.021	2286.964	
03-27	--	--	0.021	2286.964	
03-28	--	--	0.020	2286.965	
03-29	--	--	0.020	2286.965	



### NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES

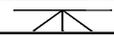
BRIGADA 1 EDIFICIO A - 4  
 FECHA 25/04/2014 ANOTÓ ISRAEL RODRÍGUEZ

P.O.	+		-	COTA	NOTAS
BN-09	1.280	2288.731	--	2287.451	
04-01	--	--	0.059	2288.672	
04-02	--	--	0.059	2288.672	
04-03	--	--	0.058	2288.673	
04-04	--	--	0.058	2288.673	
04-05	--	--	0.059	2288.672	
BN-08	1.131	2288.750	--	2287.619	
04-06	--	--	0.119	2288.631	
04-07	--	--	0.119	2288.631	
04-08	--	--	0.119	2288.631	
04-09	--	--	0.119	2288.631	
04-10	--	--	0.119	2288.631	
PL-04	2.073	2288.295	--	2286.222	
04-11	--	--	0.048	2288.247	
04-12	--	--	0.048	2288.247	
04-13	--	--	0.049	2288.246	
04-14	--	--	0.049	2288.246	
04-15	--	--	0.049	2288.246	
04-16	--	--	0.049	2288.246	
04-17	--	--	0.048	2288.247	
04-18	--	--	0.050	2288.245	
04-19	--	--	0.049	2288.246	
04-20	--	--	0.048	2288.247	
04-21	--	--	0.048	2288.247	
04-22	--	--	0.048	2288.247	
04-23	--	--	0.049	2288.246	
BN-10	1.052	2288.395		2287.343	
04-24	--	--	0.151	2288.244	
04-25	--	--	0.150	2288.245	
04-26	--	--	0.150	2288.245	
04-27	--	--	0.149	2288.246	
04-28	--	--	0.151	2288.244	
04-29	--	--	0.151	2288.244	



### NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES

BRIGADA 1 EDIFICIO A - 5  
FECHA 16/05/2014 ANOTÓ ISRAEL RODRÍGUEZ

P.O.	+		-	COTA	NOTAS
PL-08	1.604	2289.033	--	2287.429	
05-01	--	--	0.202	2288.831	
05-02	--	--	0.202	2288.831	
05-03	--	--	0.203	2288.830	
05-04	--	--	0.203	2288.830	
05-05	--	--	0.204	2288.829	
05-06	--	--	0.203	2288.830	
05-07	--	--	0.203	2288.830	
05-08	--	--	0.203	2288.830	
05-09	--	--	0.202	2288.831	
05-10	--	--	0.203	2288.830	
BN-11	0.498	2288.166	--	2287.668	
05-11	0.260	--	--	2288.426	
05-12	0.259	--	--	2288.425	
05-13	0.259	--	--	2288.425	
05-14	0.260	--	--	2288.426	
05-15	0.260	--	--	2288.426	
05-16	0.210	--	--	2288.376	
PL-07	1.616	2288.537	--	2286.921	
05-17	--	--	0.035	2288.502	
05-18	--	--	0.036	2288.501	
PL-07	1.714	2288.635	--	2286.921	
05-19	--	--	0.154	2288.481	
05-20	--	--	0.154	2288.481	
05-21	--	--	0.154	2288.481	
05-22	--	--	0.154	2288.481	
05-23	--	--	0.153	2288.482	
05-24	--	--	0.152	2288.483	
PL-07	1.830	2288.751	--	2286.921	
05-25	--	--	0.269	2288.482	
05-26	0.034	--	--	2288.785	
05-27	0.034	--	--	2288.785	
05-28	0.034	--	--	2288.785	
05-29	0.034	--	--	2288.785	



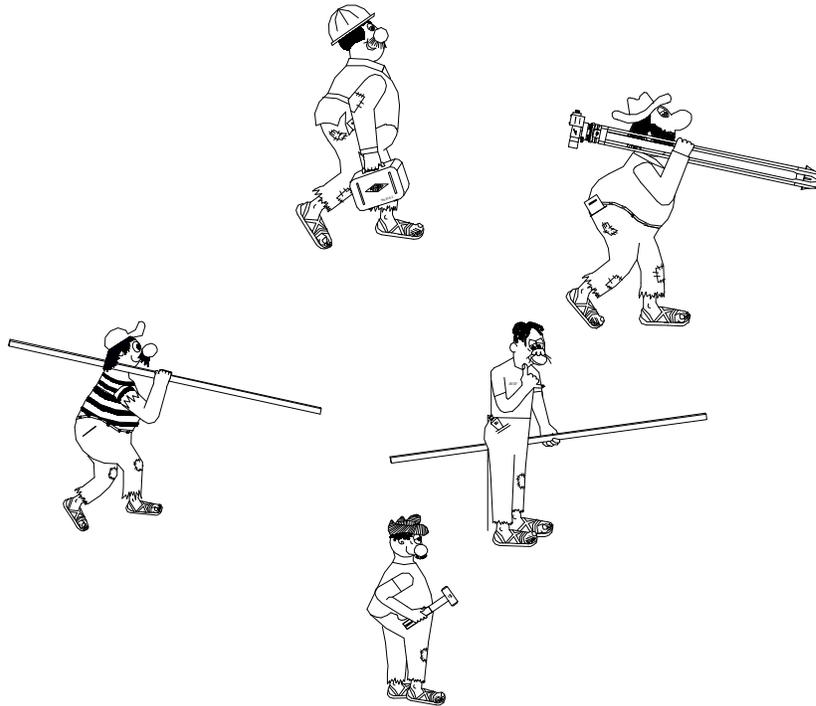
### NIVELACIÓN DE COLUMNAS EN EDIFICIOS ESCOLARES

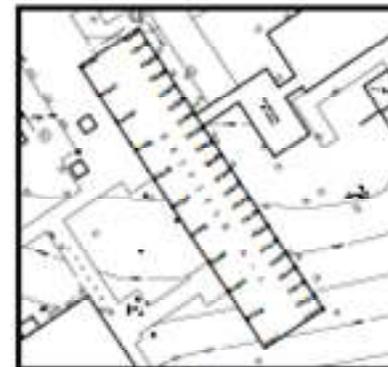
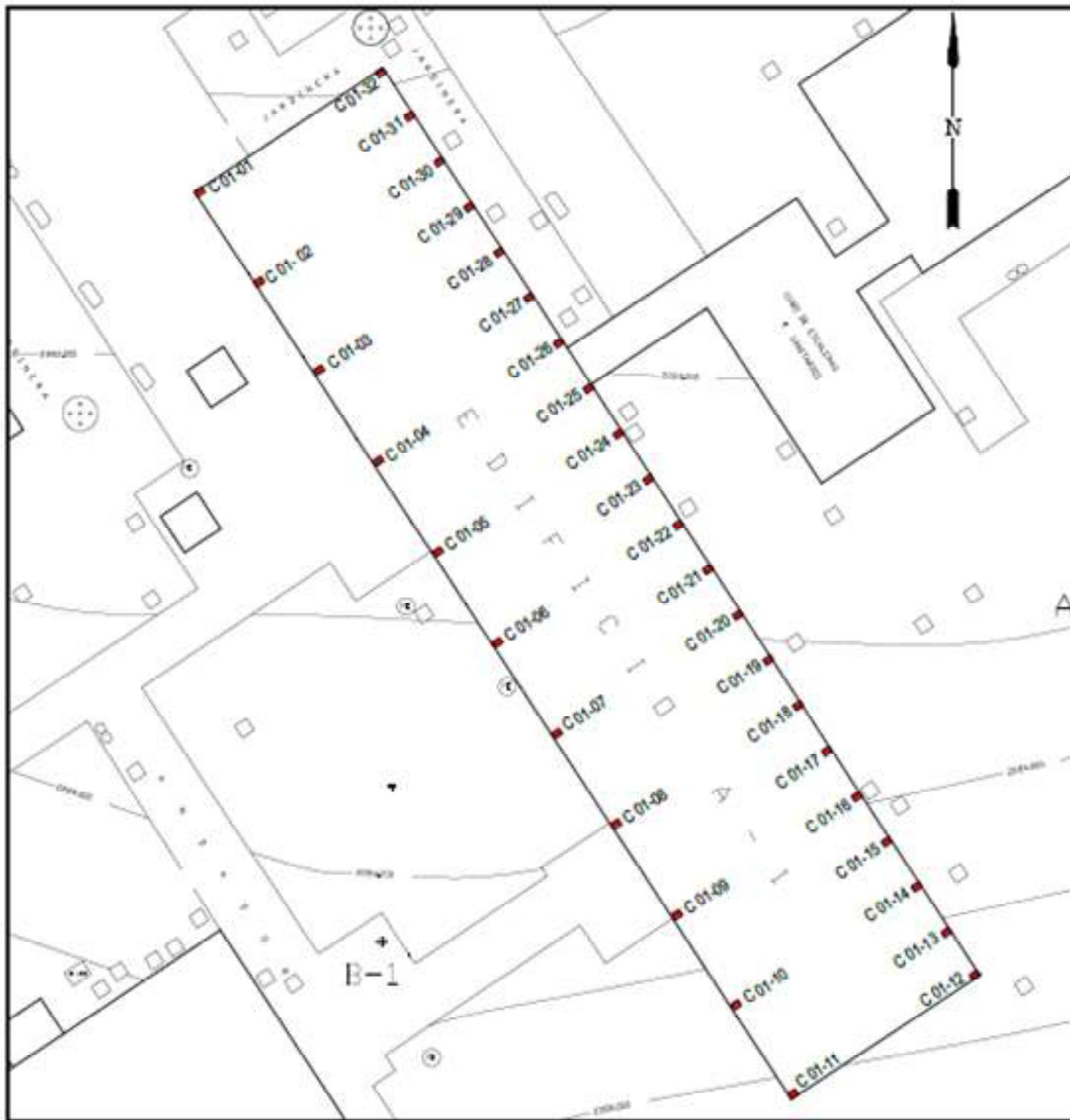
BRIGADA 1 EDIFICIO A - 6  
 FECHA 16/05/2014 ANOTÓ ISRAEL RODRÍGUEZ

P.O.	+		-	COTA	NOTAS
BN-11	0.345	2288.013	--	2287.668	
06-01	--	--	0.261	2287.752	
06-02	--	--	0.262	2287.751	
06-03	--	--	0.262	2287.751	
06-04	--	--	0.261	2287.752	
BN-10	0.628	2287.971	--	2287.343	
06-05	--	--	0.240	2287.731	
06-06	--	--	0.241	2287.730	
06-07	--	--	0.241	2287.730	
06-08	--	--	0.239	2287.732	
06-09	--	--	0.240	2287.731	
06-10	--	--	0.240	2287.731	
PL-04	1.306	2287.528	--	2286.222	
06-11	--	--	0.221	2287.307	
06-12	--	--	0.221	2287.307	
06-13	--	--	0.221	2287.307	
06-14	--	--	0.220	2287.308	
06-15	--	--	0.220	2287.308	
06-16	--	--	0.219	2287.309	
06-17	--	--	0.219	2287.309	
PL-04	1.117	2287.339	--	2286.222	
06-18	--	--	0.141	2287.198	
06-19	--	--	0.141	2287.198	
06-20	--	--	0.141	2287.198	
06-21	--	--	0.141	2287.198	
06-22	--	--	0.141	2287.198	
06-23	--	--	0.140	2287.199	
06-24	--	--	0.140	2287.199	
06-25	--	--	0.139	2287.200	
06-26	--	--	0.139	2287.200	
PL-05	1.405	2287.111	--	2285.706	
06-27	--	--	0.077	2287.034	
06-28	--	--	0.076	2287.035	
06-29	--	--	0.077	2287.034	



### 5.10.- GRÁFICAS Y LOCALIZACIÓN DE LAS COLUMNAS DE LOS EDIFICIOS ESCOLARES





LOCALIZACIÓN

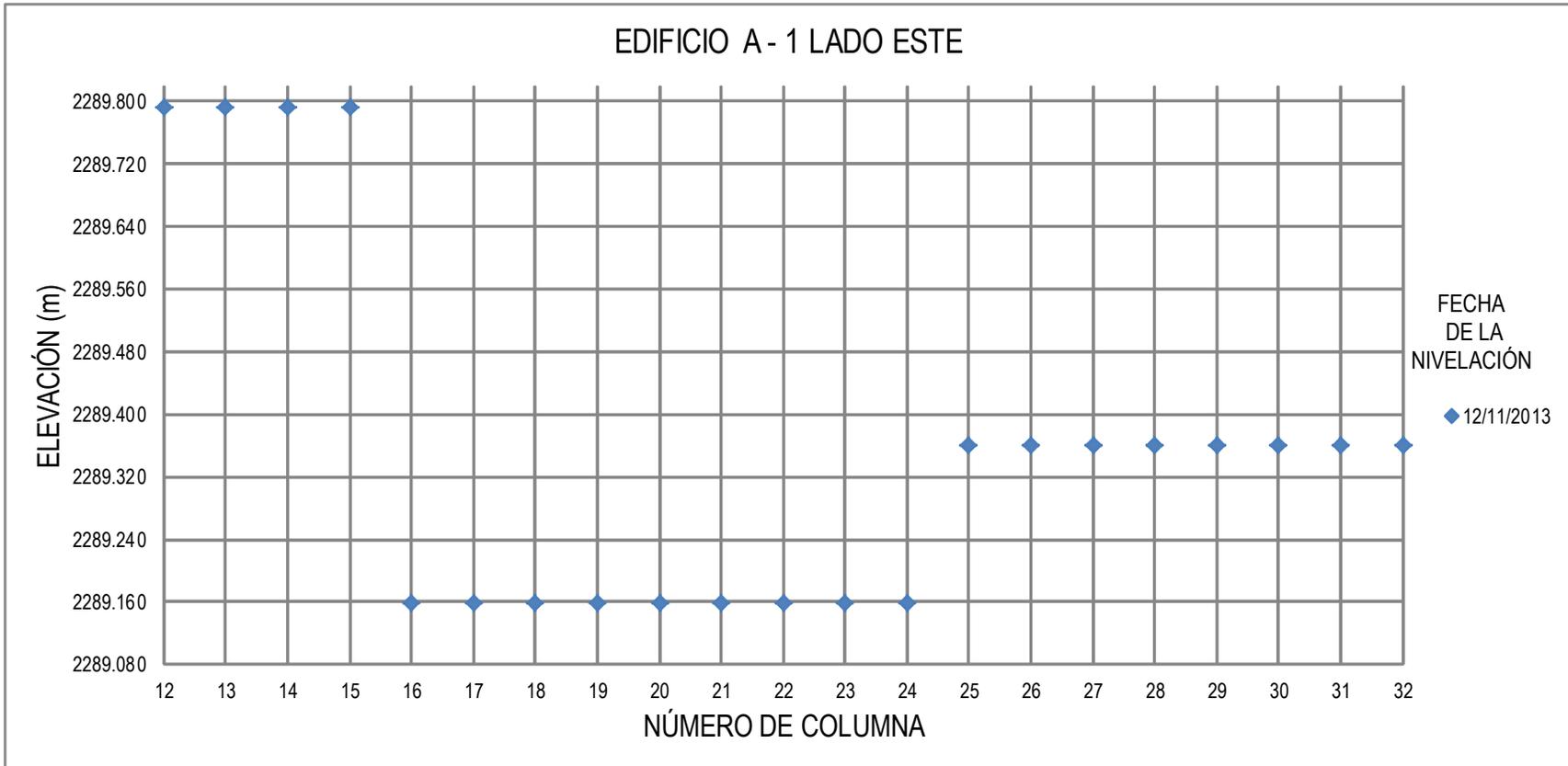
SIMBOLOGÍA

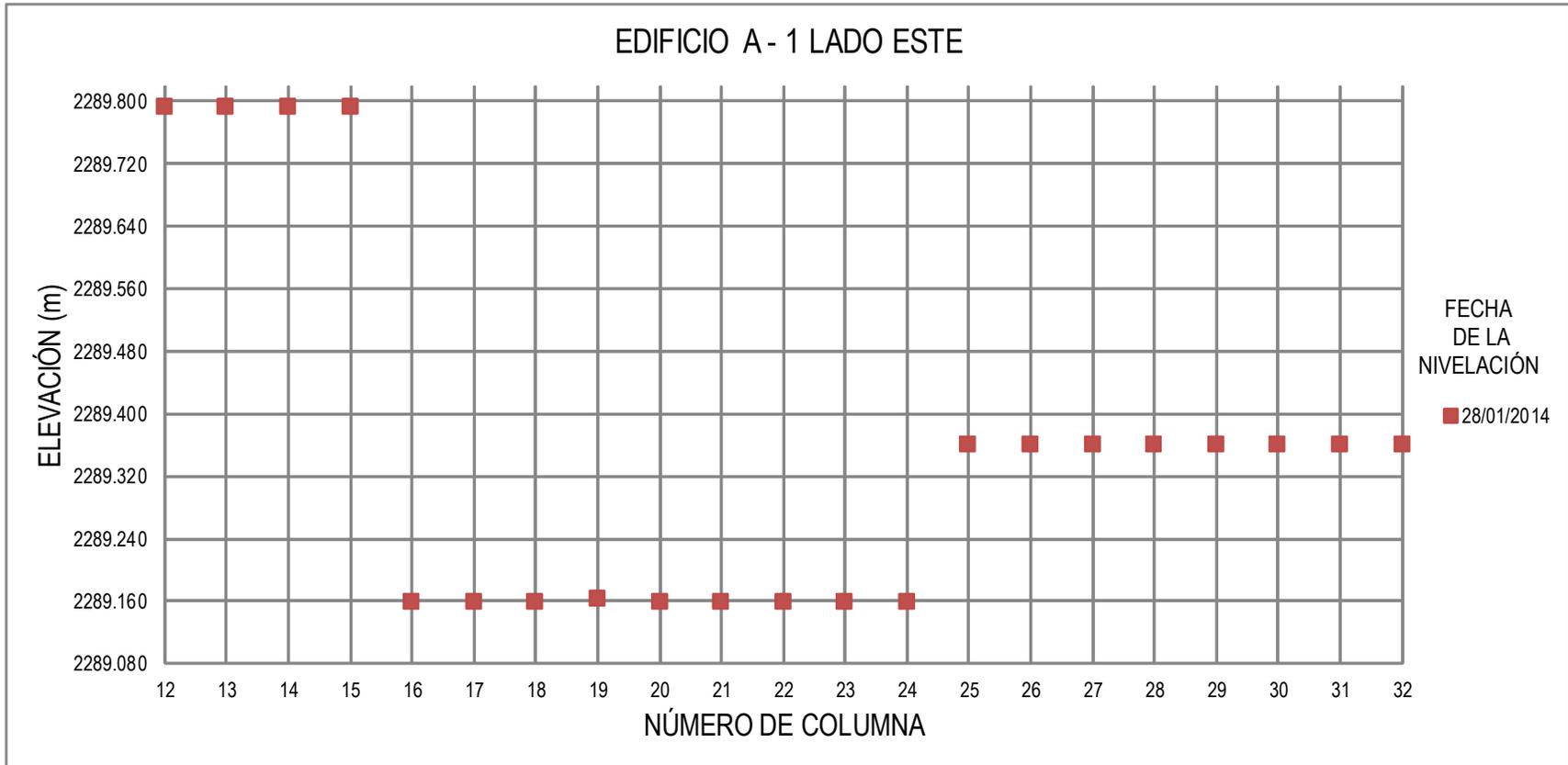
- ANILLO
- ✦ LUMINARIA CON MONITOR ELECTRÓNICO
- ANILLO
- ▼ ALFERRADO
- CANAL DE AGUA
- ⊙ PUNTO DE VENTA
- ⊙ PUNTO DE PARQUEO
- ⊙ ALBERGUE PARA ALUMNOS
- ⊙ ALTO PARA DEPÓSITO DE AGUA
- ANILLO
- PARED
- ⊙ ALCA de TORNADO
- ⊙ CAJETA TELEFÓNICA
- ⊙ MONITOR DE ALTA TENSION DE C.P.A.
- ⊙ MONITOR TELEFÓNICO
- ⊙ COLUMNA
- ⊙ VERTICE DE APUNTO TOPOGRÁFICO
- ⊙ VERTICE DE LINDERO

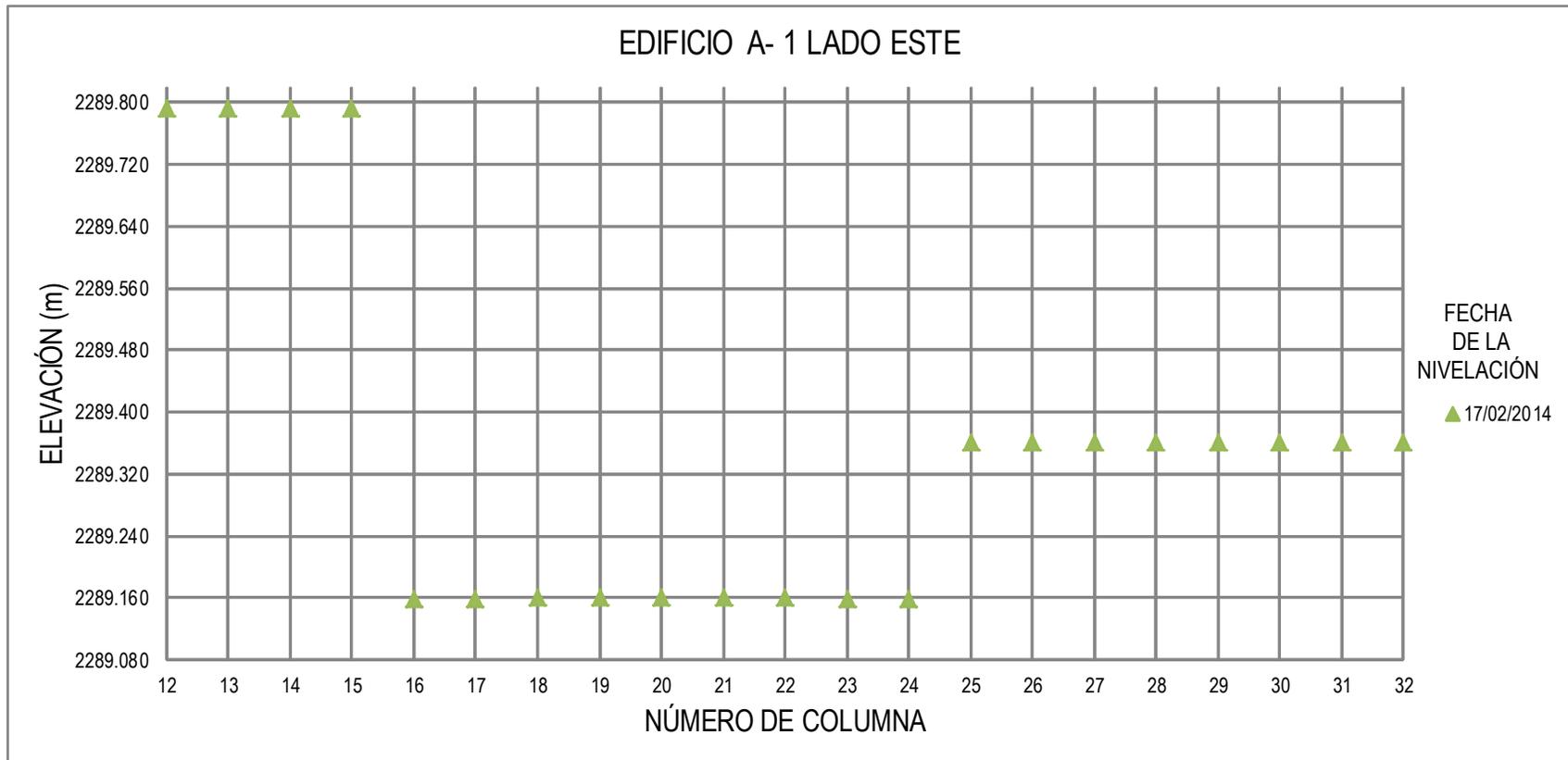
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES AGATLÁN

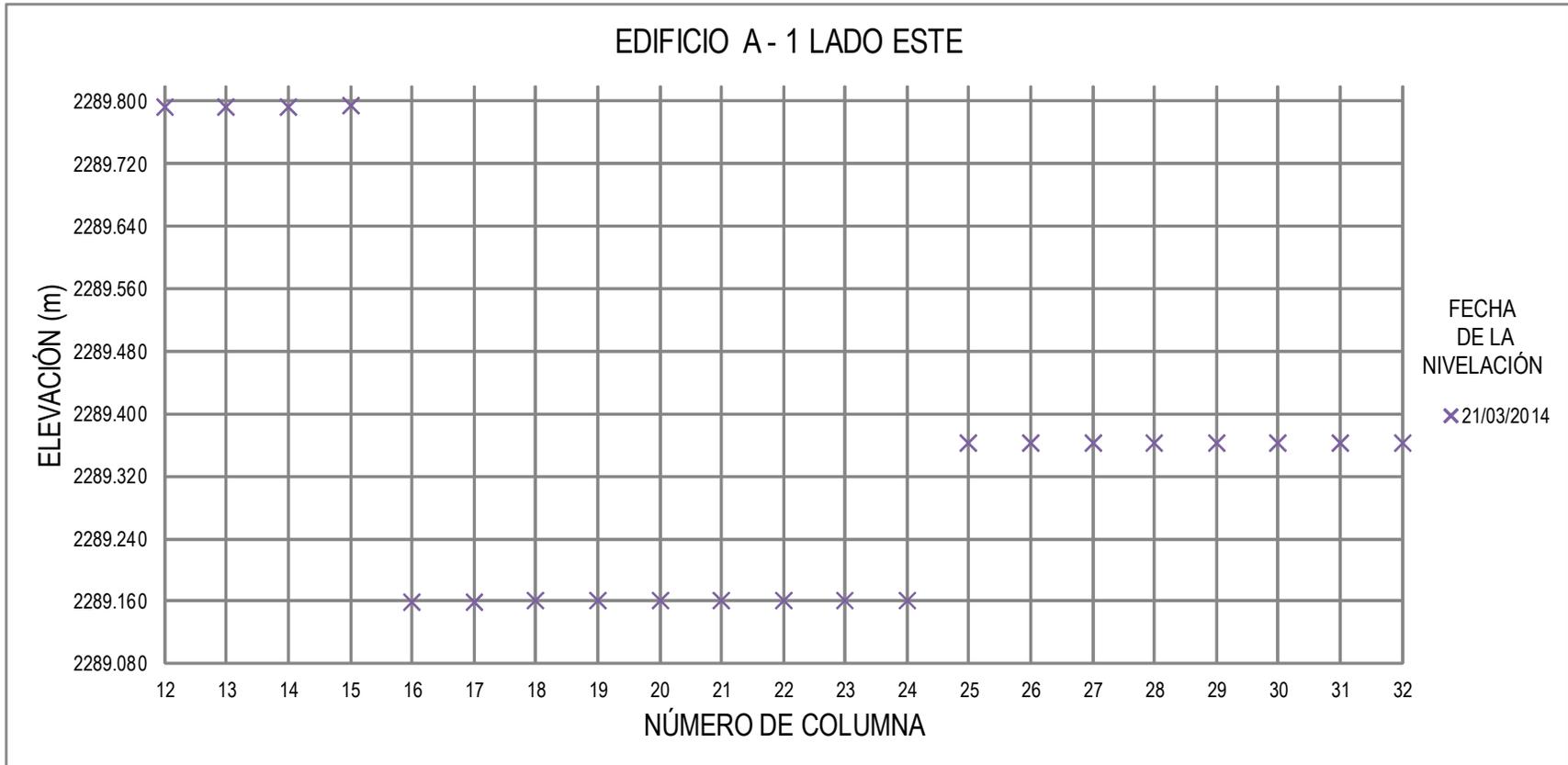
ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE APOYO TOPOGRÁFICO VERTICAL PARA EL CONTROL DE FUNDACIONES DE SUPERFICIALES EN LOS ESPACIOS DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES AGATLÁN

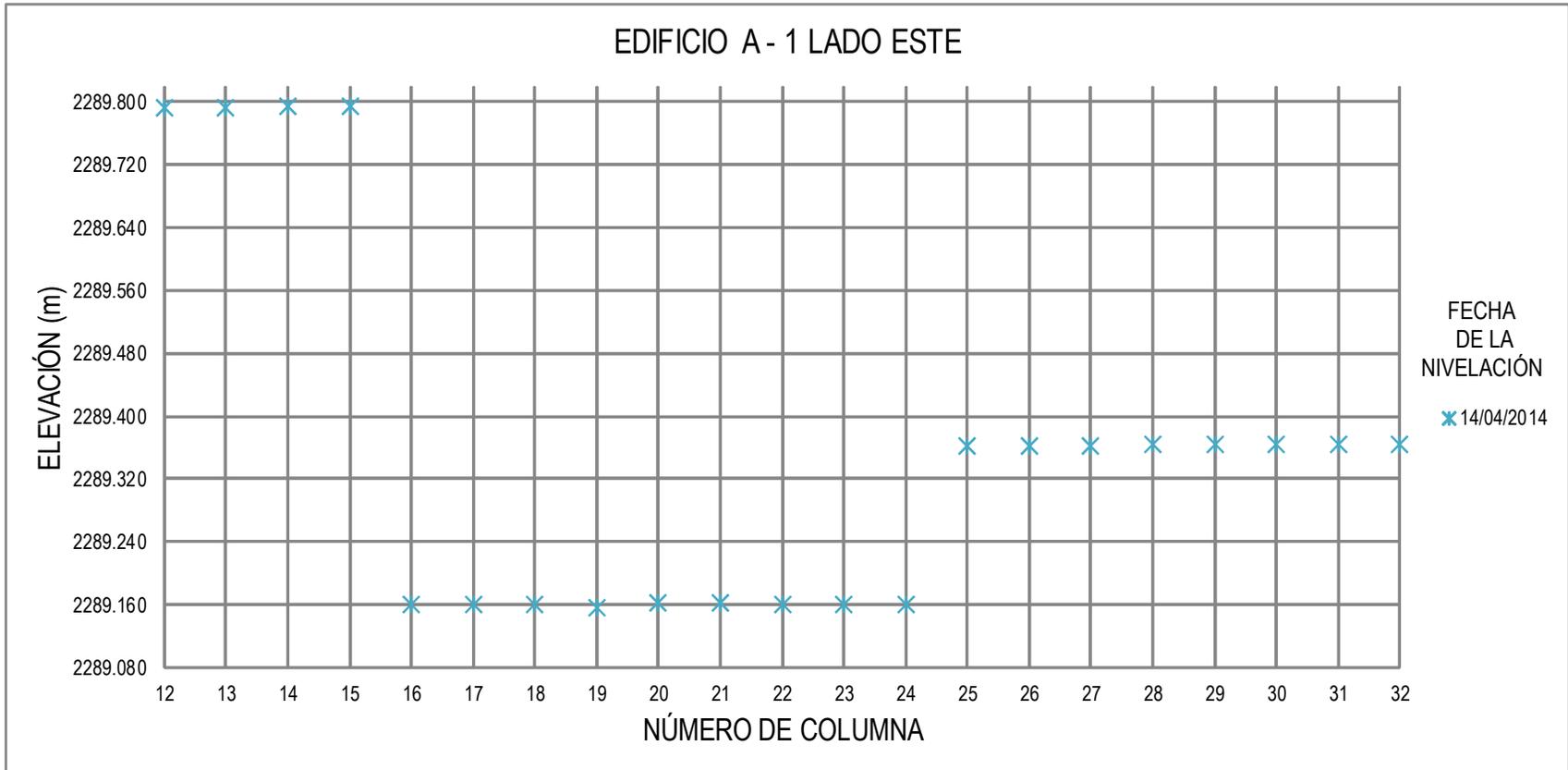
INSTITUCIÓN UNIDAD DE ESTUDIOS SUPERIORES AGATLÁN DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA		DIVISIÓN DE MATEMÁTICAS E INGENIERÍA PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL	
TÍTULO ESTABLECIMIENTO	AUTORES T. B. J.	PROFESOR TUTOR PROFESOR TUTOR	FECHA 2014

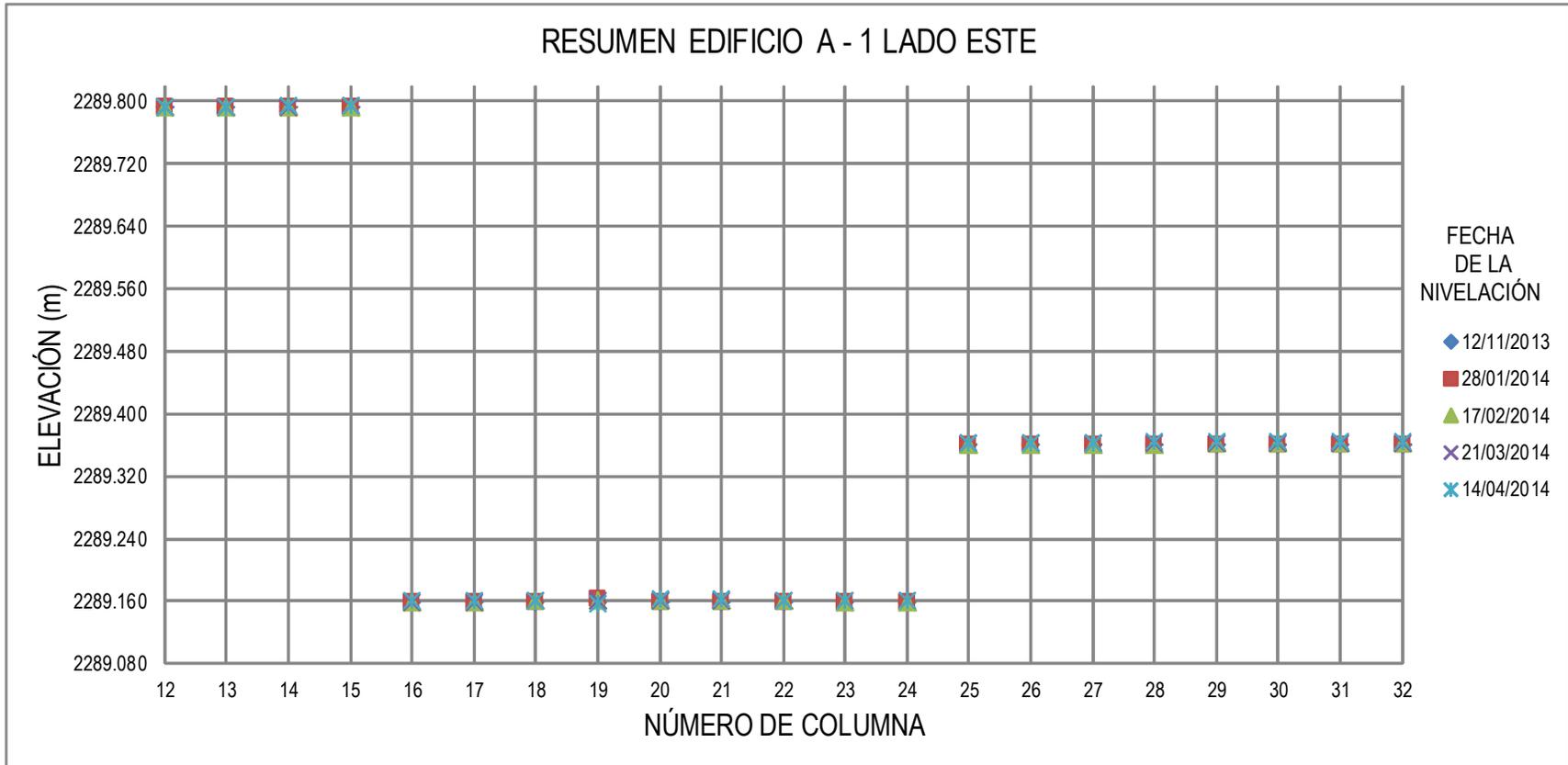


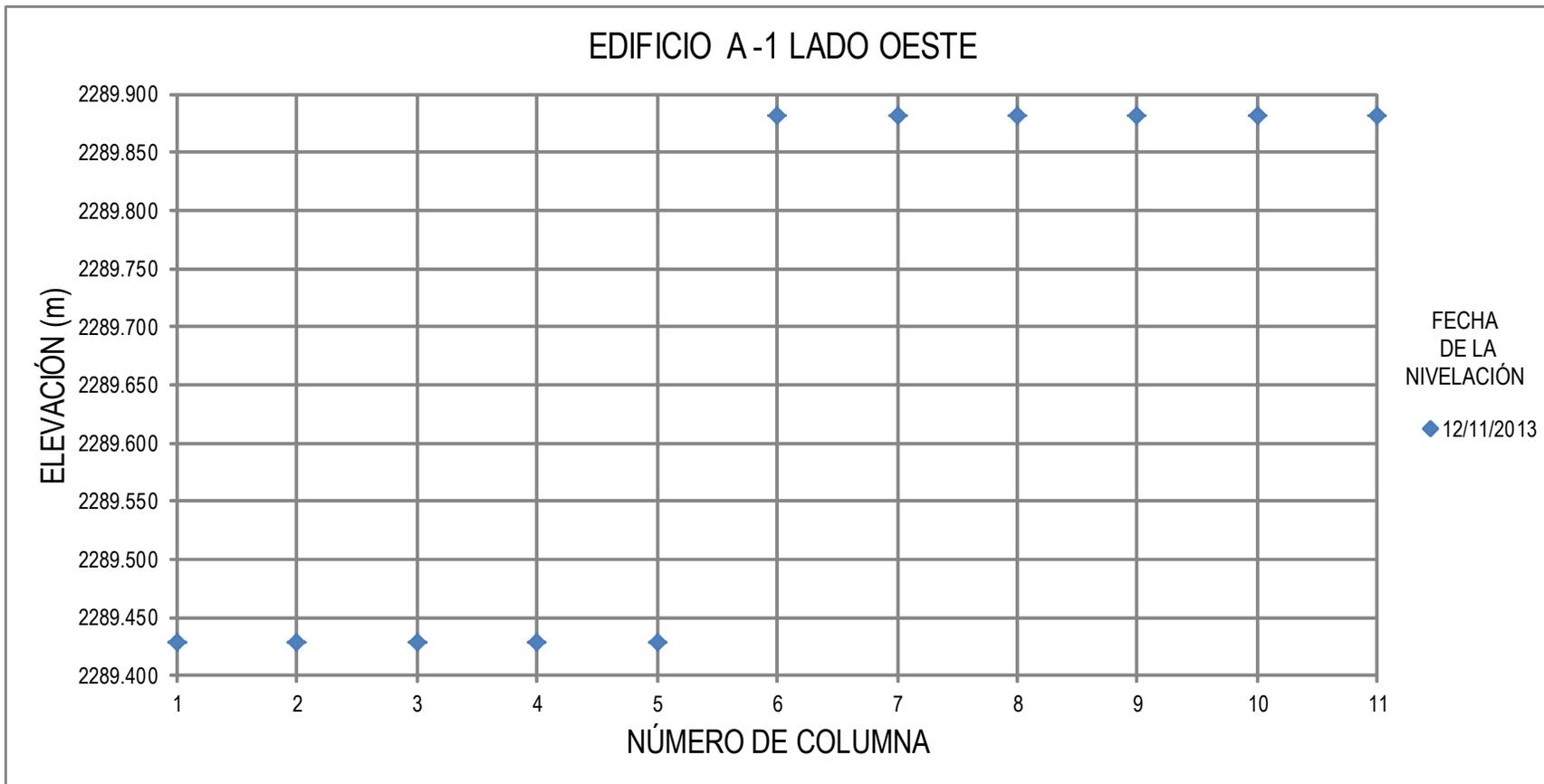




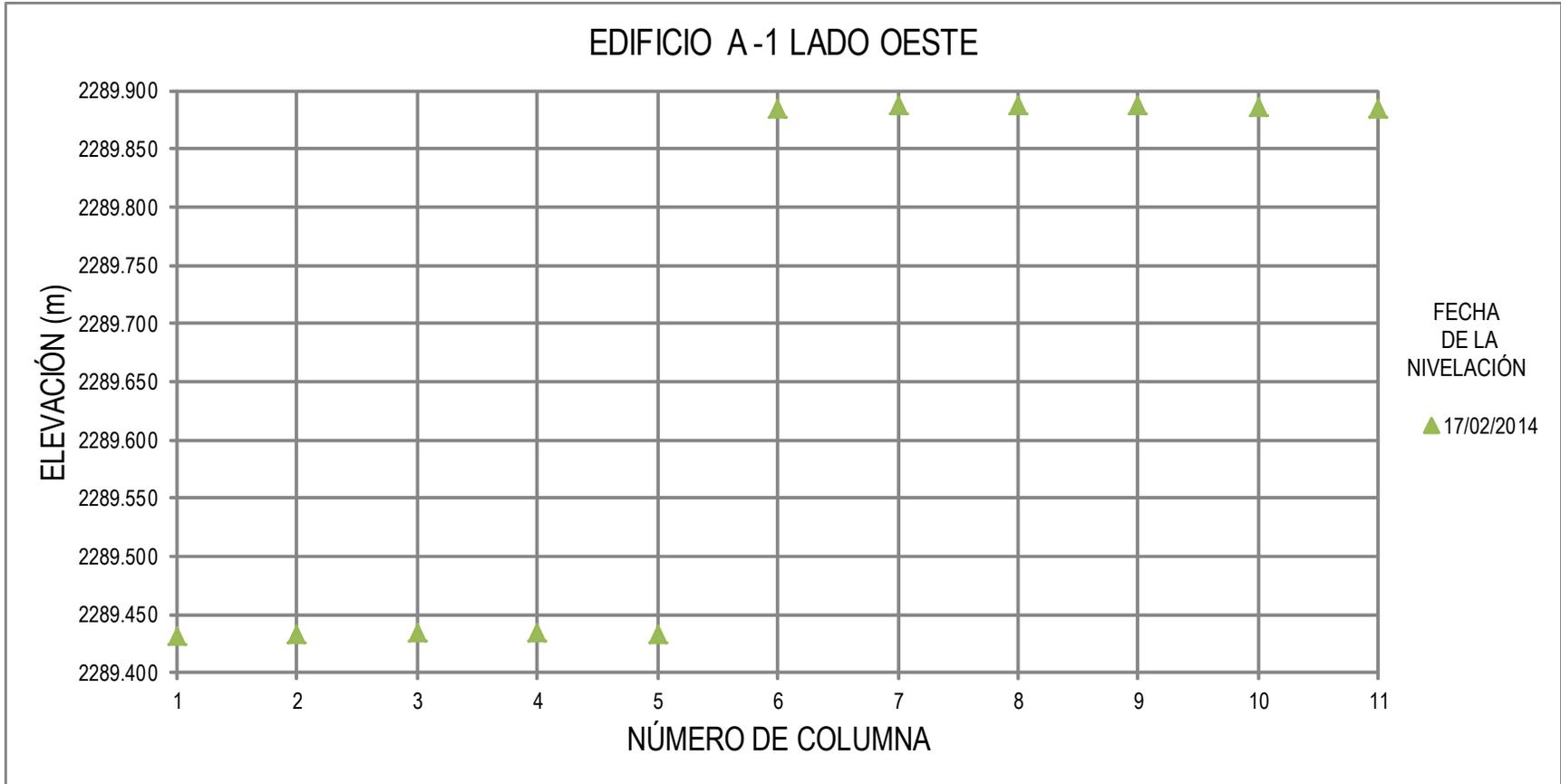


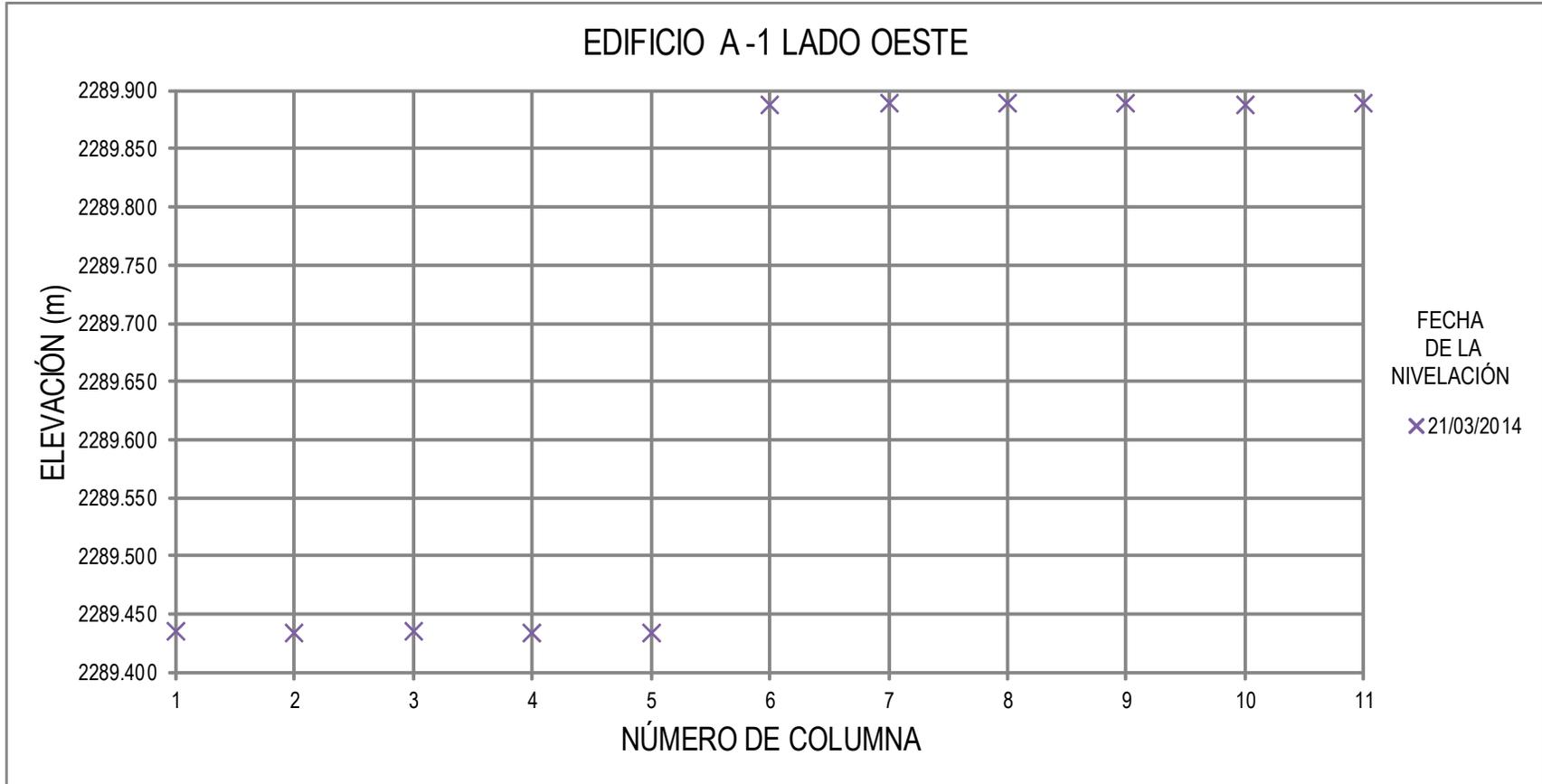


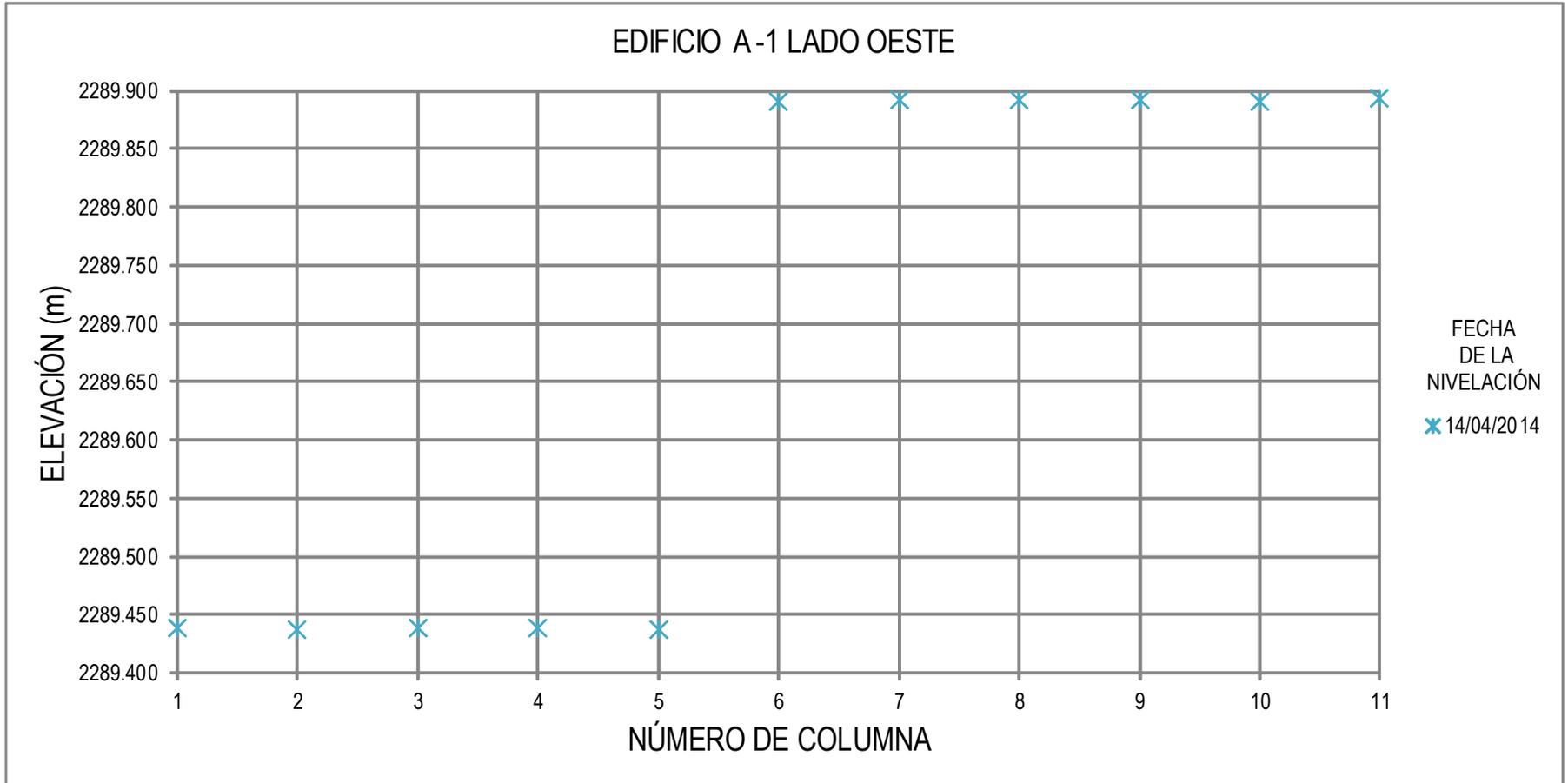


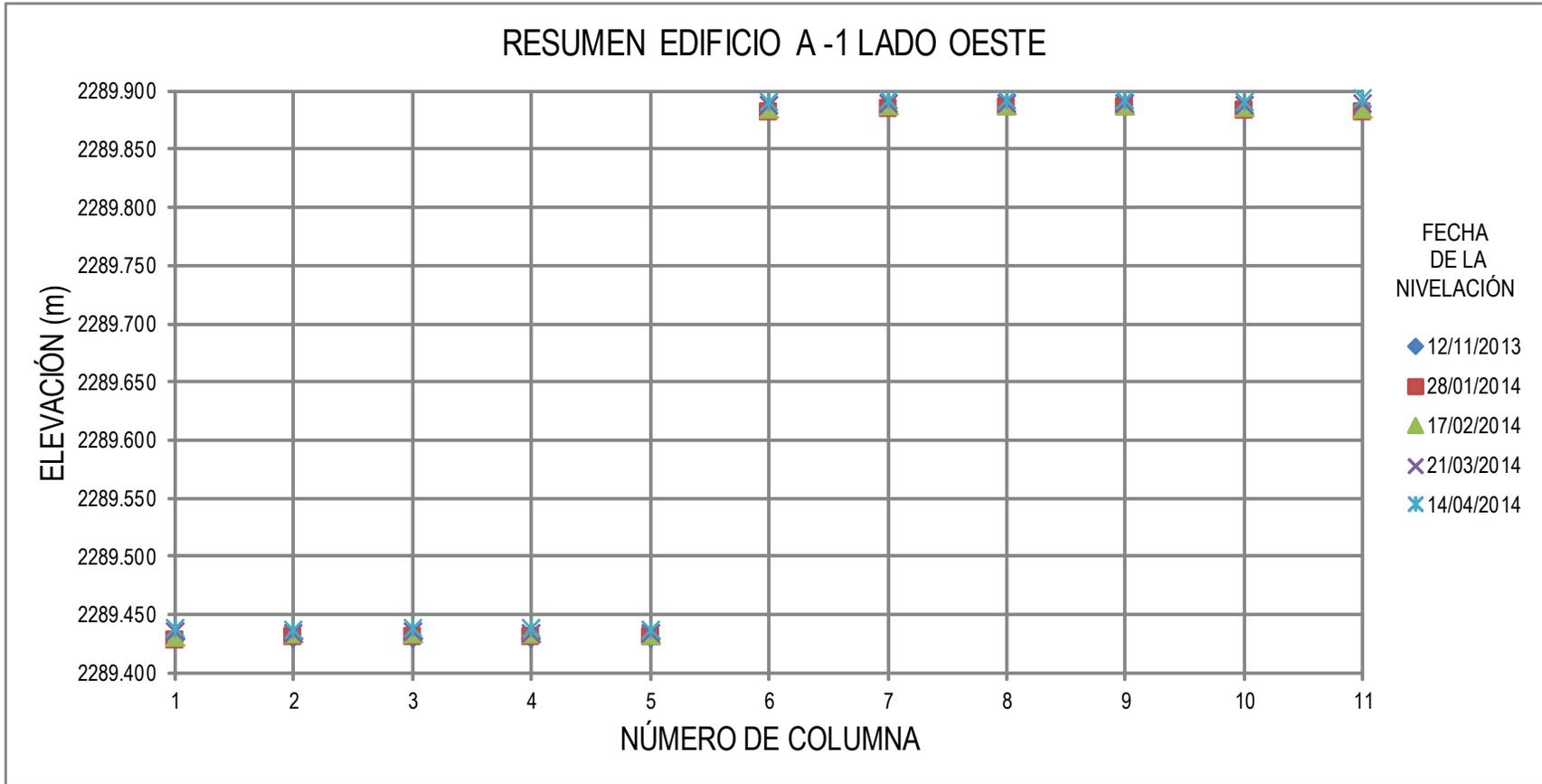


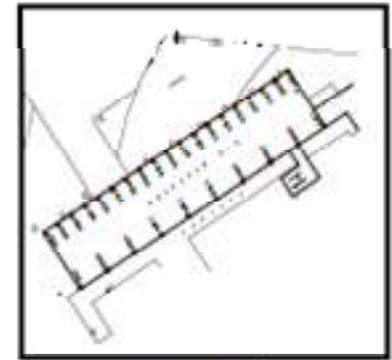
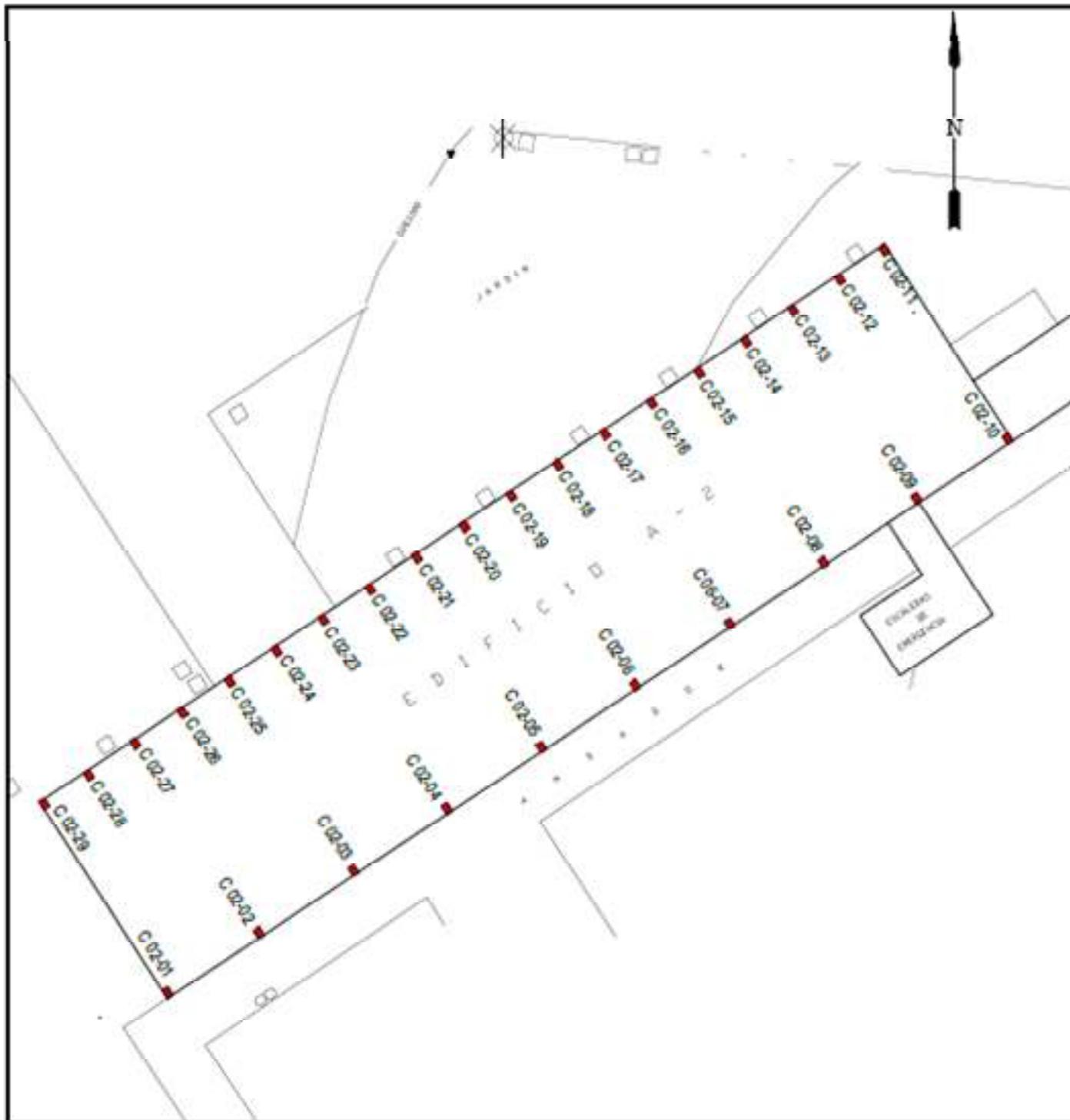












LOCALIZACIÓN

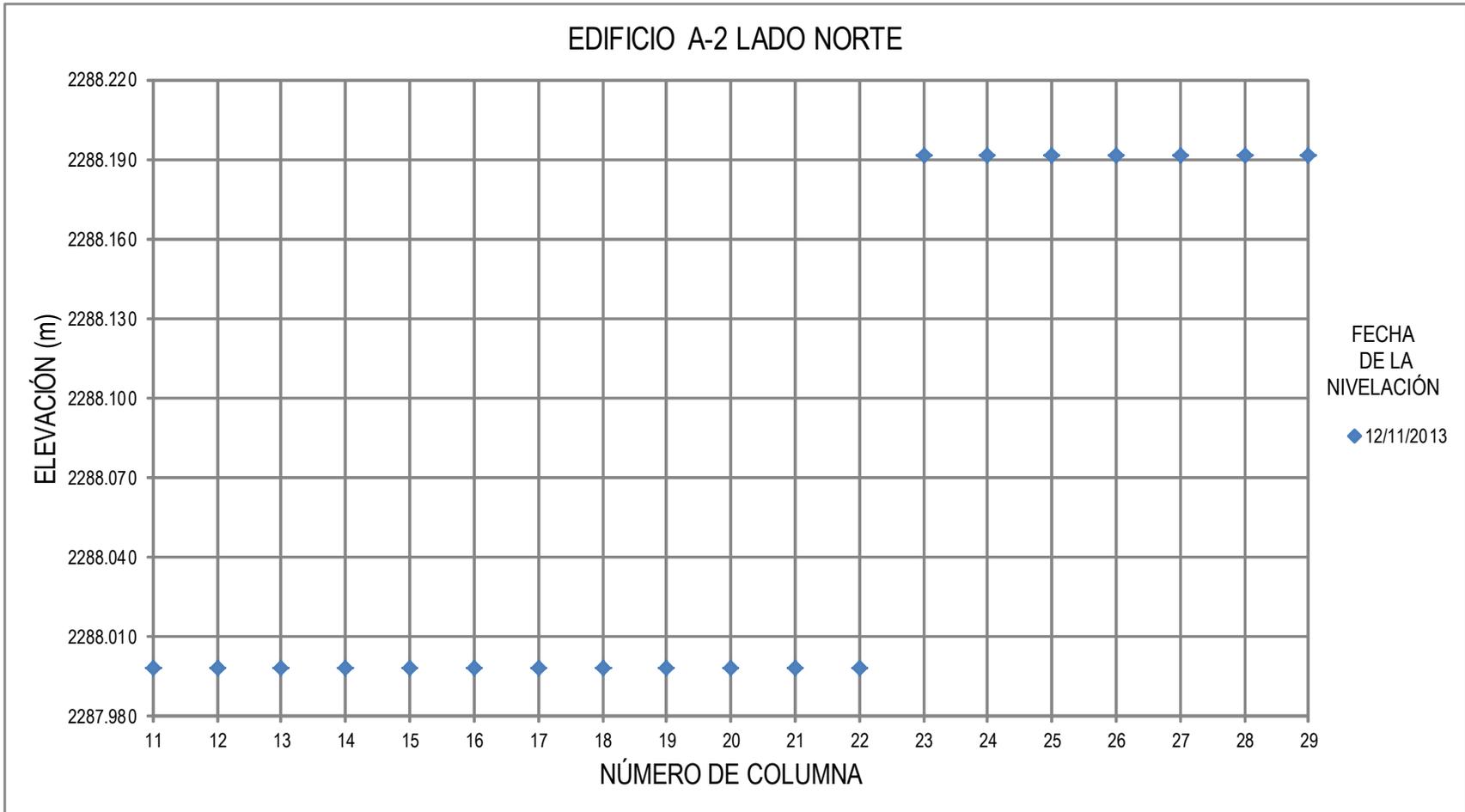
SIMBOLOGÍA

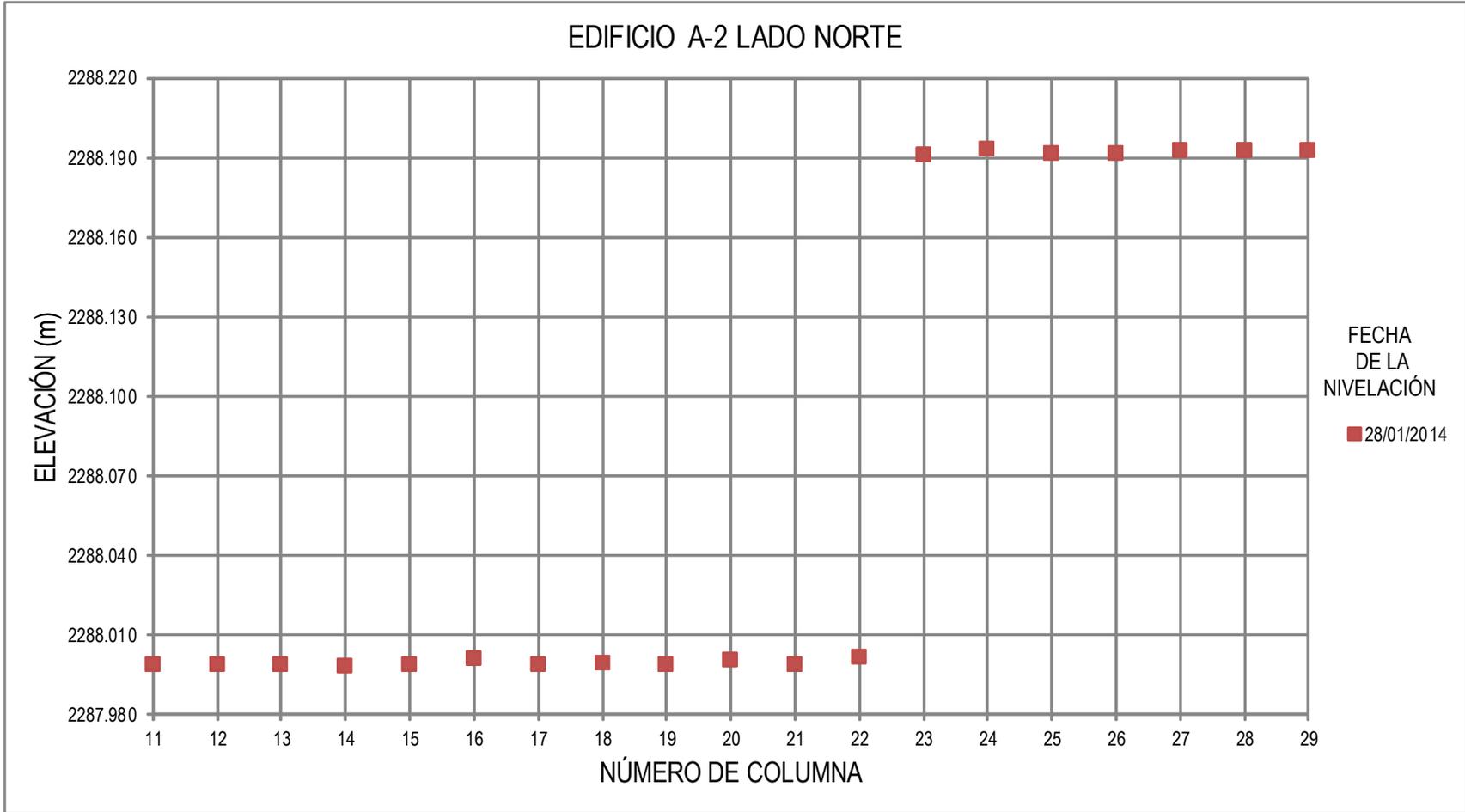
- AREA
- LÍNEAS CON REGISTRO ELÉCTRICO
- REGISTRO
- EXPEDIENTE
- CORRIENTE DE AGUA
- PUNTO DE VENTA
- PUNTO DE EMERGENCIA
- HIDRANTE PARA BOMBEO
- BARRIO PARA DEPOSITO DE BASURA
- MANO
- POZAL
- BOCA DE TORRENTA
- CÁMERA TELEFÓNICA
- REGISTRO DE ALTA TENSION DE C.T. 6
- REGISTRO TELEFÓNICO
- COLUMNA
- LÍNEA DE ALTO TENSIONADO
- VERTICE DEL AGUA

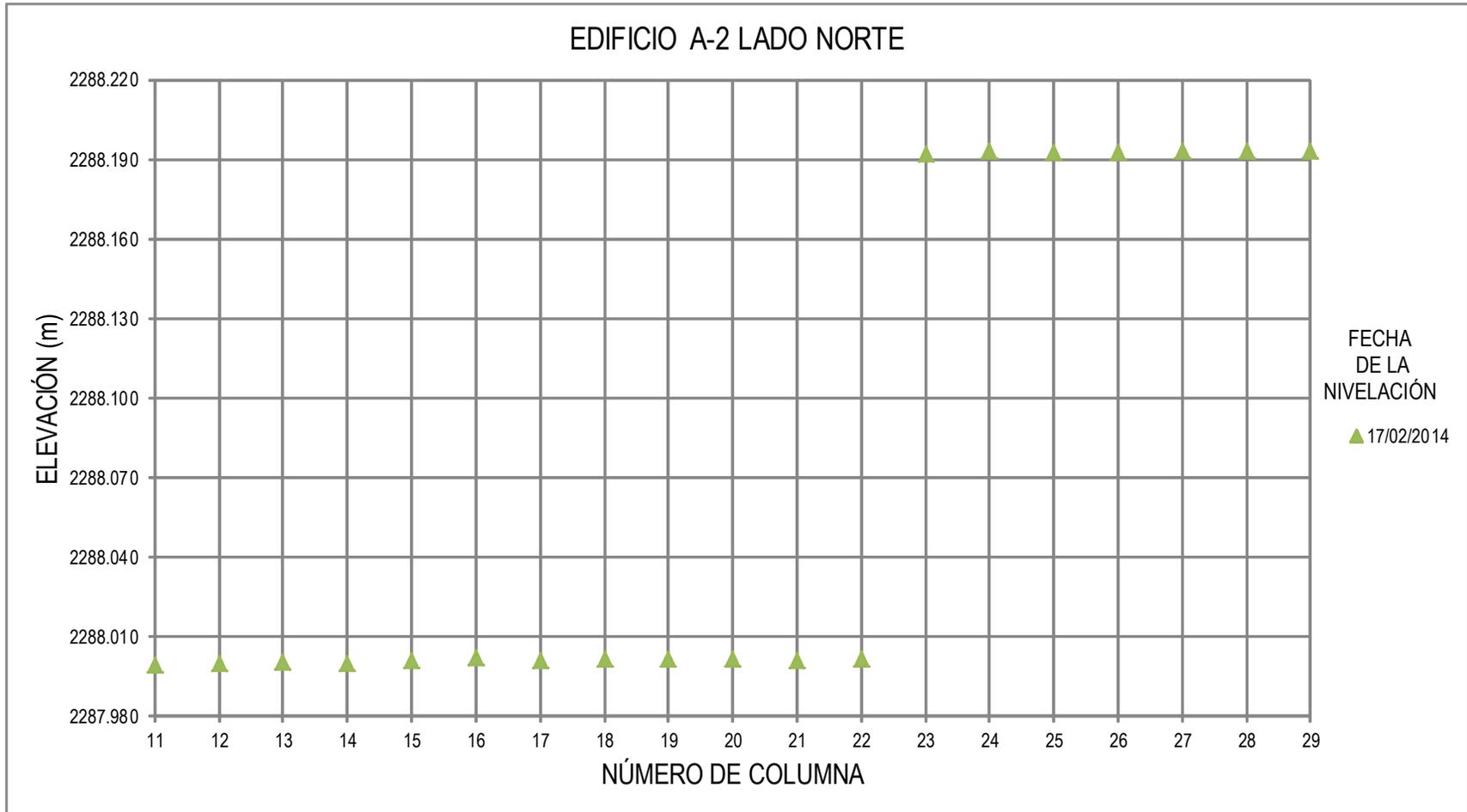
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES AGATLÁN

ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE APOYO TOPOGRÁFICO VERTICAL PARA EL CONTROL DE ALINEAMIENTO EXPERIMENTAL EN LOS EDIFICIOS DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES AGATLÁN

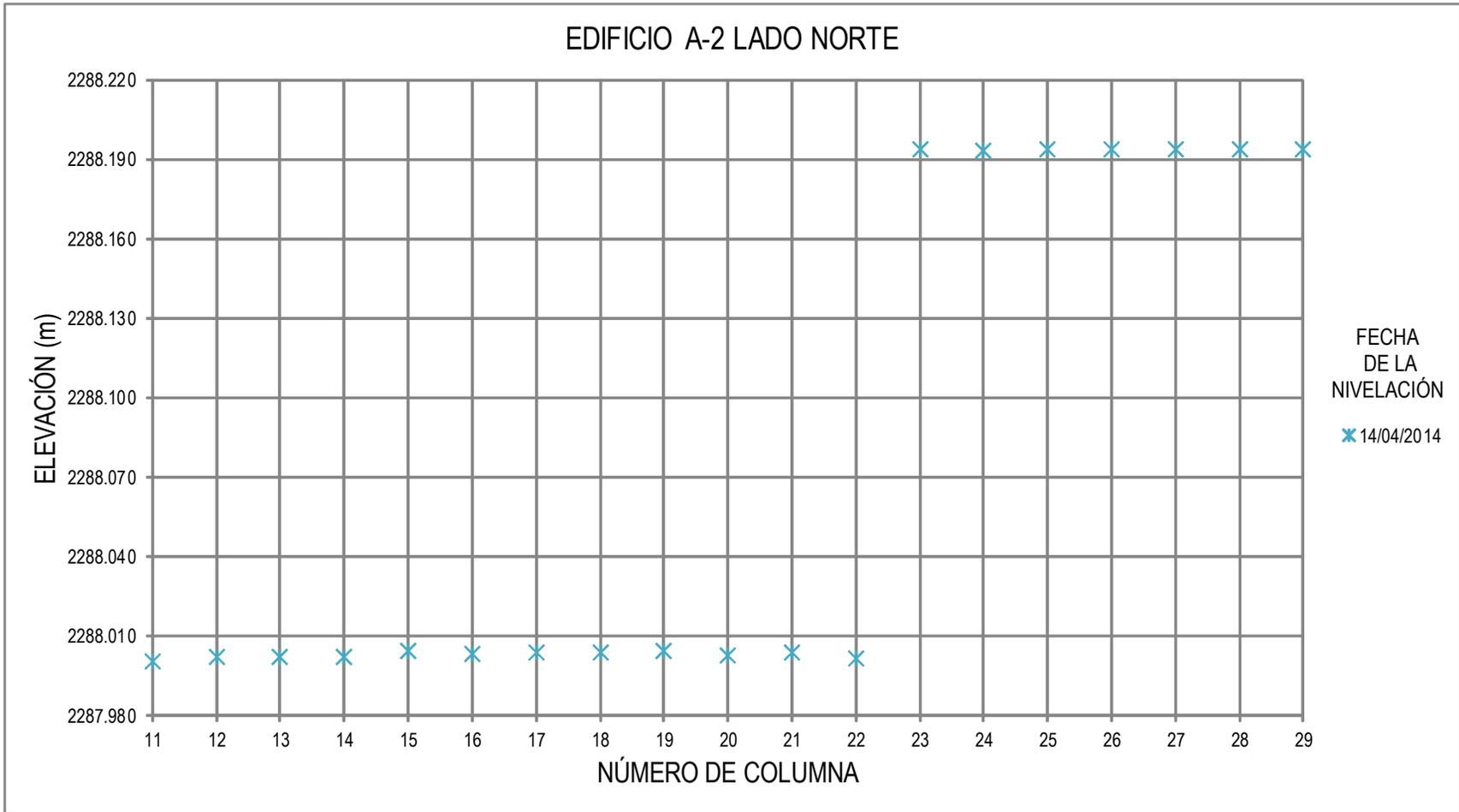
AUTOR: DR. GUILLERMO FERRAS GARCÍA INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS (INTEC)		DIVISIÓN DE MATEMÁTICA E INGENIERÍA PROGRAMA DE BACHILLER EN CIENCIAS	
TÍTULO: M.C.	AUTORES: M.C. FERRAS GARCÍA M.C. FERRAS GARCÍA	ASISTENTE: M.C. FERRAS GARCÍA	ASISTENTE: M.C. FERRAS GARCÍA

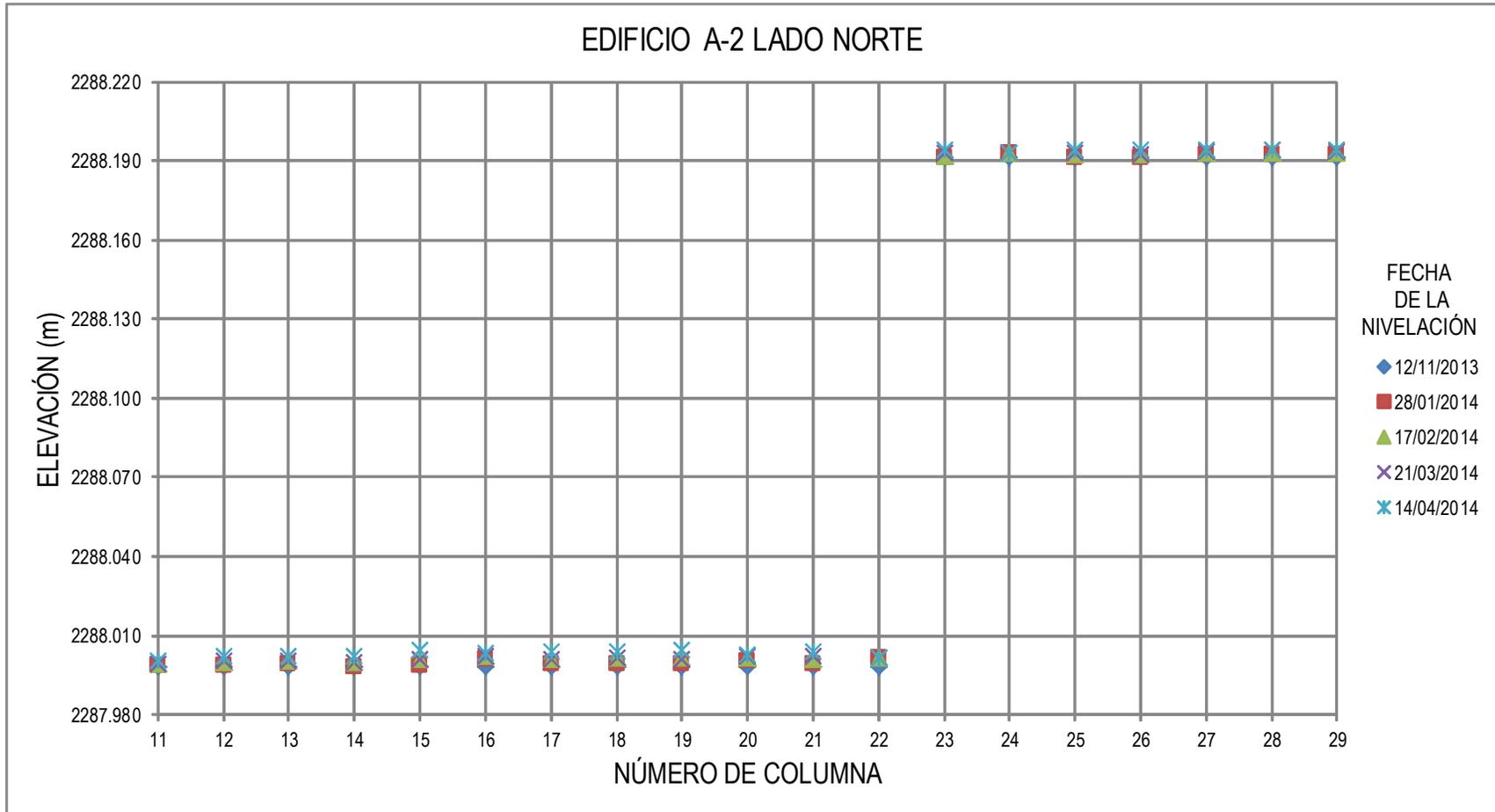


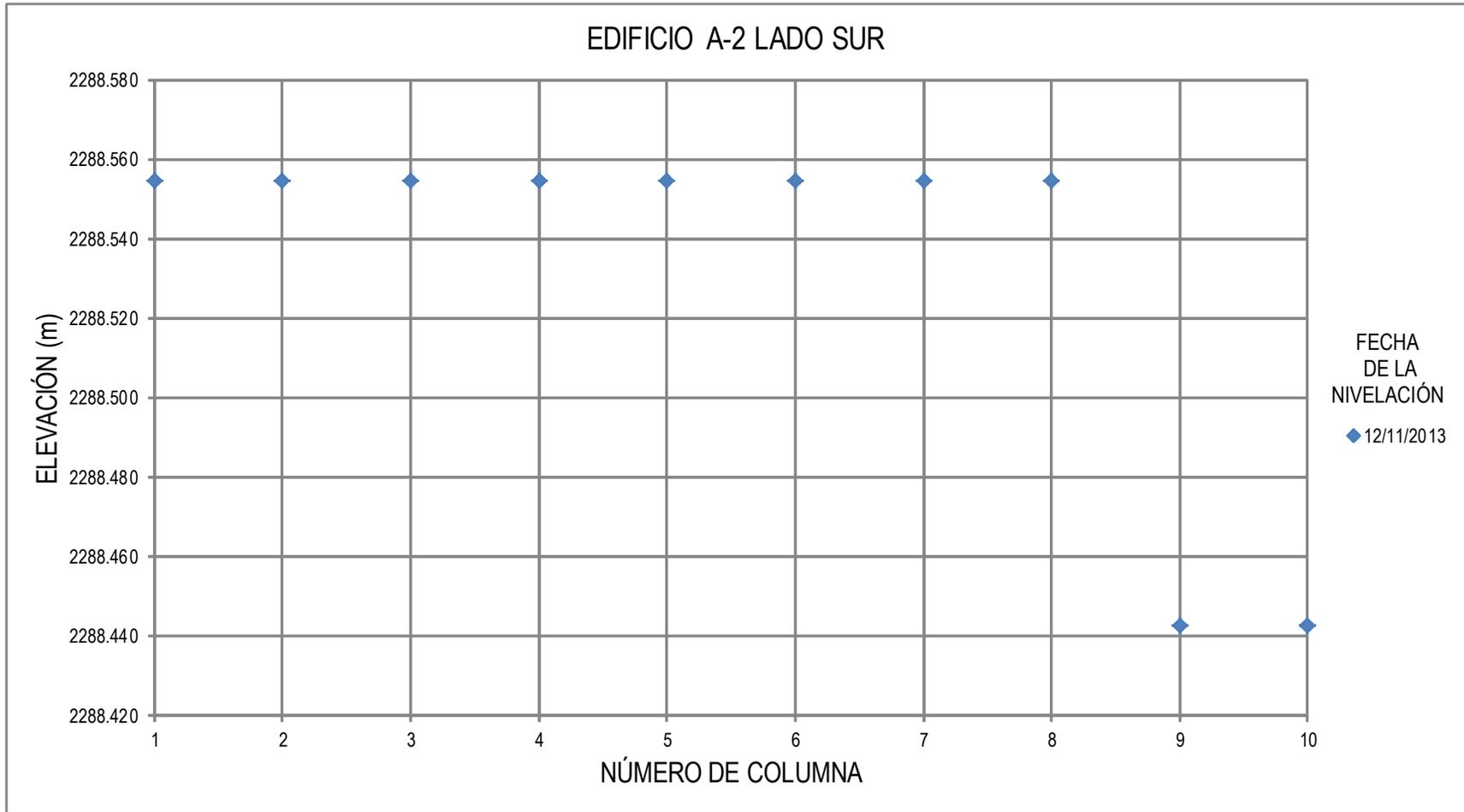


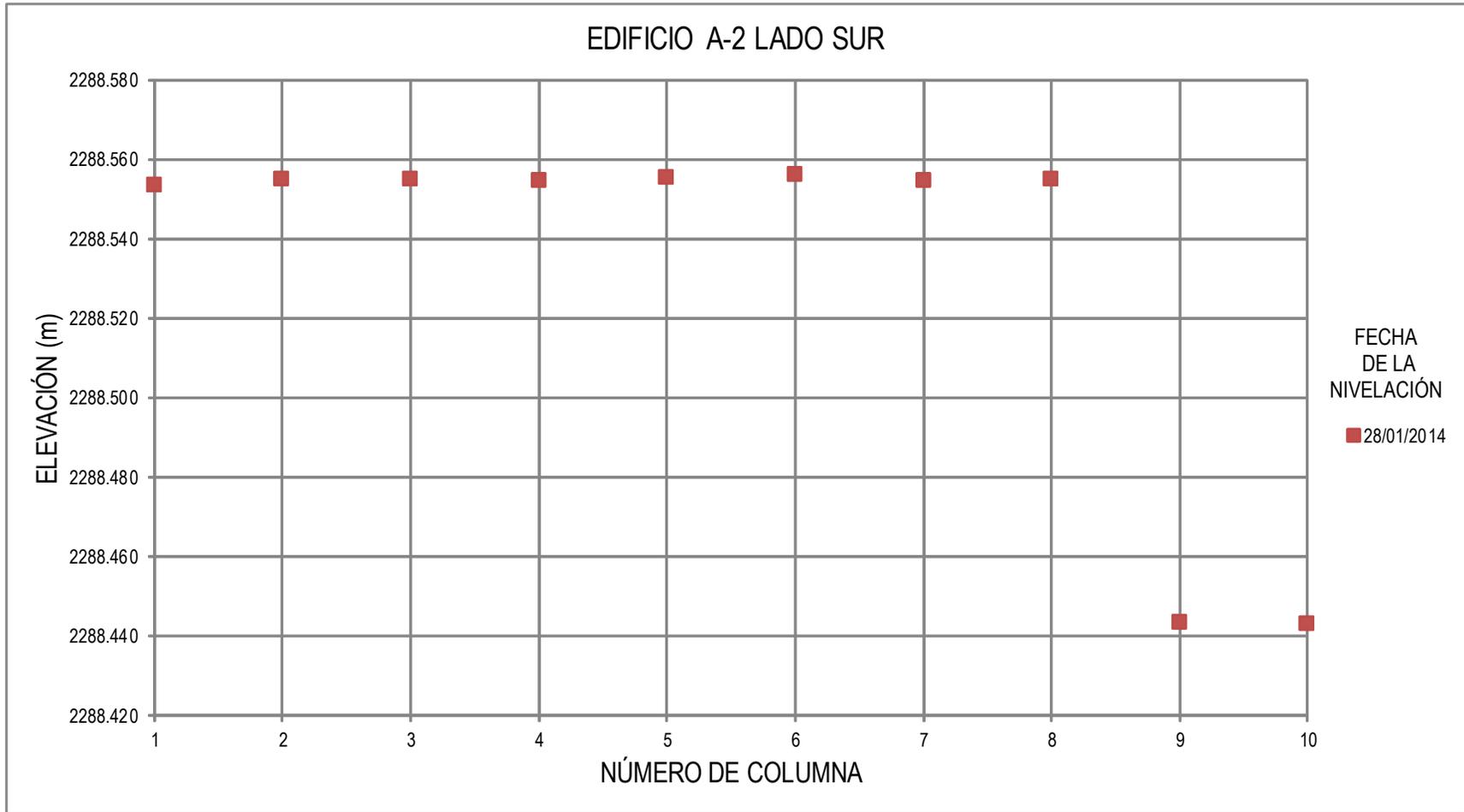


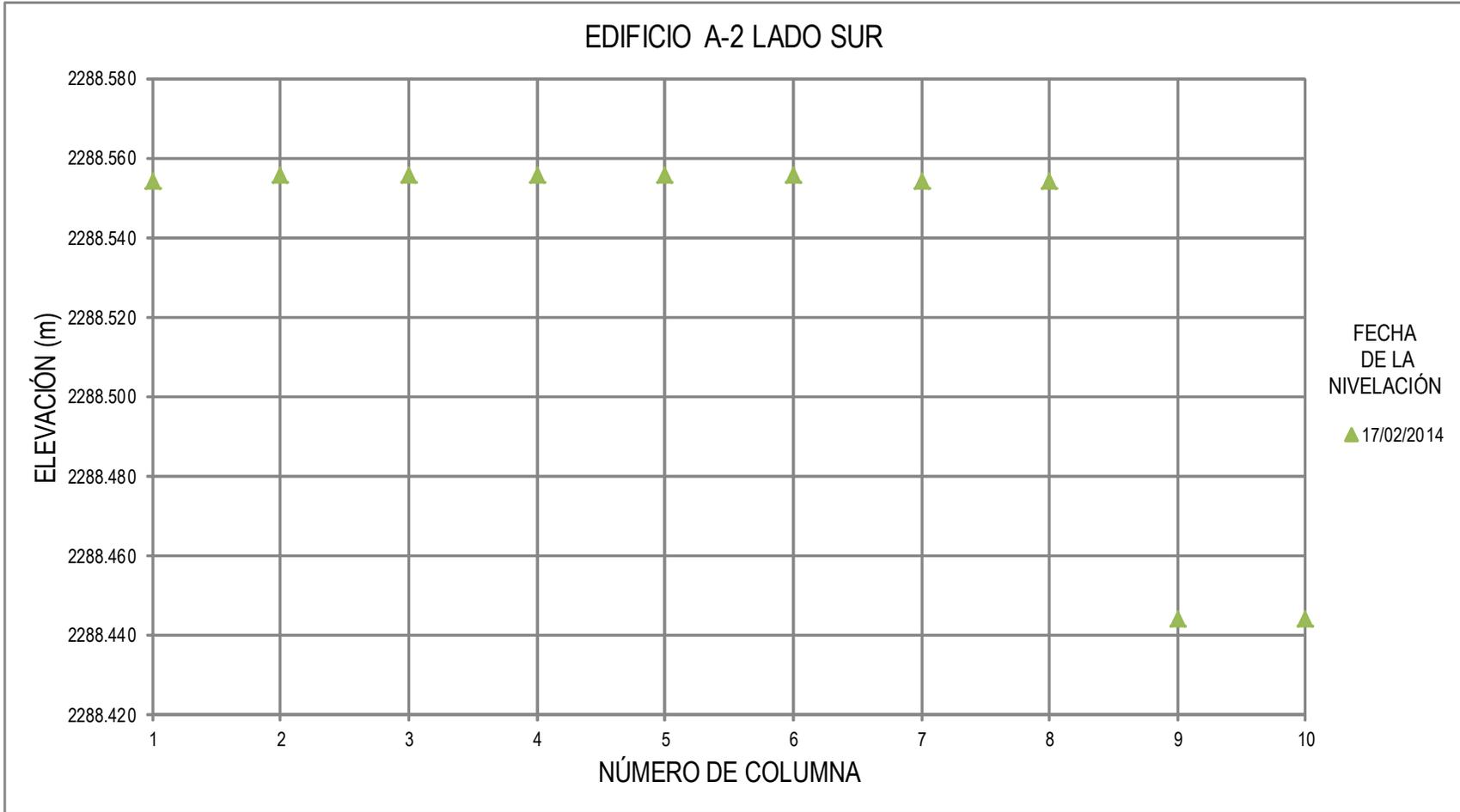


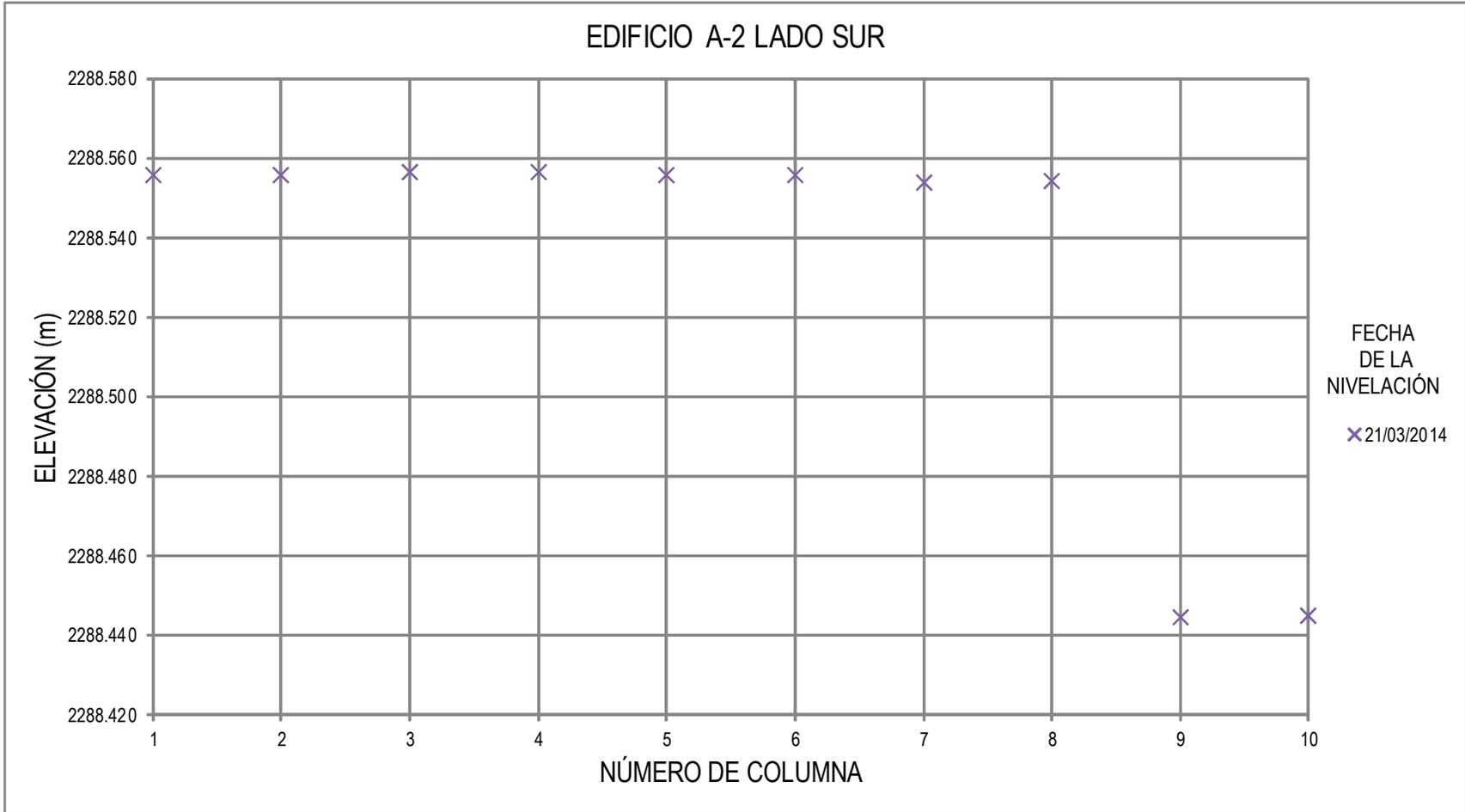


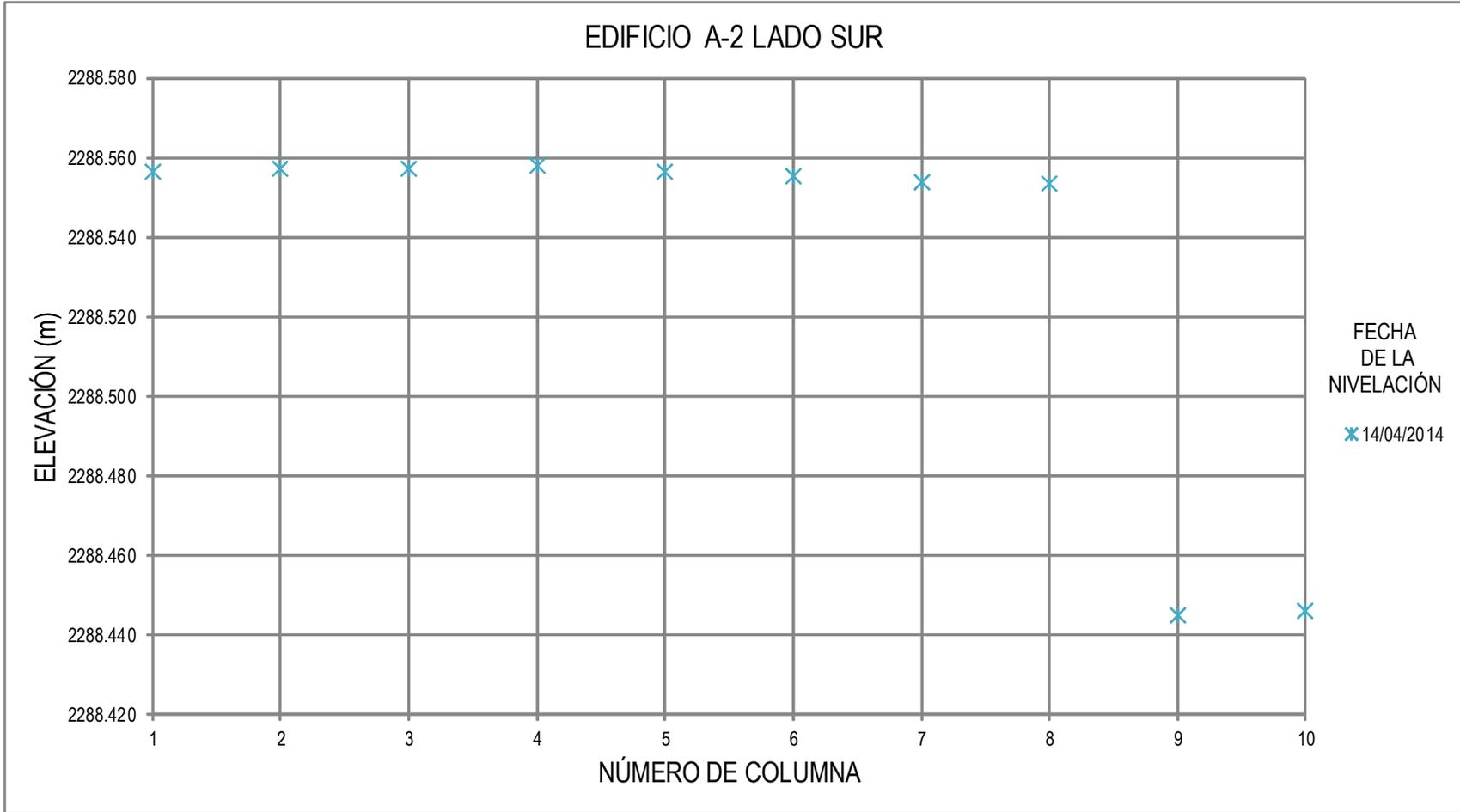


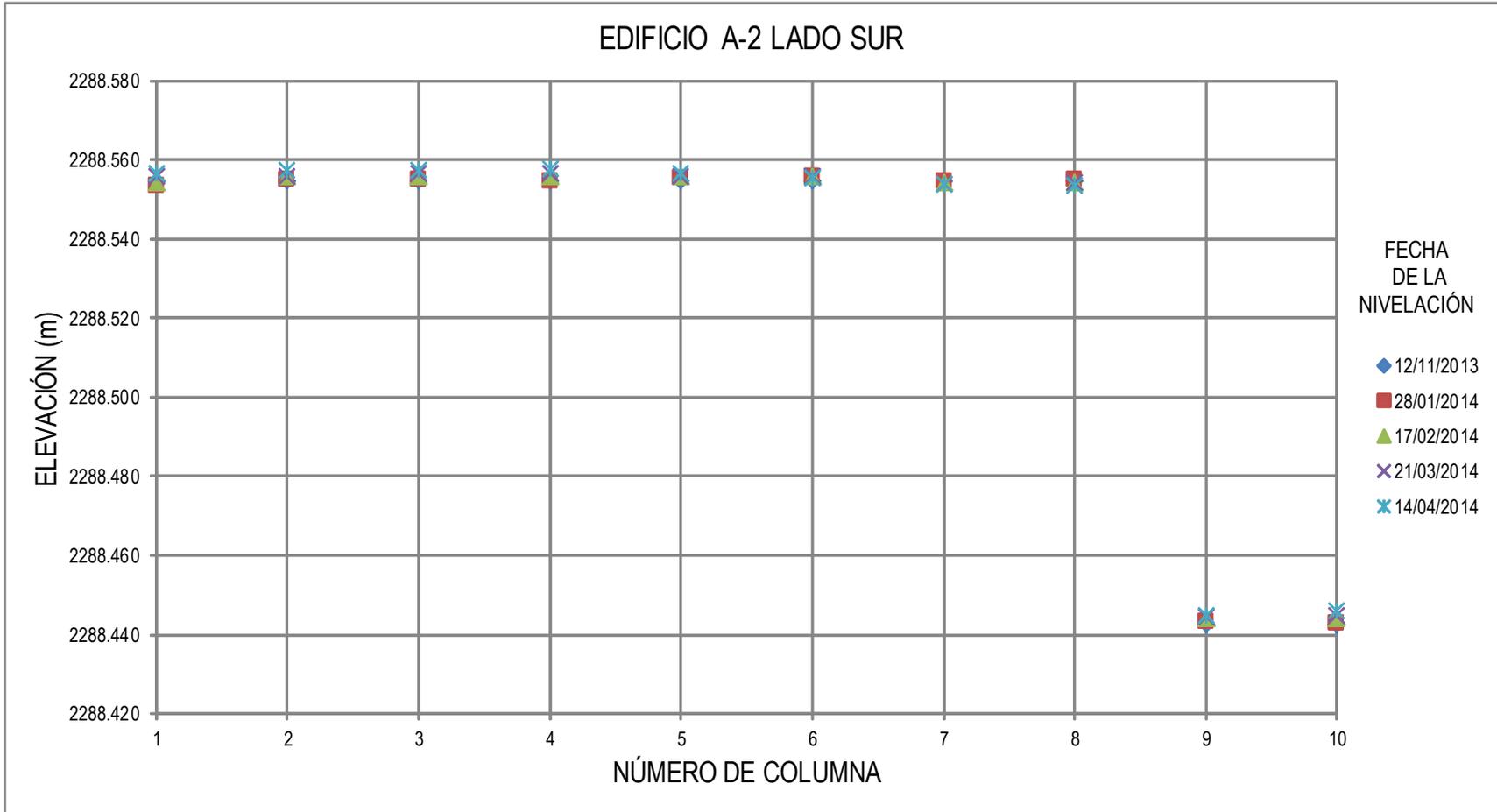


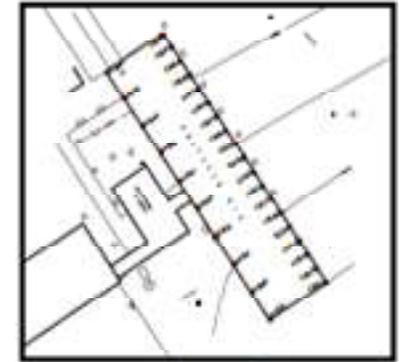
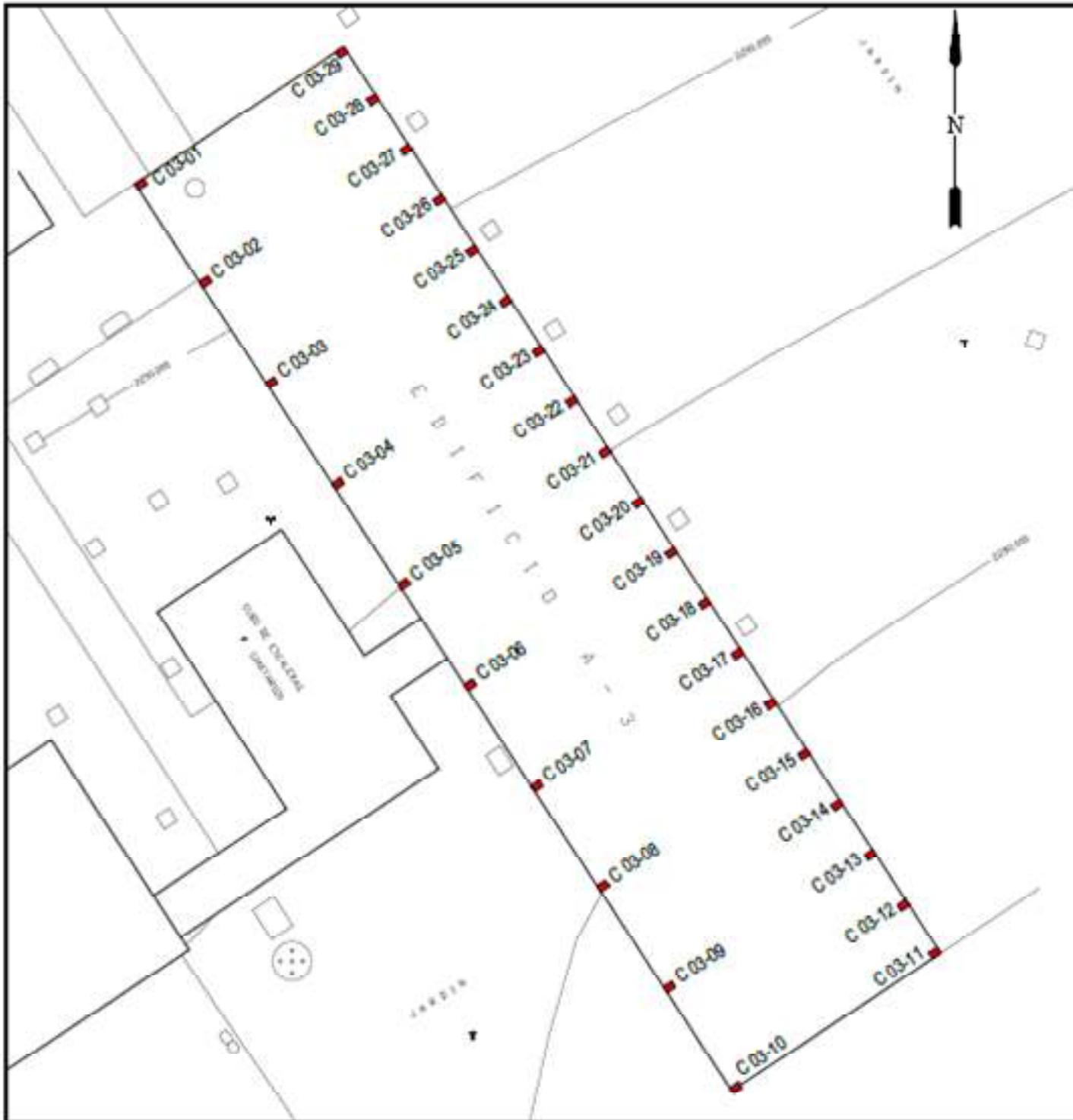












LOCALIZACIÓN

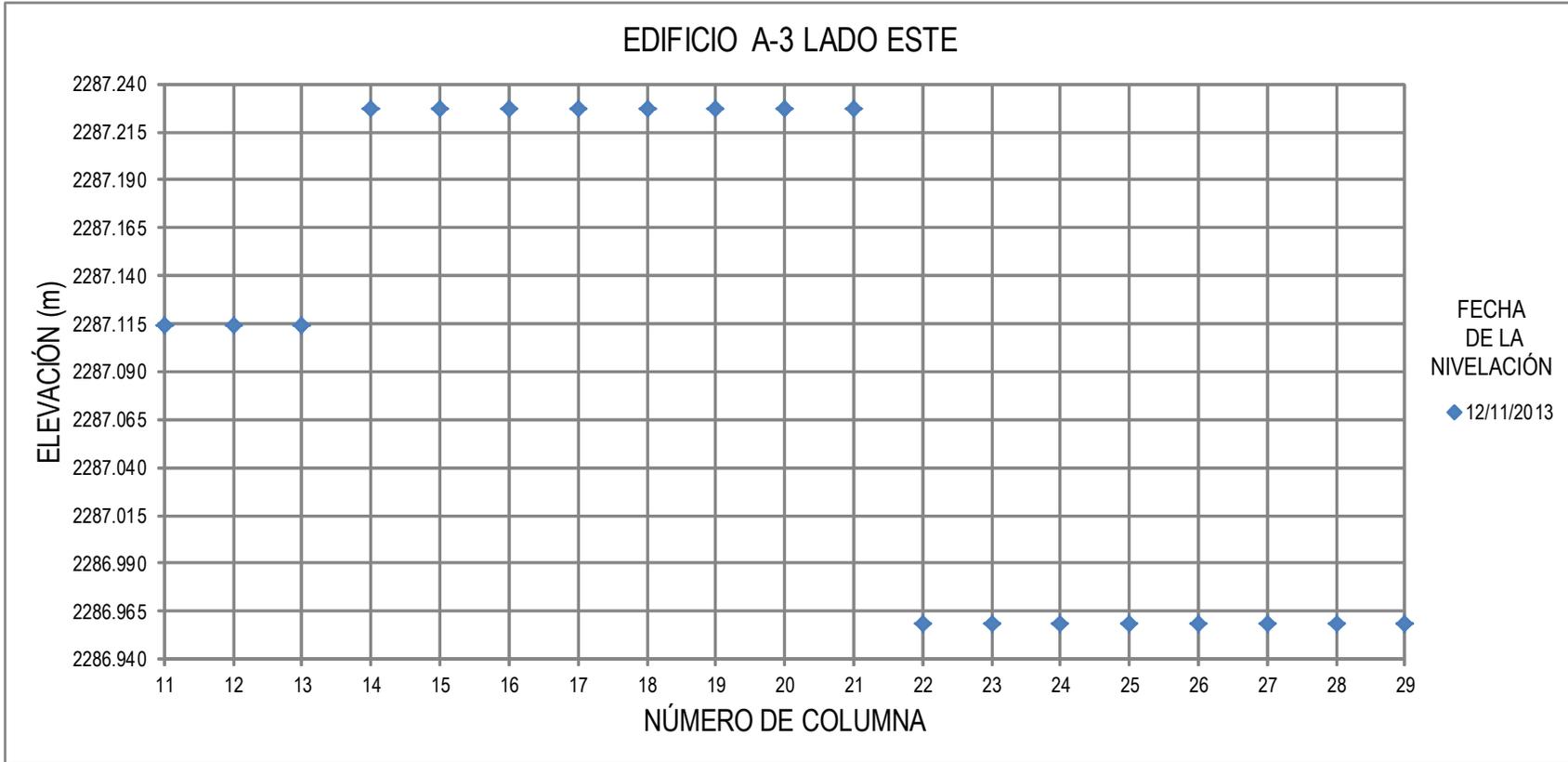
SIMBOLOGÍA

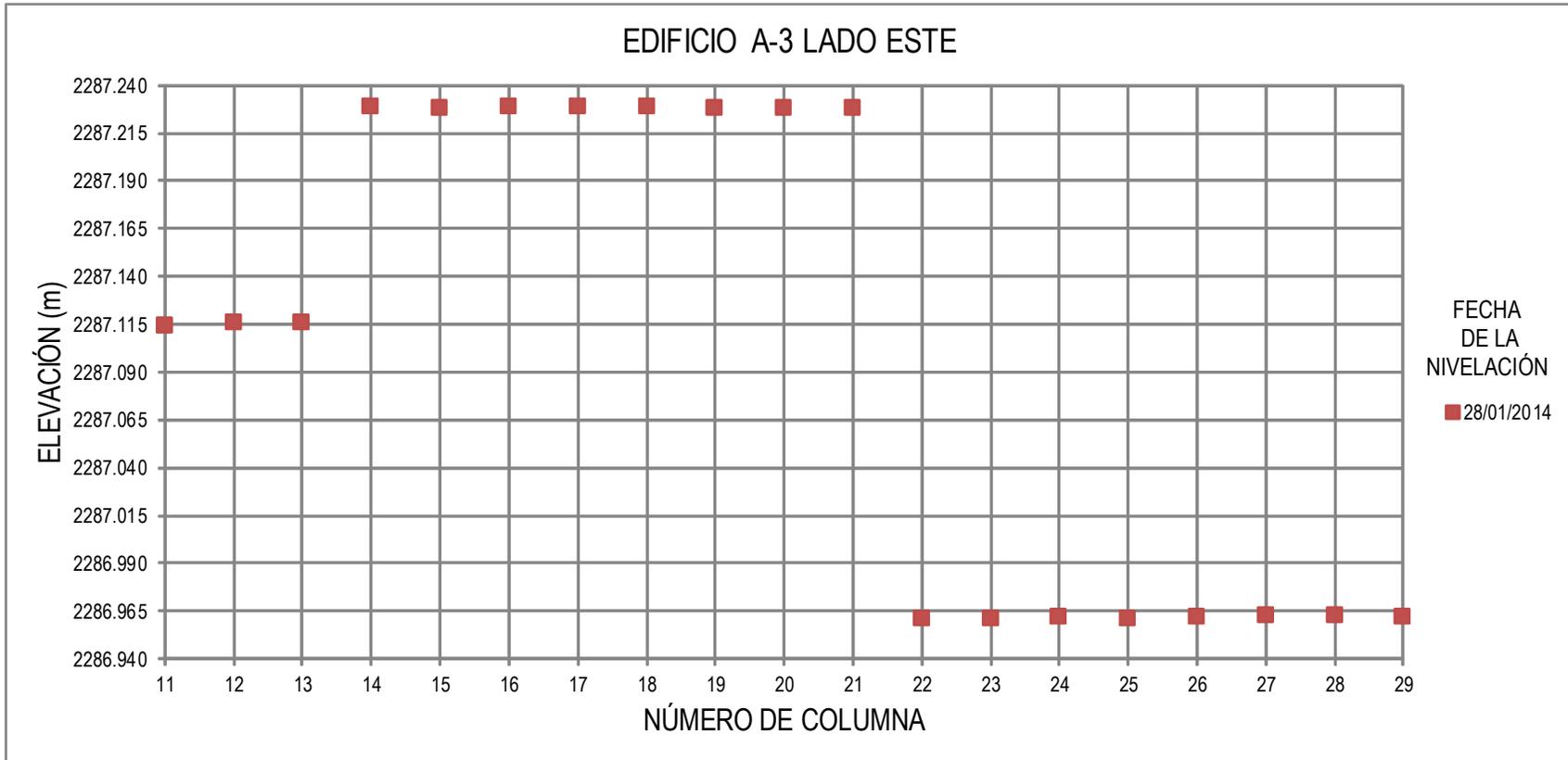
- ANILLO
- LINEAMIENTO CON INSTRUMENTO ELECTRONICO
- AREA CONSTRUIDA
- ALBERGUE
- CORREO DE AGUA
- PUESTO DE VENTA
- PUENTE DE PASADIZO
- MONUMENTO PARA ALIBRAMIENTO
- RETENEDOR PARA DEPÓSITO DE AGUA
- MUR
- TUBO
- BOCAL DE TORNADO
- CUBETA TELEFONICA
- MONUMENTO DE ALTA TENSION DE C.T.A.
- MONUMENTO TELEFONICO
- COLUMNA
- MONUMENTO DE APUNTO TOPOGRAFICO
- MONUMENTO DE ALIBRAMIENTO

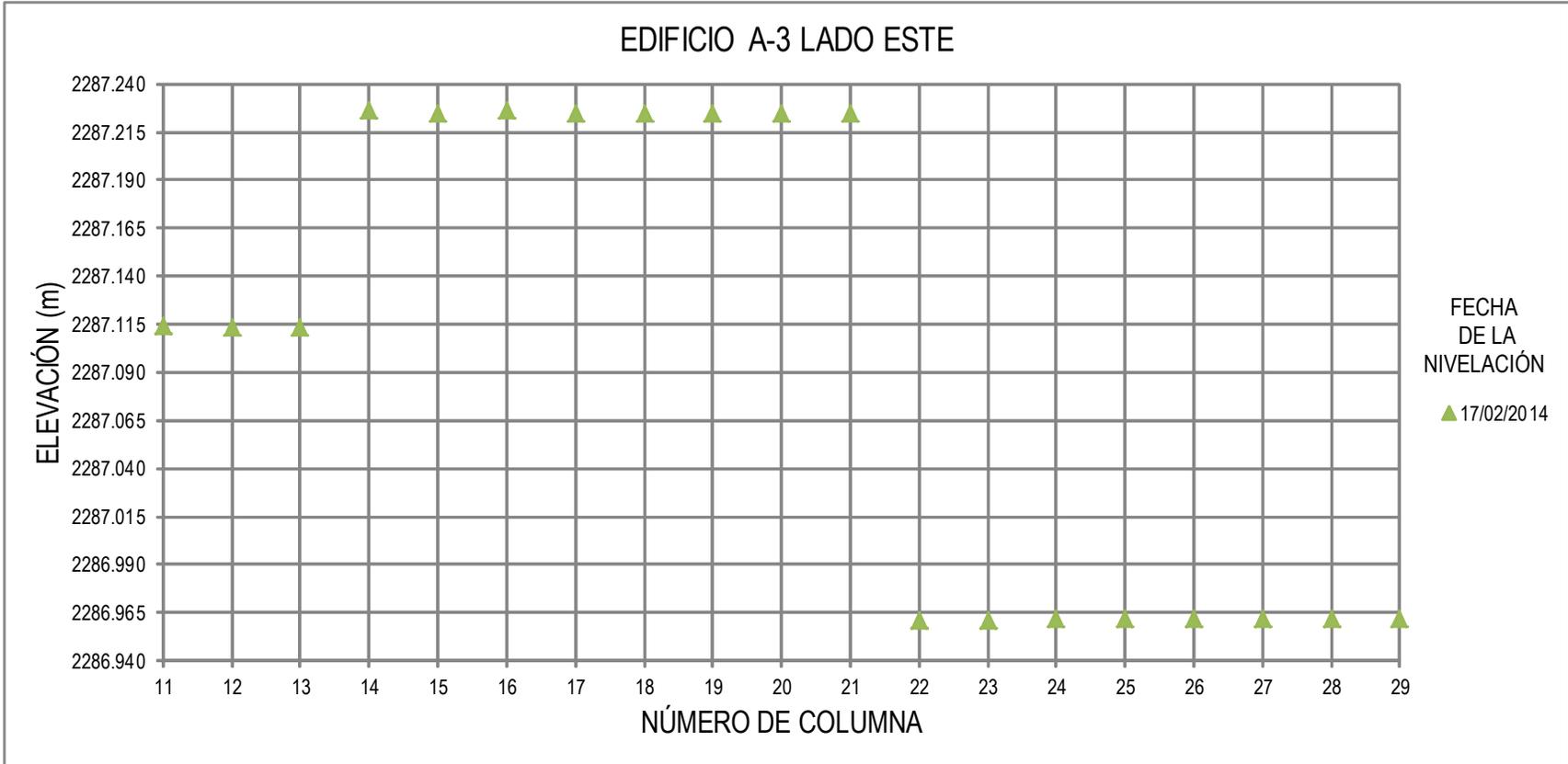
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE APUNTO TOPOGRÁFICO VERTICAL PARA EL CONTROL DE FUNDACIONES EXPERIMENTALES EN LOS EDIFICIOS DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

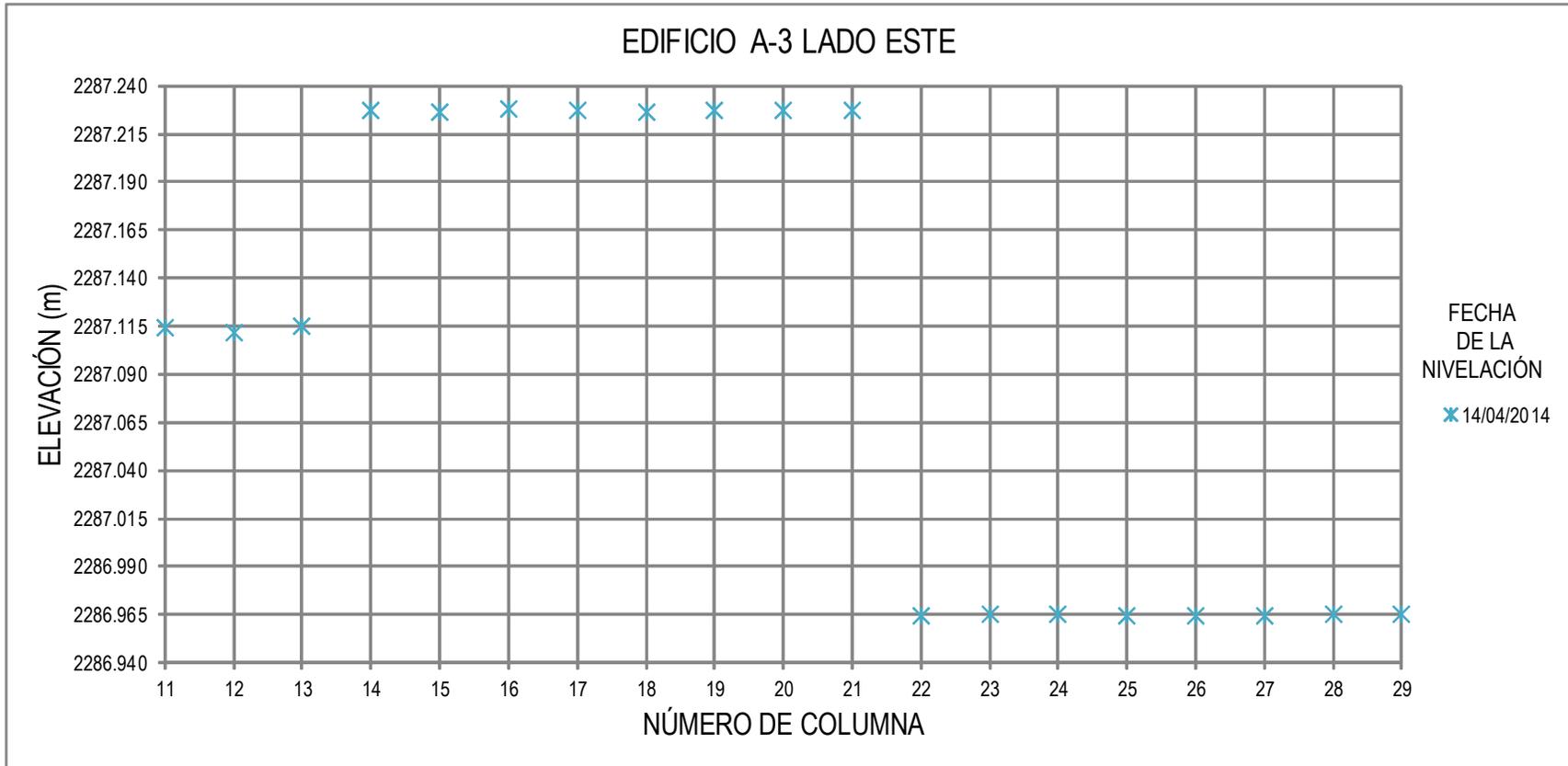
INSTITUCIÓN AL SERVICIO DE LAS AUTORIDADES UNIVERSITARIAS ACATLÁN, A.C.		DIVISIÓN DE MATEMÁTICAS E INGENIERÍA PROYECTOS DE INGENIERÍA CIVIL	
TÍTULO ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE APUNTO TOPOGRÁFICO VERTICAL PARA EL CONTROL DE FUNDACIONES EXPERIMENTALES EN LOS EDIFICIOS DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN	AUTORES PROYECTO: FUNDACIONES EXPERIMENTALES	FECHA PROYECTO: FUNDACIONES EXPERIMENTALES	NÚMERO DE REGISTRO PROYECTO: FUNDACIONES EXPERIMENTALES

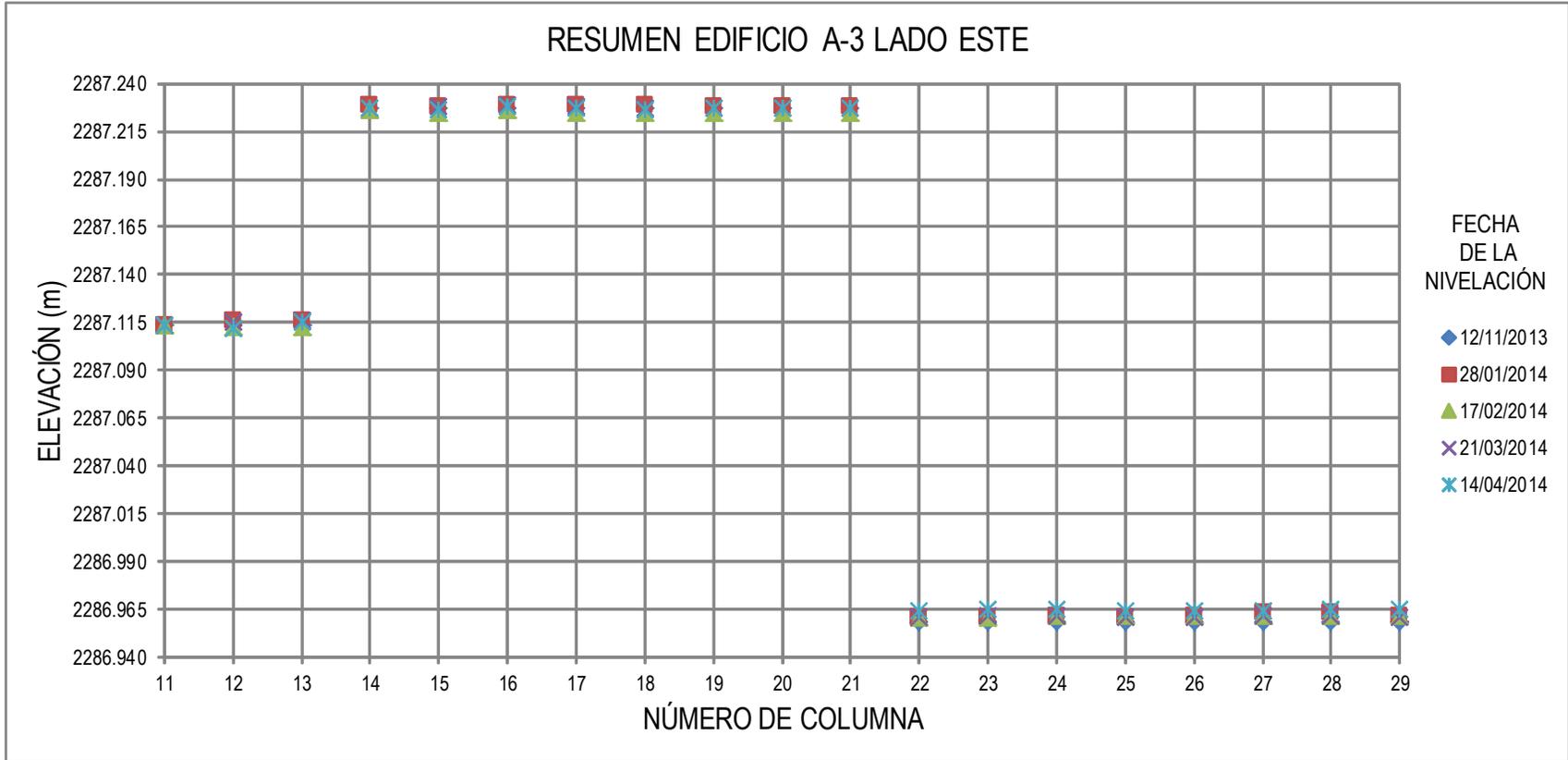


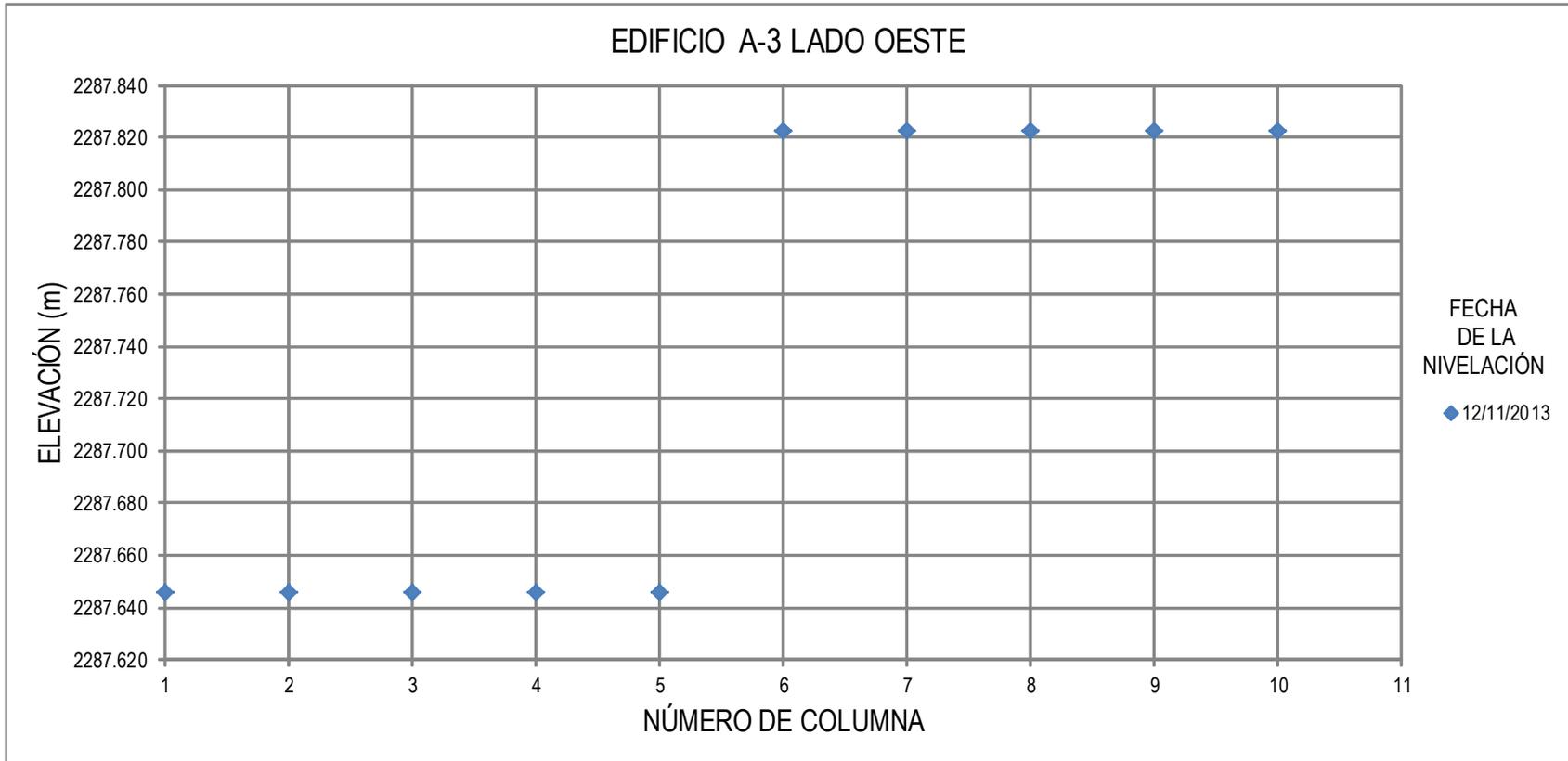


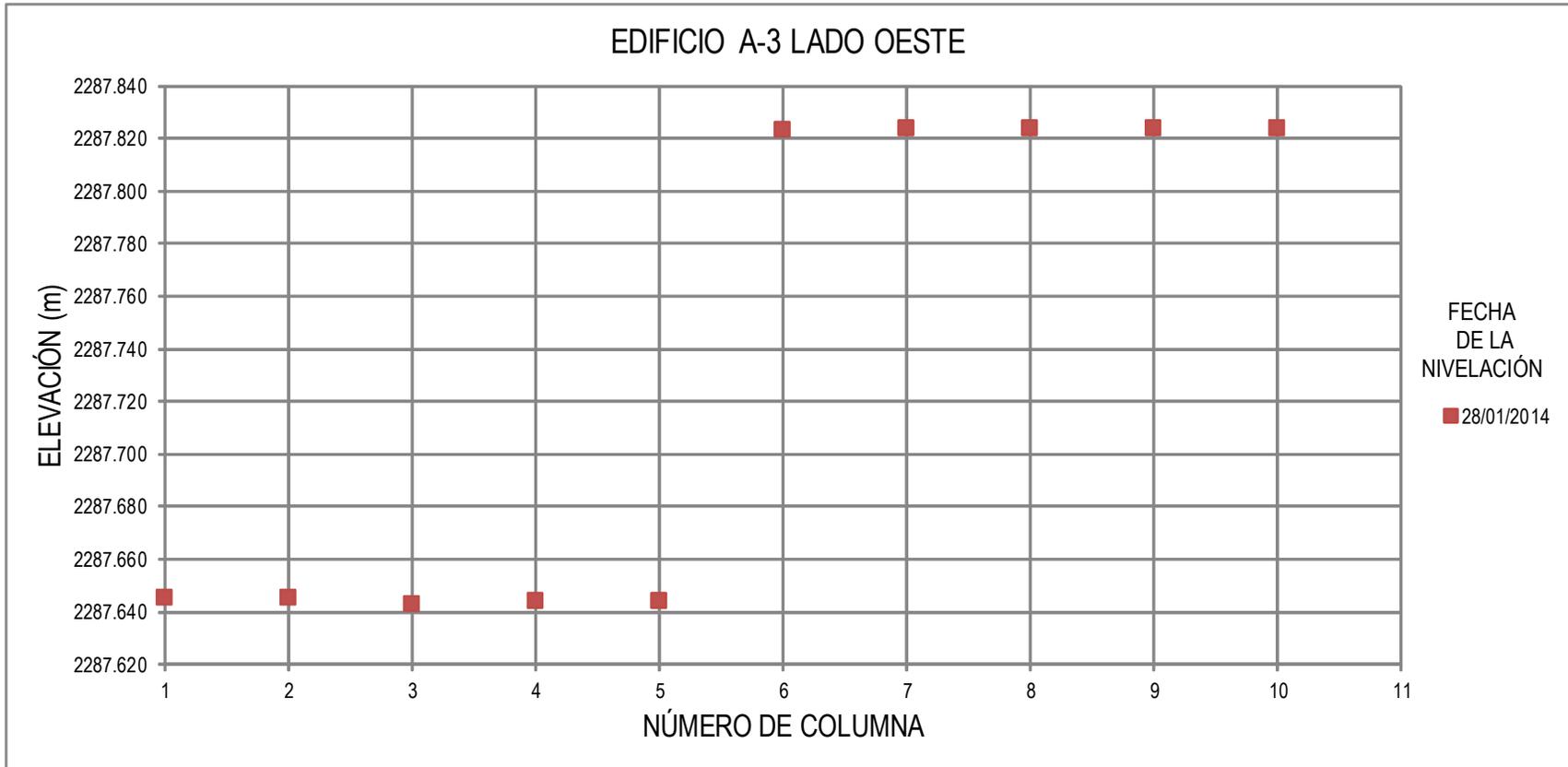


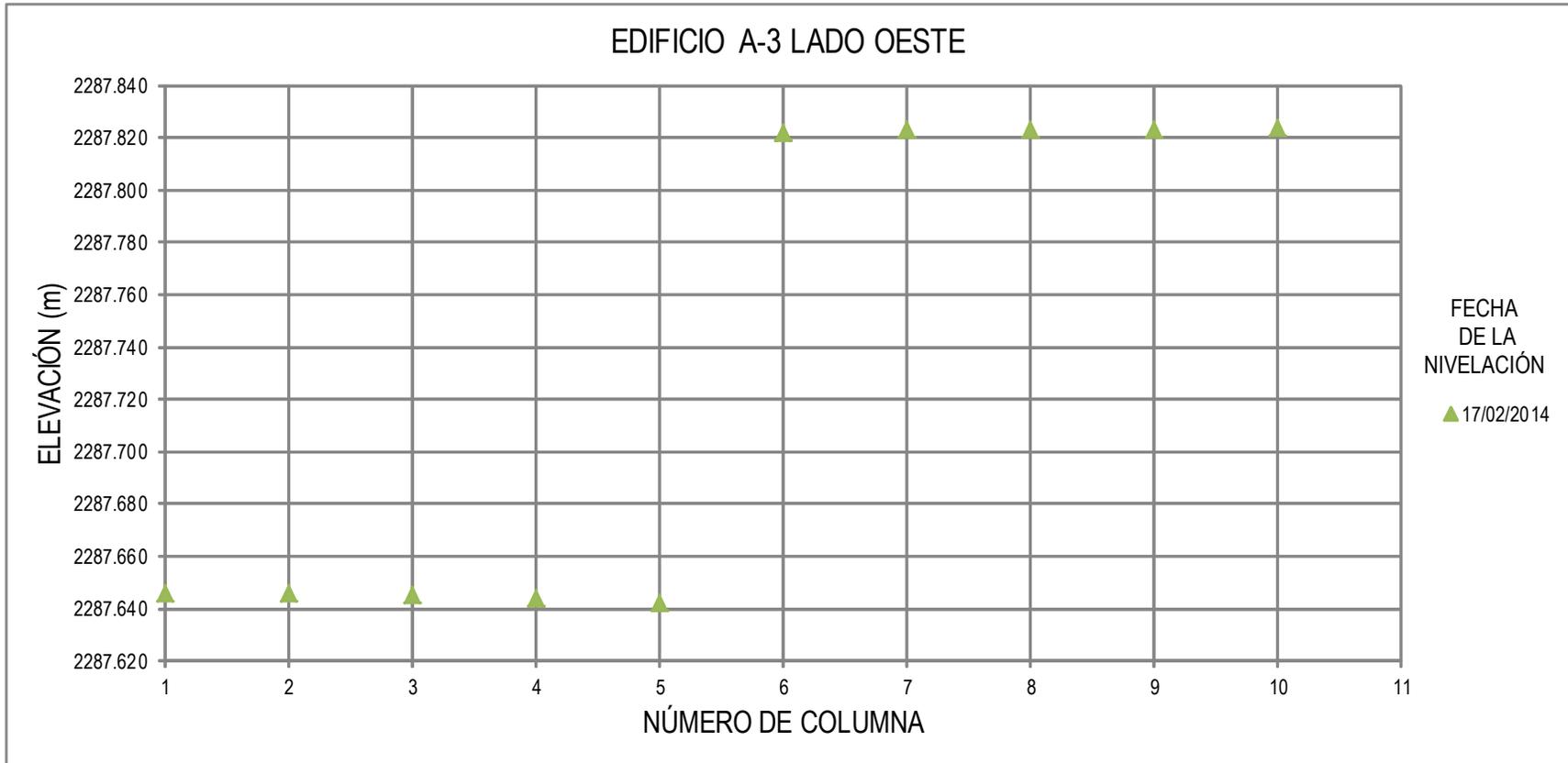


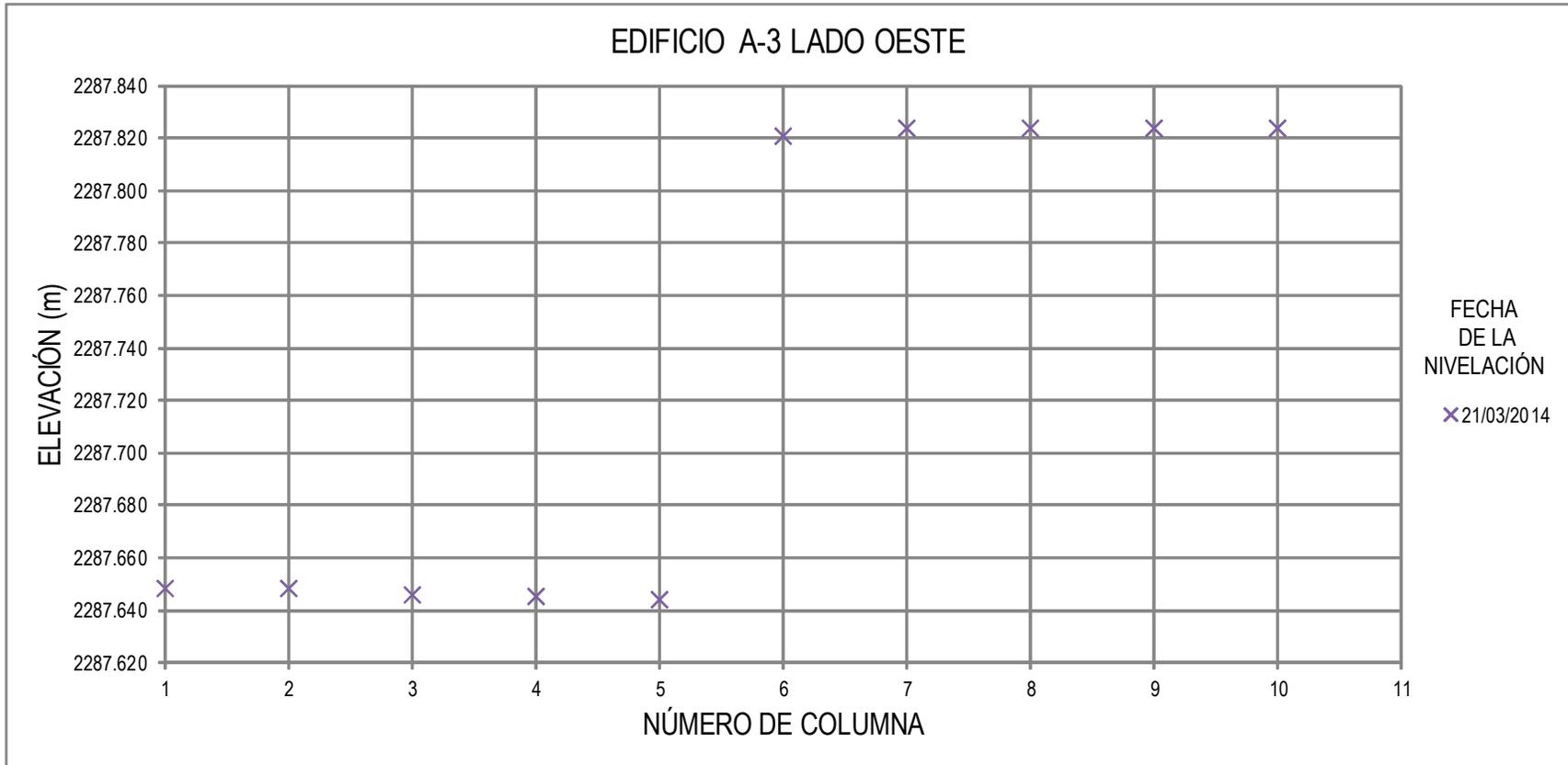


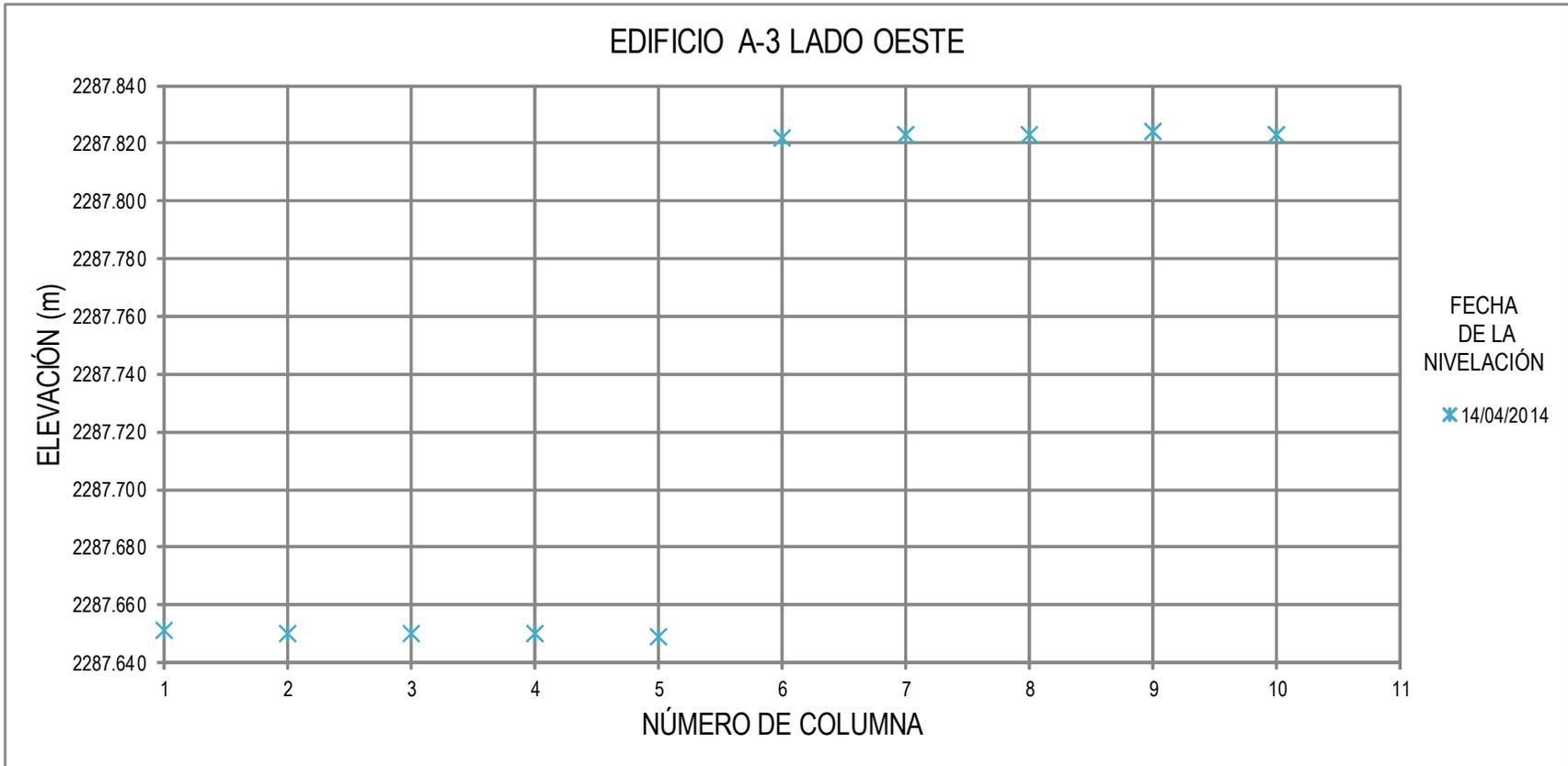


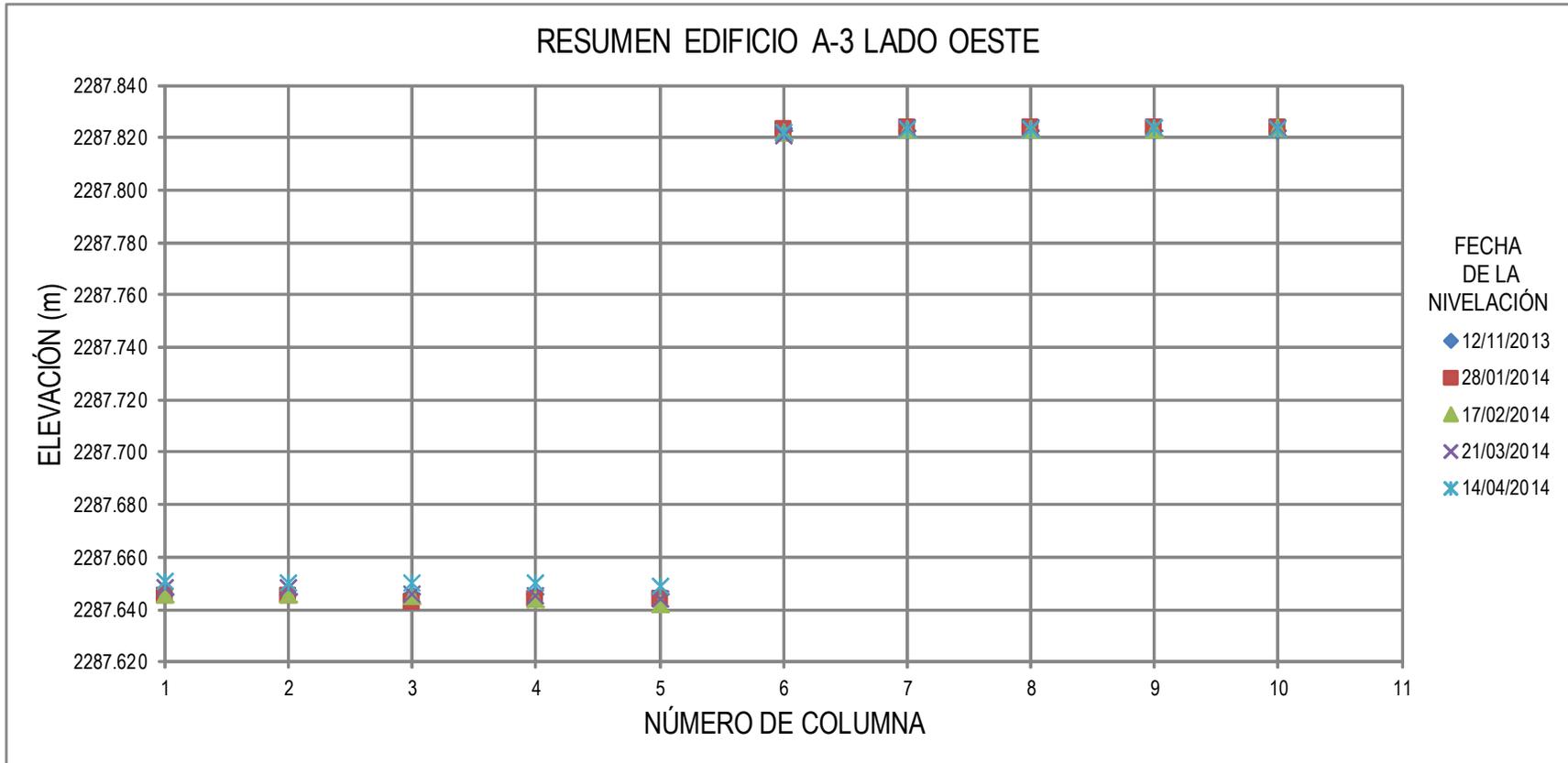


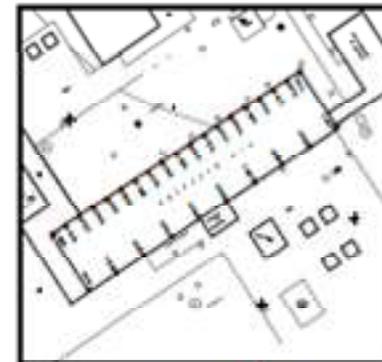
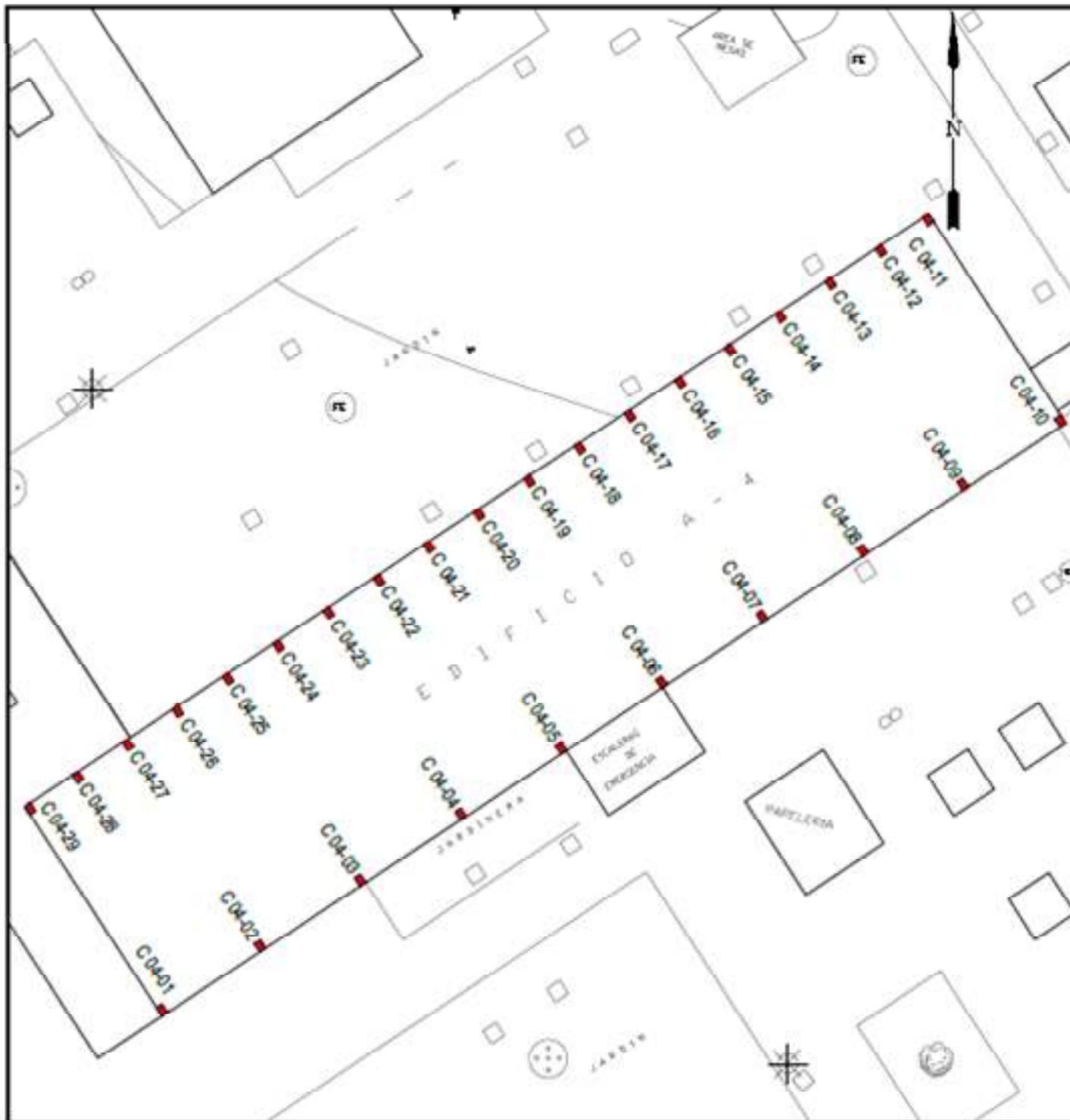












LOCALIZACIÓN

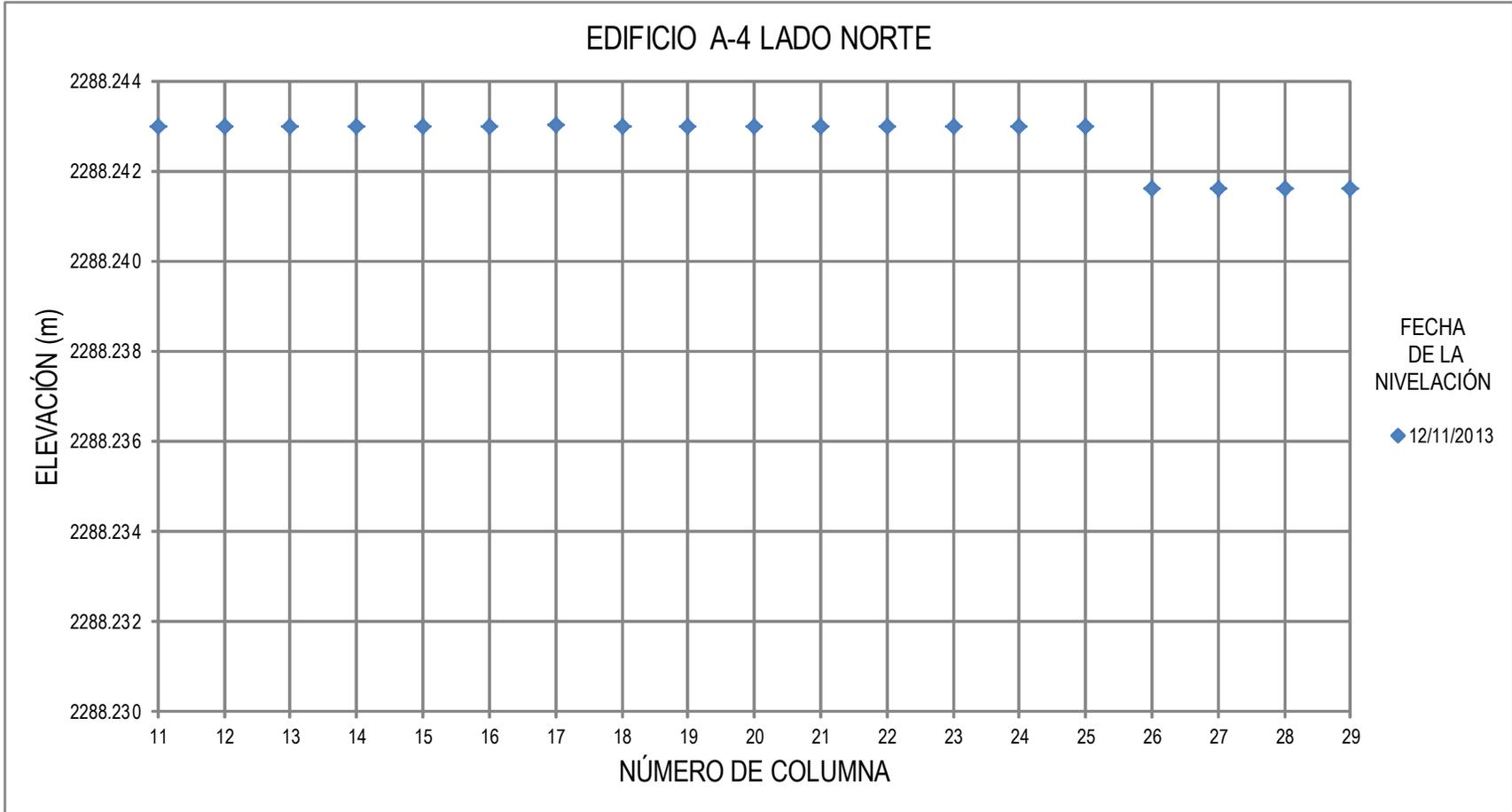
SIMBOLOGÍA

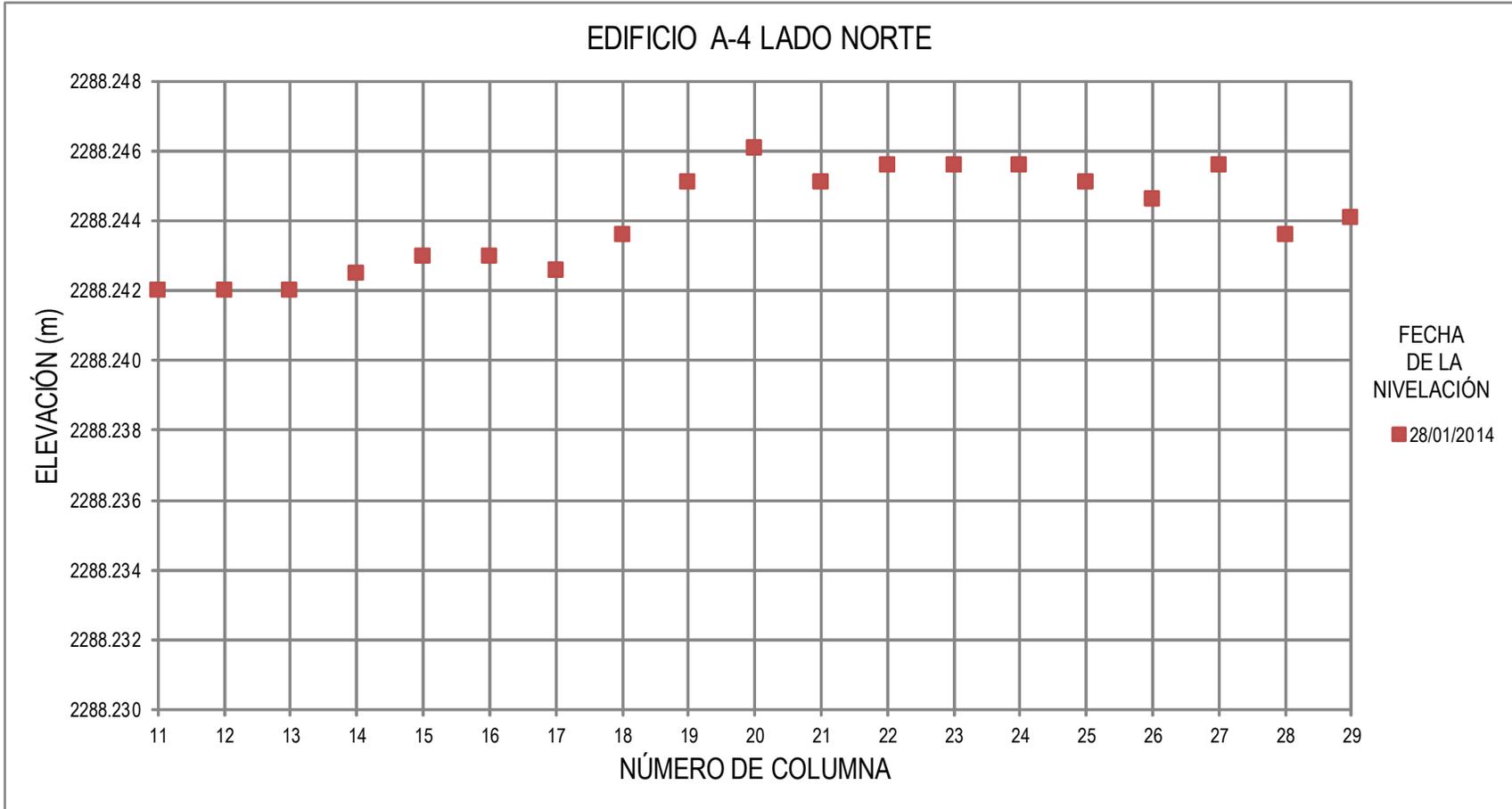
- ANILLO
- ⊕ LÍNEA DE BARRIO ELÉCTRICO
- RESERVOIR
- ALFONDO
- CURVA DE NIVEL
- ⊙ PUNTO VENTA
- ⊙ PUNTO DE BARRIO
- ⊕ MONUMENTO PARA BARRIO
- ⊙ MONUMENTO PARA DEPÓSITO DE AGUA
- MONUMENTO
- PARED
- ⊙ AREA DE TORRENTA
- ⊙ CANTERA TELEFÓNICA
- ⊙ MONUMENTO DE ALTA TENSION DE C.F.A.
- ⊙ MONUMENTO TELEFÓNICO
- ⊙ ESCALERA
- ⊕ MONUMENTO DE ALTO TORRENTA
- ⊕ MONUMENTO DEL BARRIO

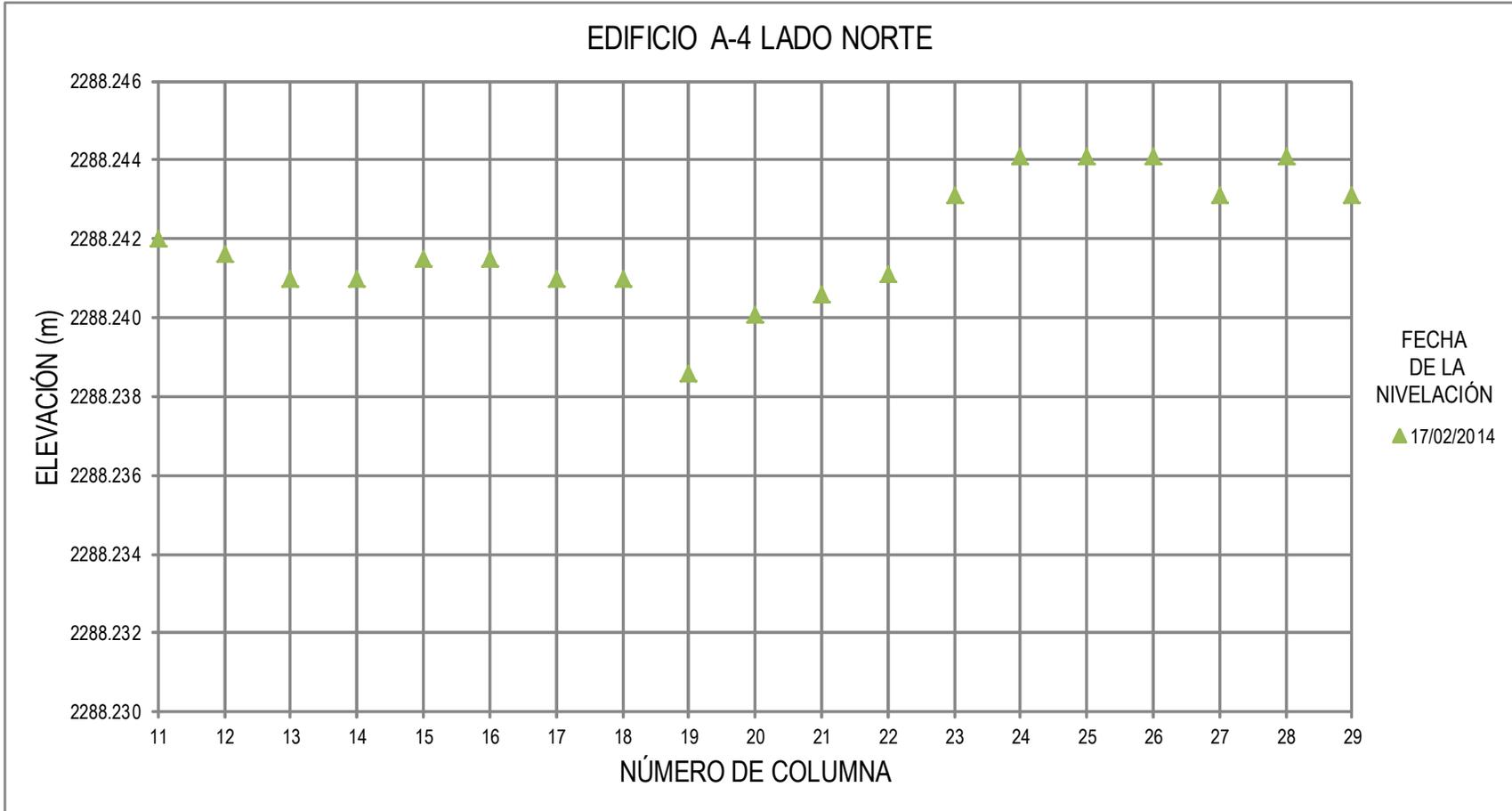
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

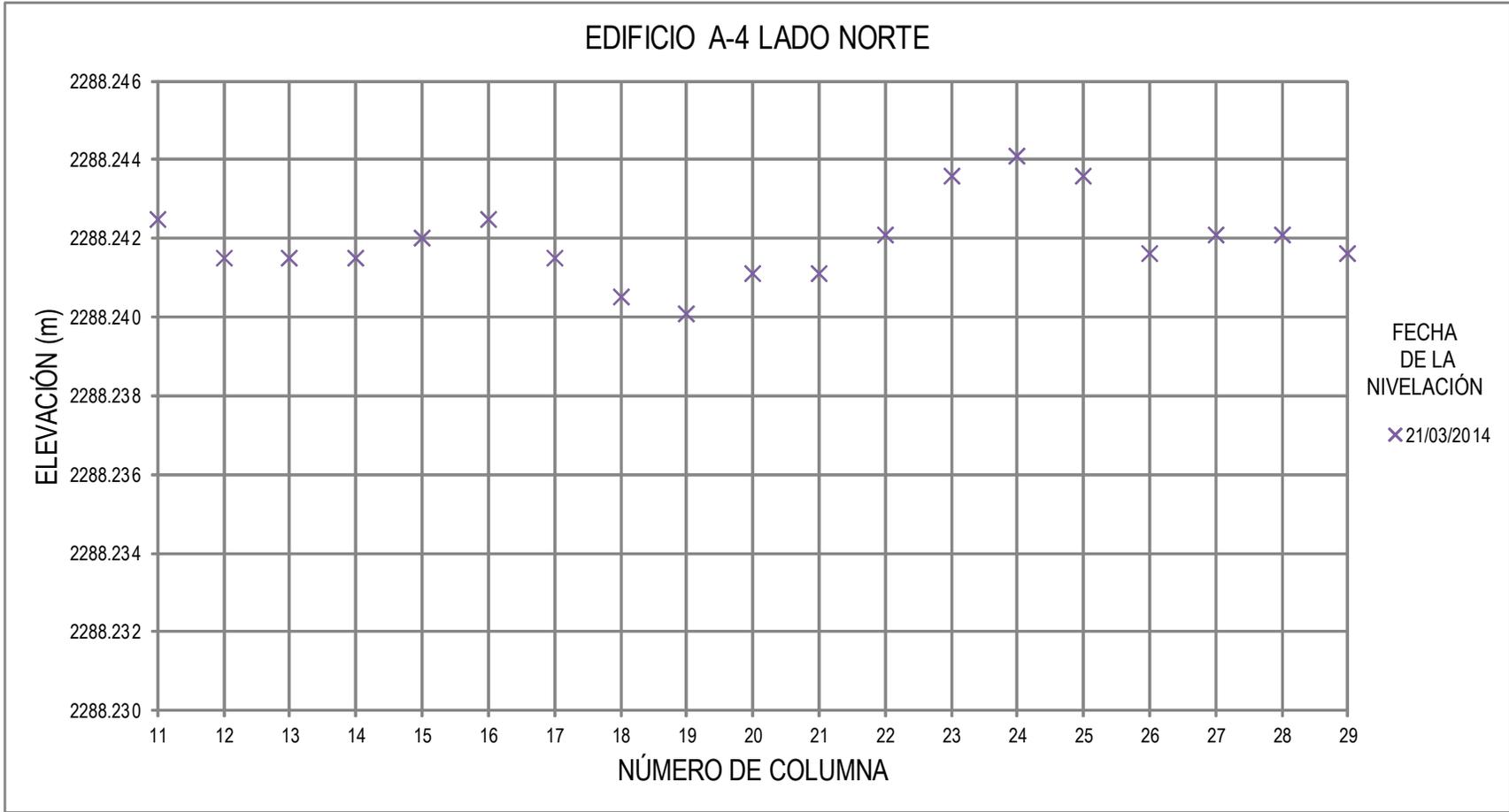
ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE APORTE TOPOGRÁFICO VERTICAL PARA EL CONTROL DE PLANEAMIENTO OPERACIONAL EN UN ESPACIO DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

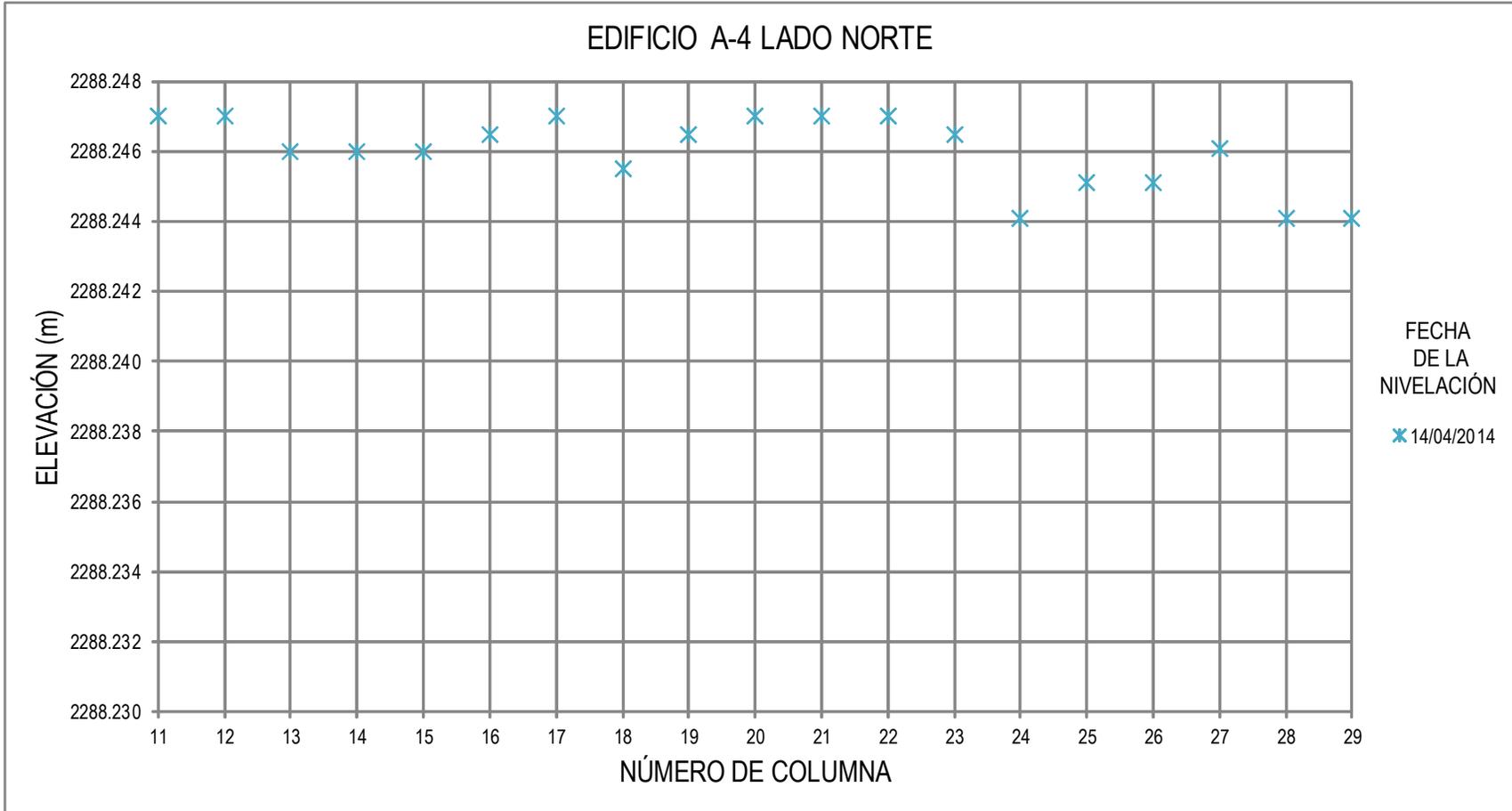
AUTOR: AL. GUERRERO VILLALBA, JUAN CARLOS INSTRUMENTACIÓN Y TOPOGRAFÍA MÉXICO, D.F. 2008		DIVISIÓN DE MATEMÁTICAS E INGENIERÍA PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL	
TÍTULO: NORTE-SUR Escala: 1:500	AUTOR: NORCISMAHUEL, CORTÉS LÓPEZ Escala: NORCISMAHUEL, CORTÉS LÓPEZ	AL. GUERRERO VILLALBA, JUAN CARLOS INSTRUMENTACIÓN Y TOPOGRAFÍA MÉXICO, D.F. 2008	

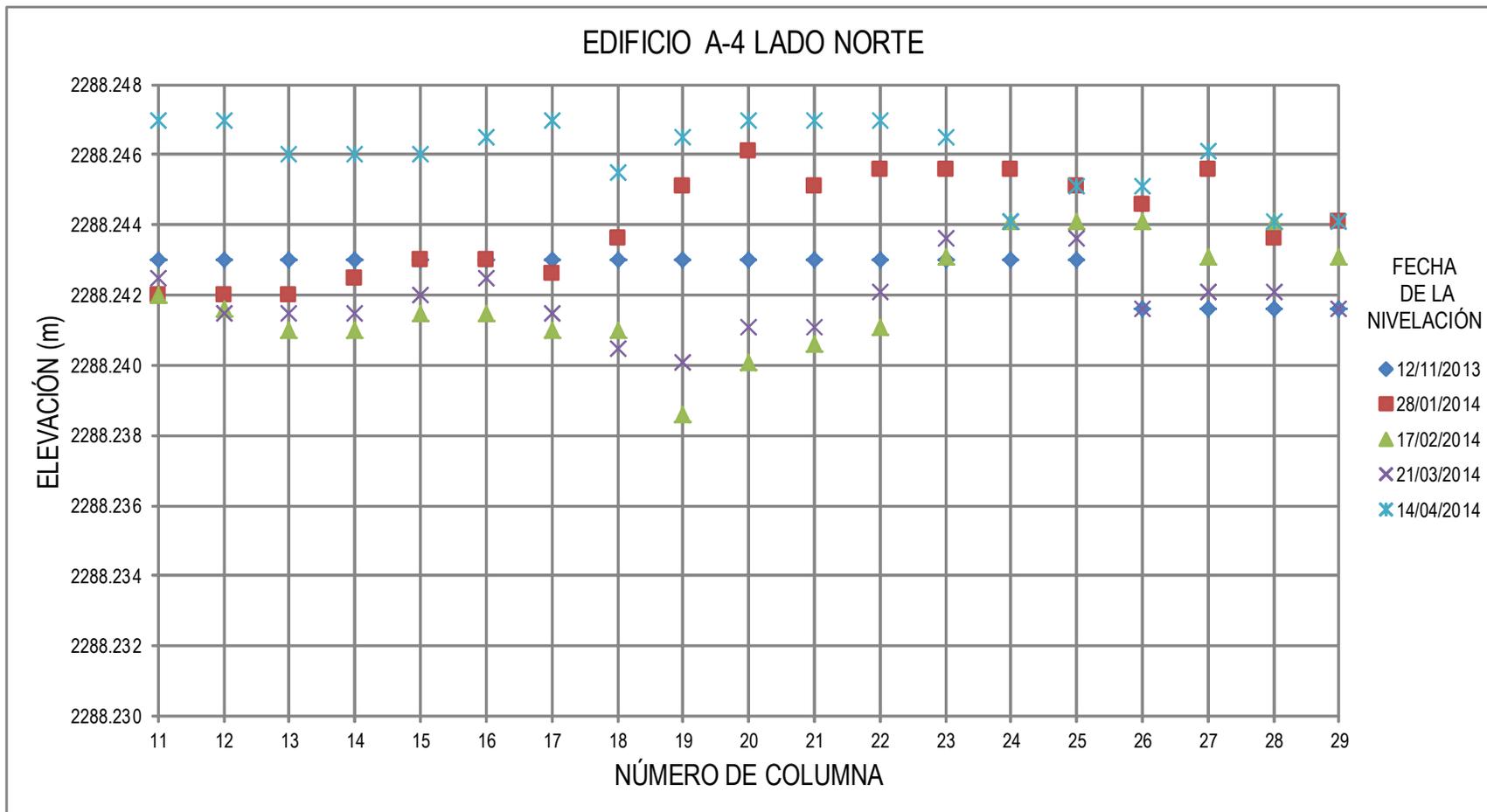


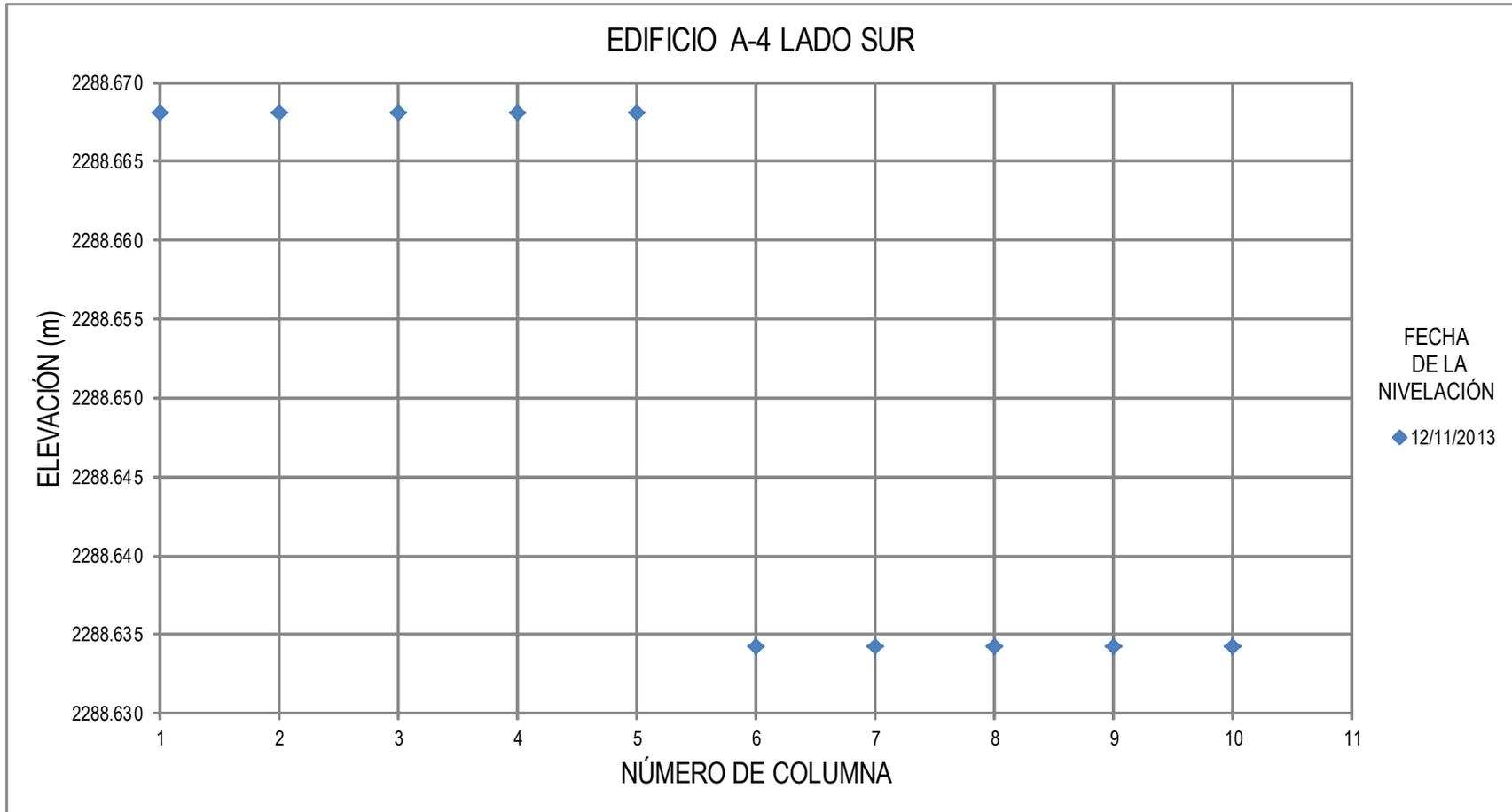


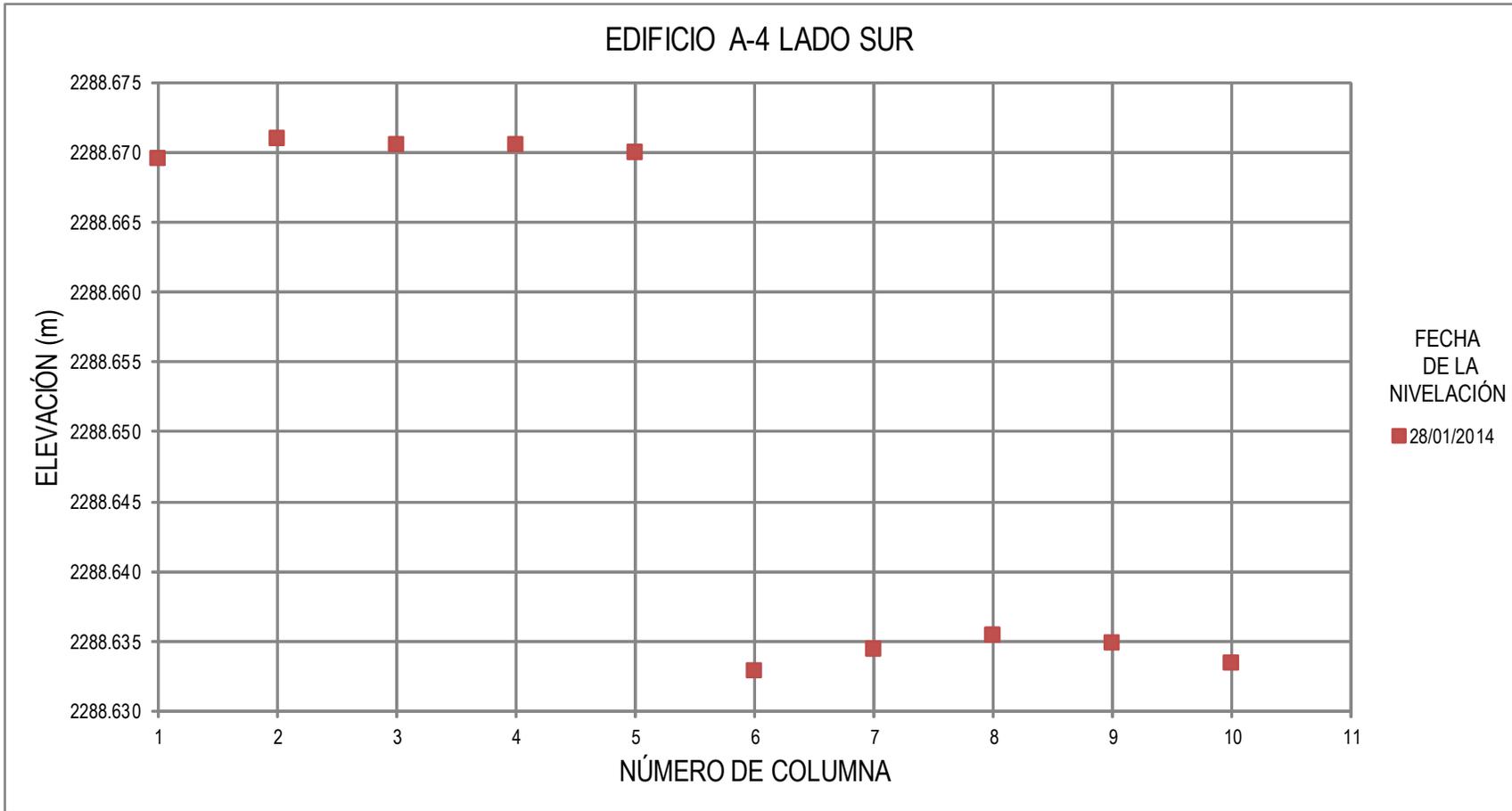


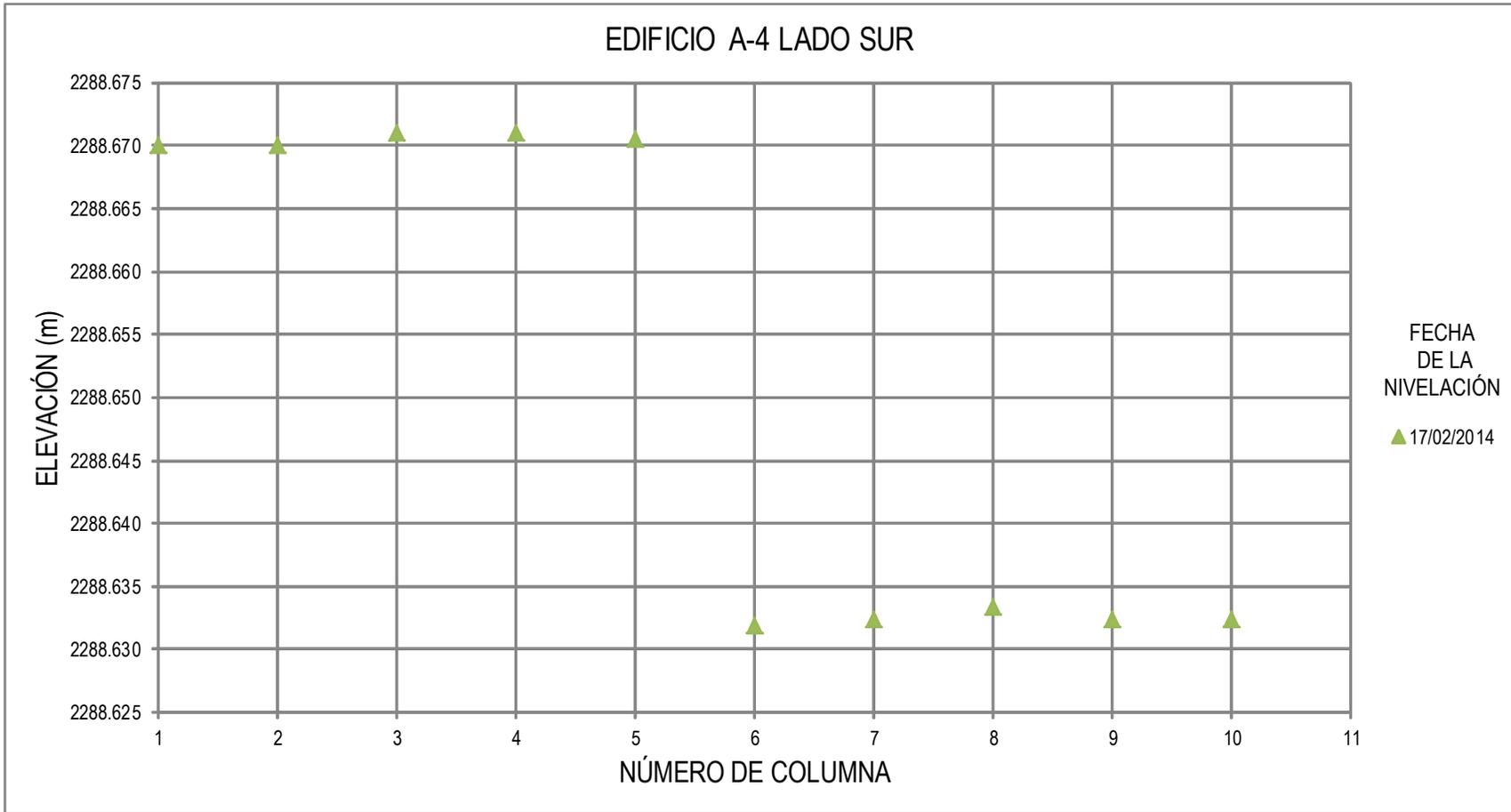


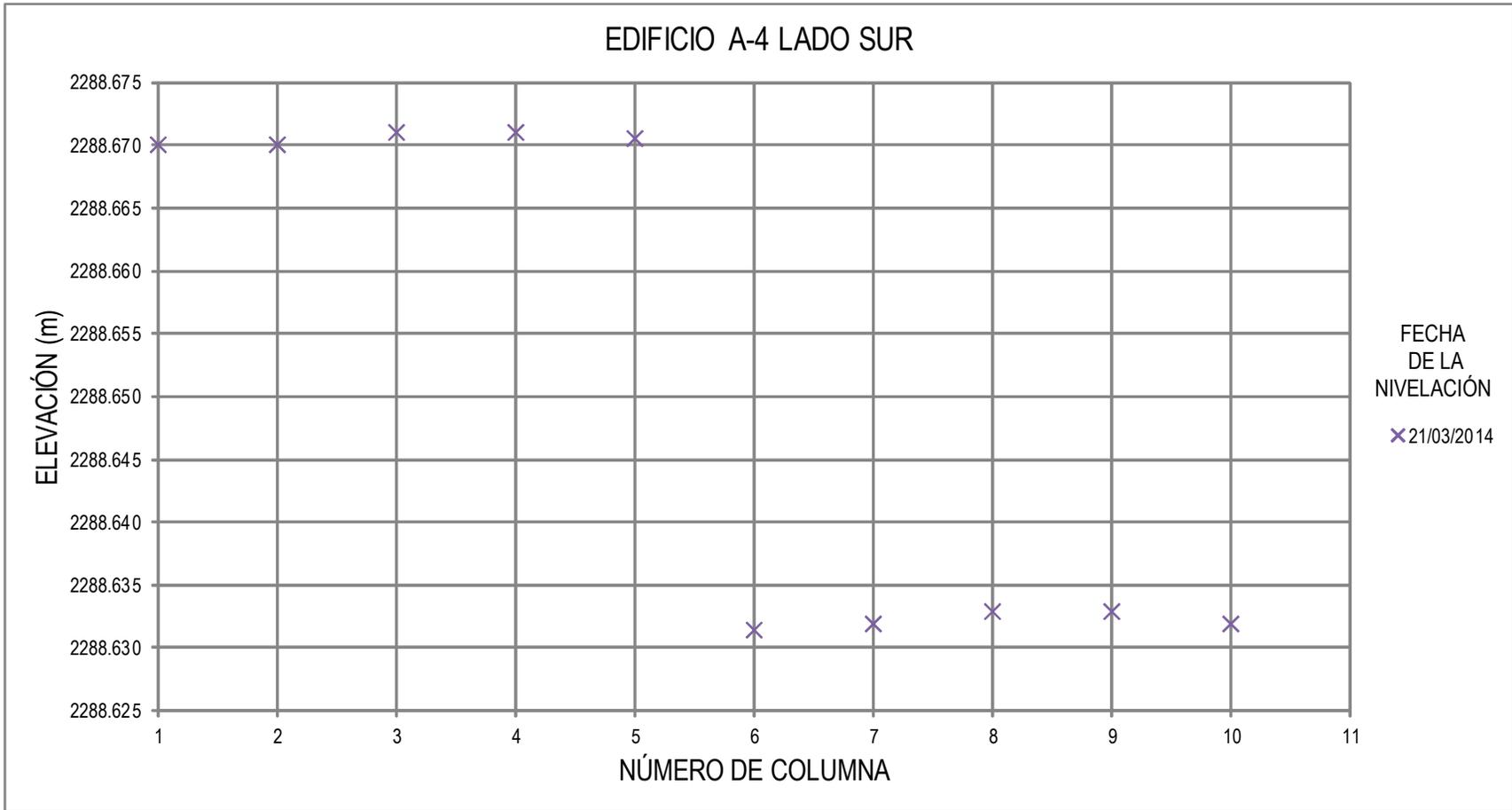


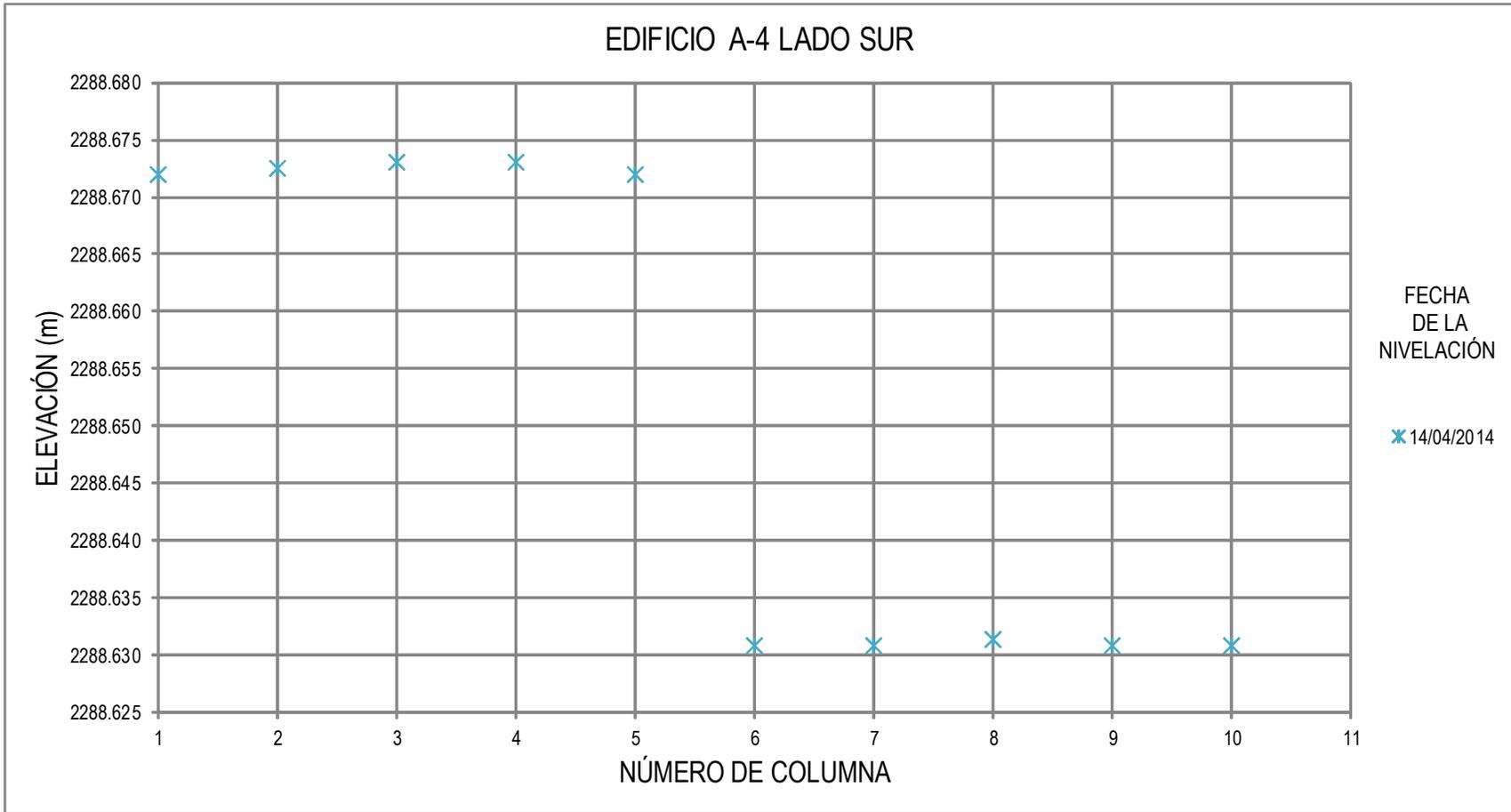


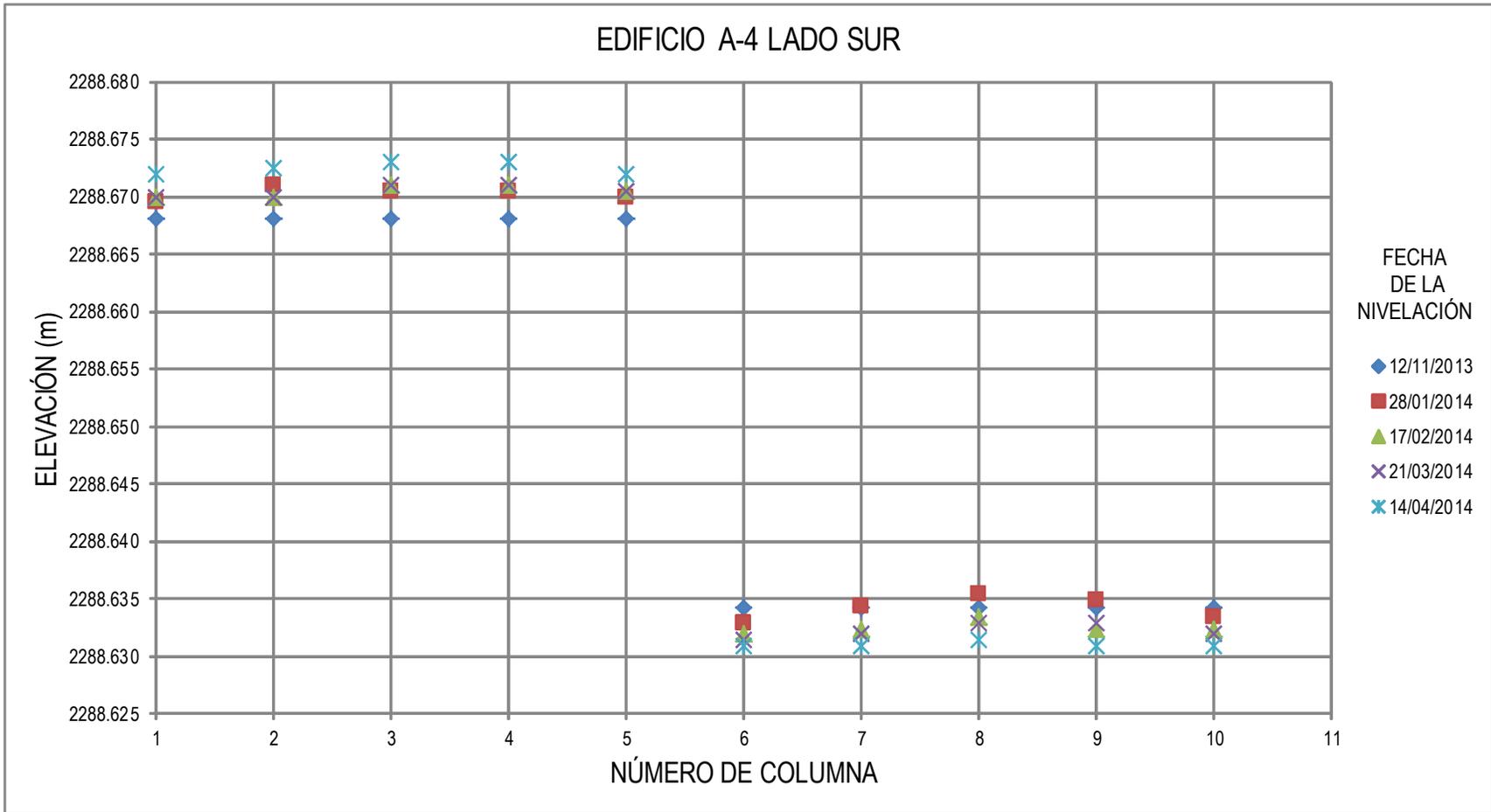


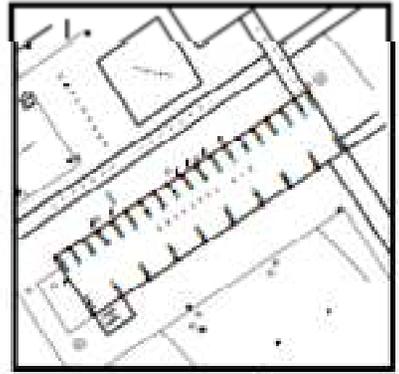
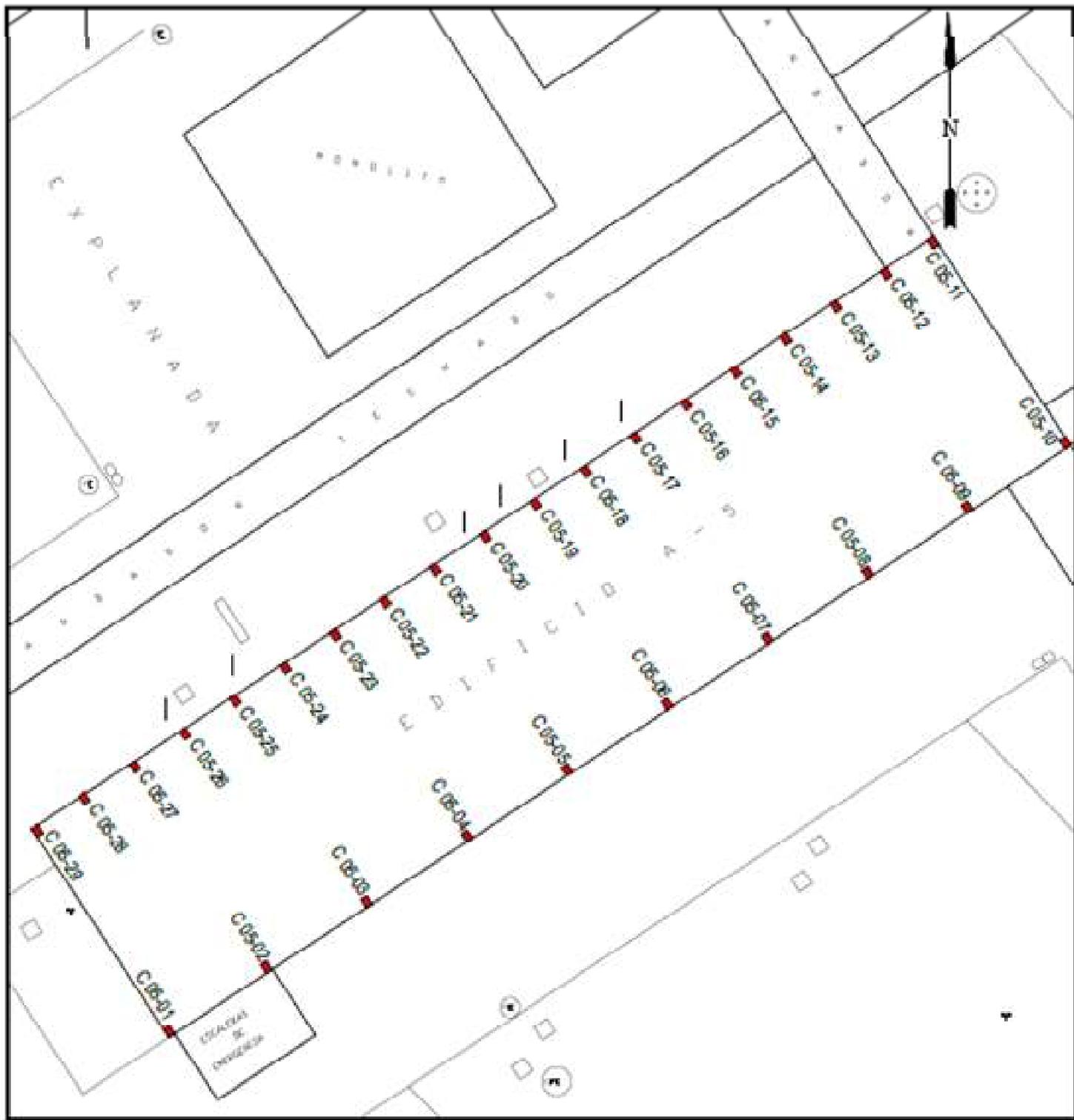












LOCALIZACIÓN

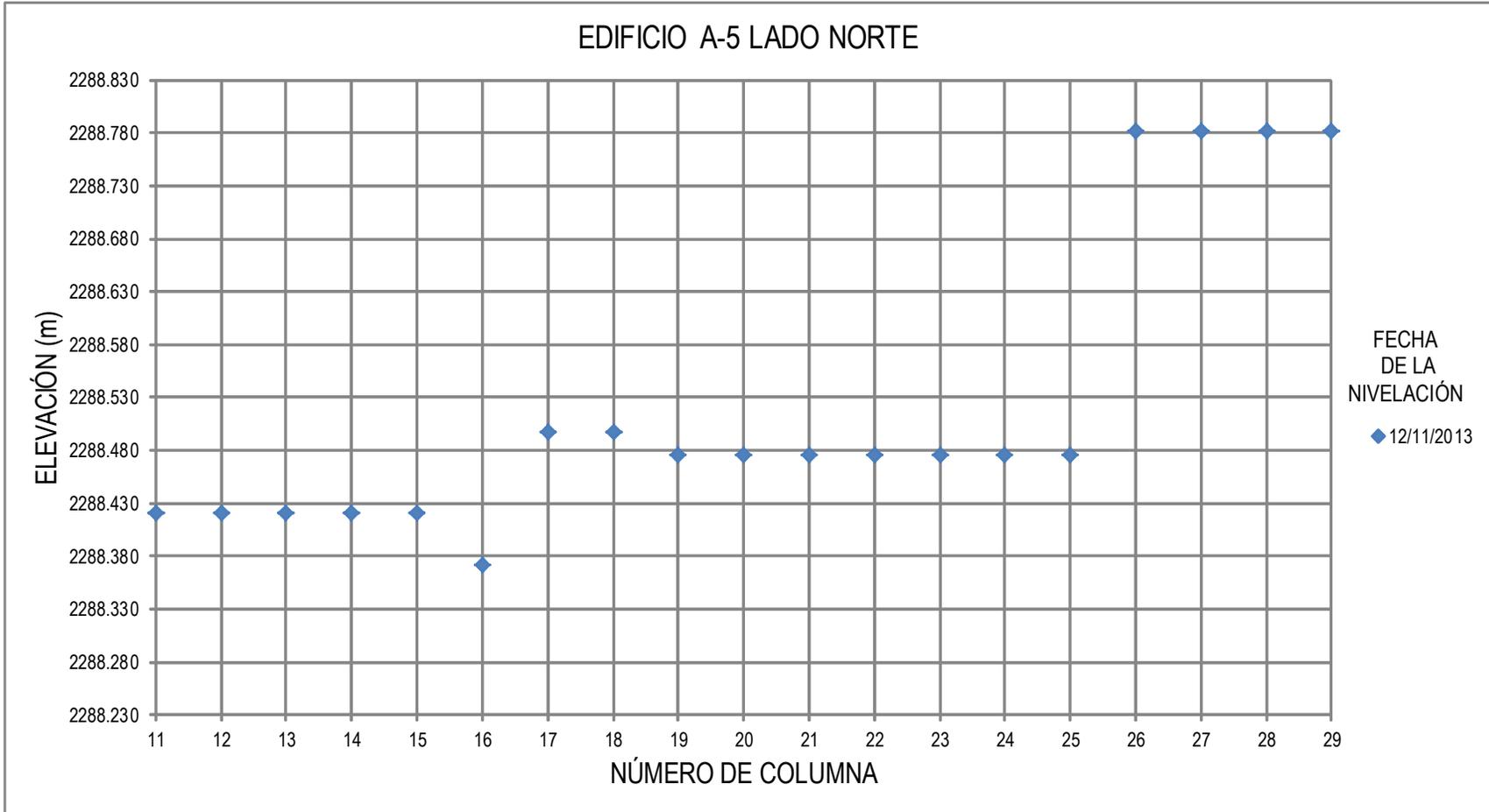
SIMBOLOGÍA

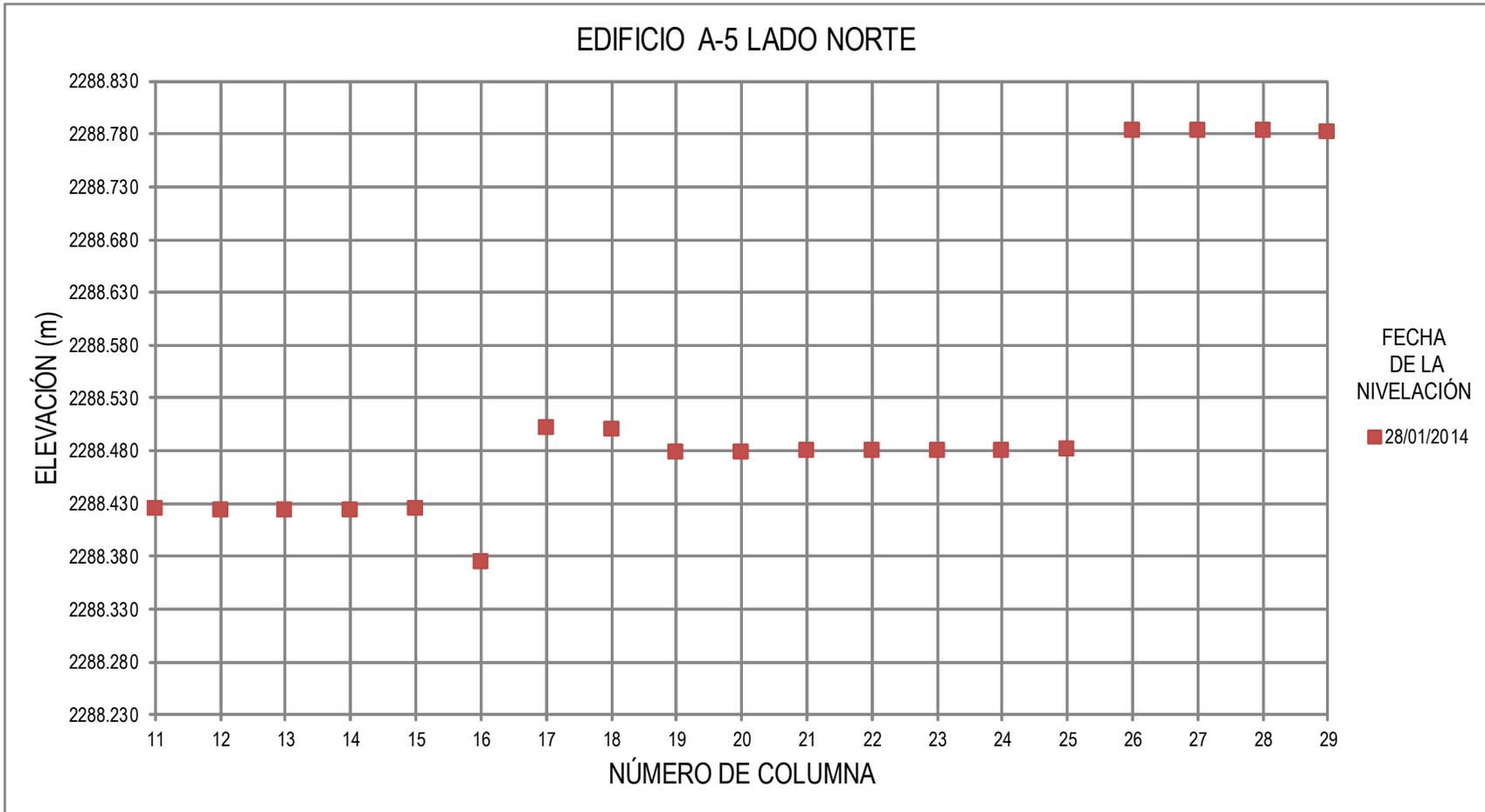
- ANILLO
- CÁMERA CON RESPALDO ÓPTICO
- EDIFICIO
- ESPERADOR
- CARRERA DE FERROVIARIA
- PUNTO DE VENTA
- PUNTO DE INTERSECCIÓN
- SEÑAL PARA PASADIZO
- SEÑAL PARA SEÑALIZACIÓN DE PASADIZO
- SINAL
- SINAL
- SECA DE TORRENTES
- CANTERA TELEFÓNICA
- PASADIZO EN LA TERCERA DE LUZ
- PASADIZO TELEFÓNICO
- ESCUELA
- SEÑAL DE AVISO DE PASADIZO
- SEÑAL DE AVISO

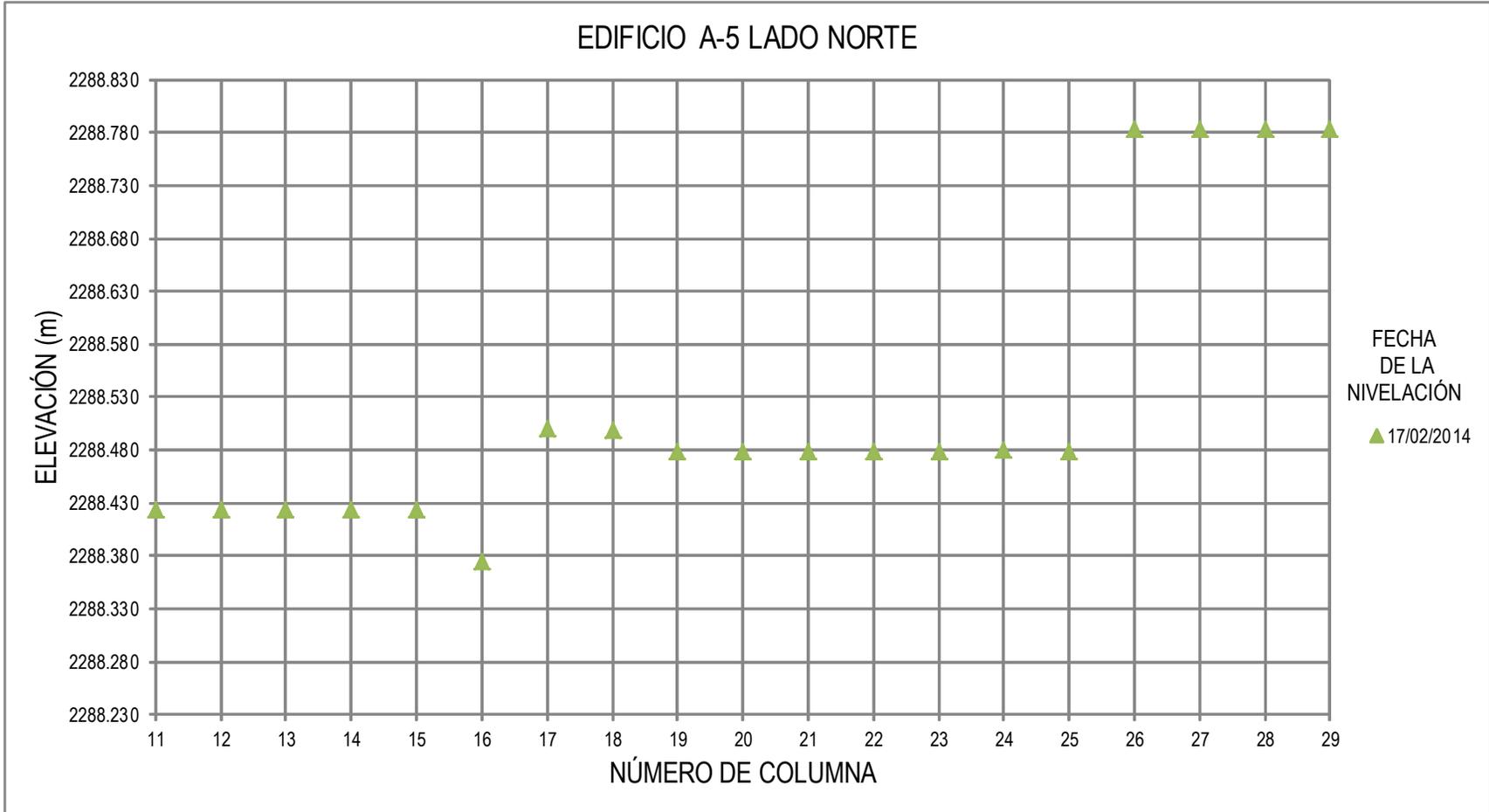
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

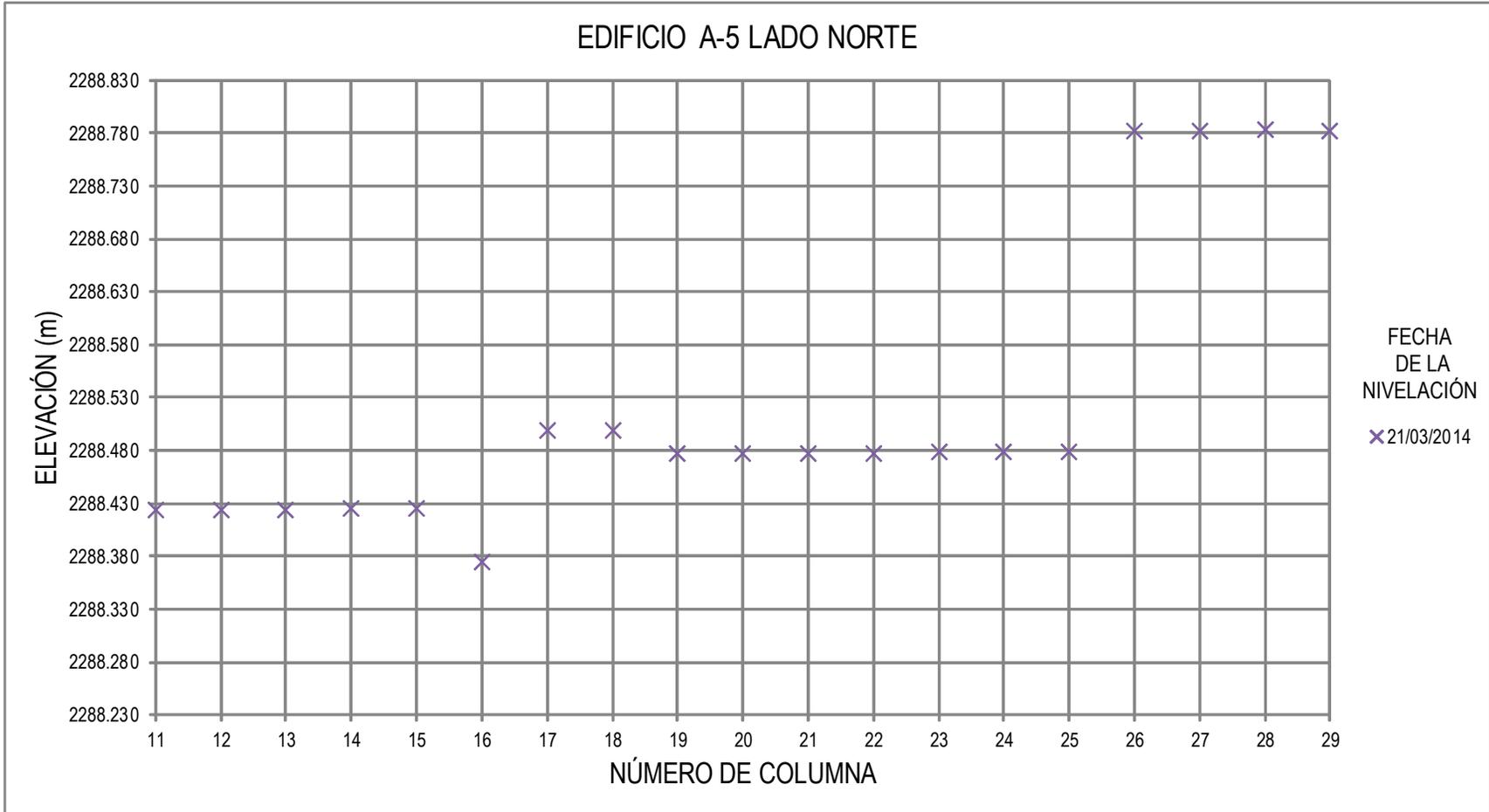
ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE APoyo TOPOGRÁFICO VERTICAL PARA EL CONTROL DE PUNTEO DE LAS OPERACIONES EN LAS EDIFICACIONES DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

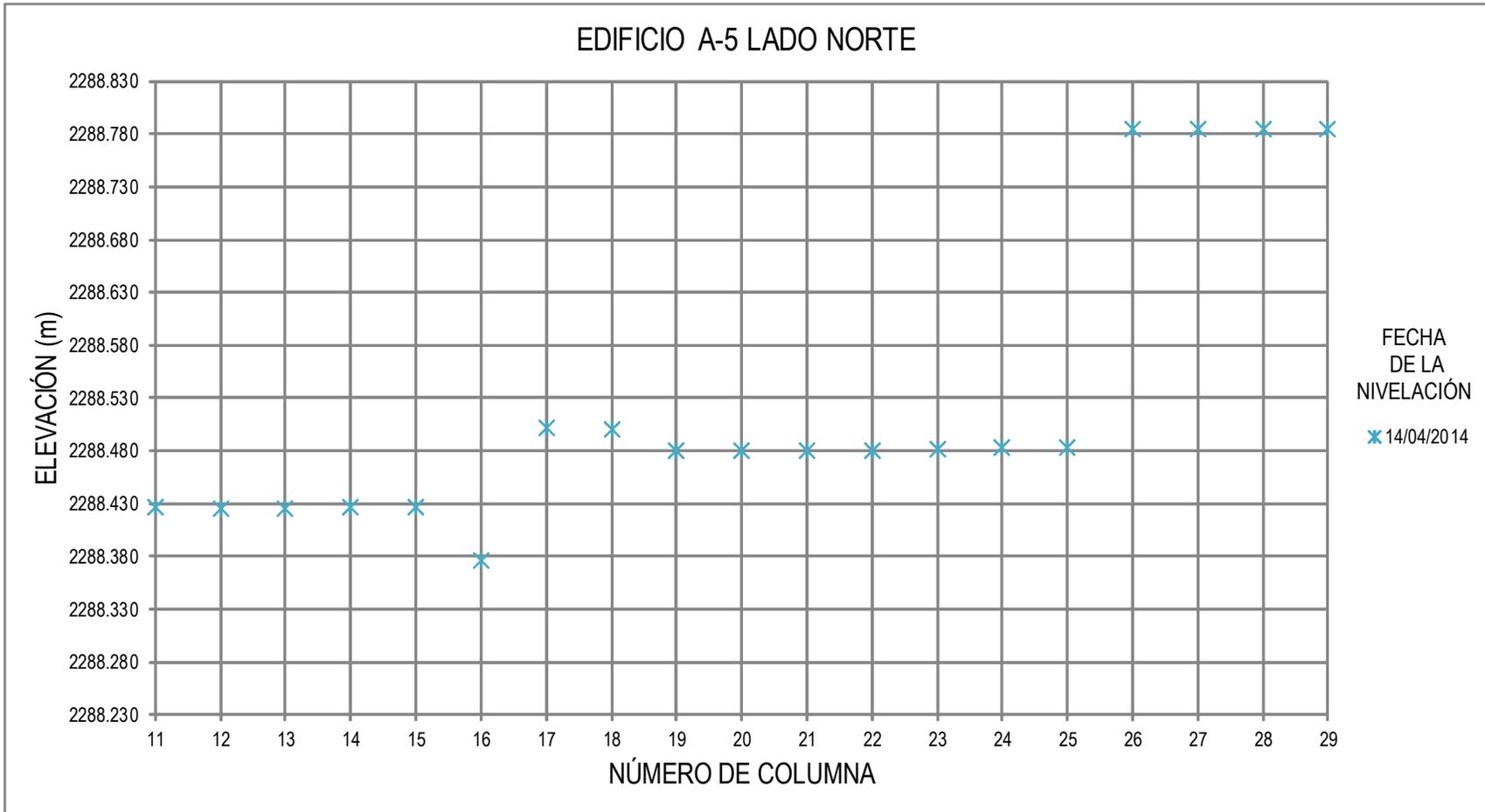
AUTOR: DR. ALVARO VILLARREAL MSc. EN INGENIERÍA CIVIL UNAM		DIVISIÓN DE MATEMÁTICAS E INGENIERÍA INGENIERÍA DE INGENIERÍA CIVIL	
TÍTULO: ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE APoyo TOPOGRÁFICO VERTICAL PARA EL CONTROL DE PUNTEO DE LAS OPERACIONES EN LAS EDIFICACIONES DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN		INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
FECHA: 1985		INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	

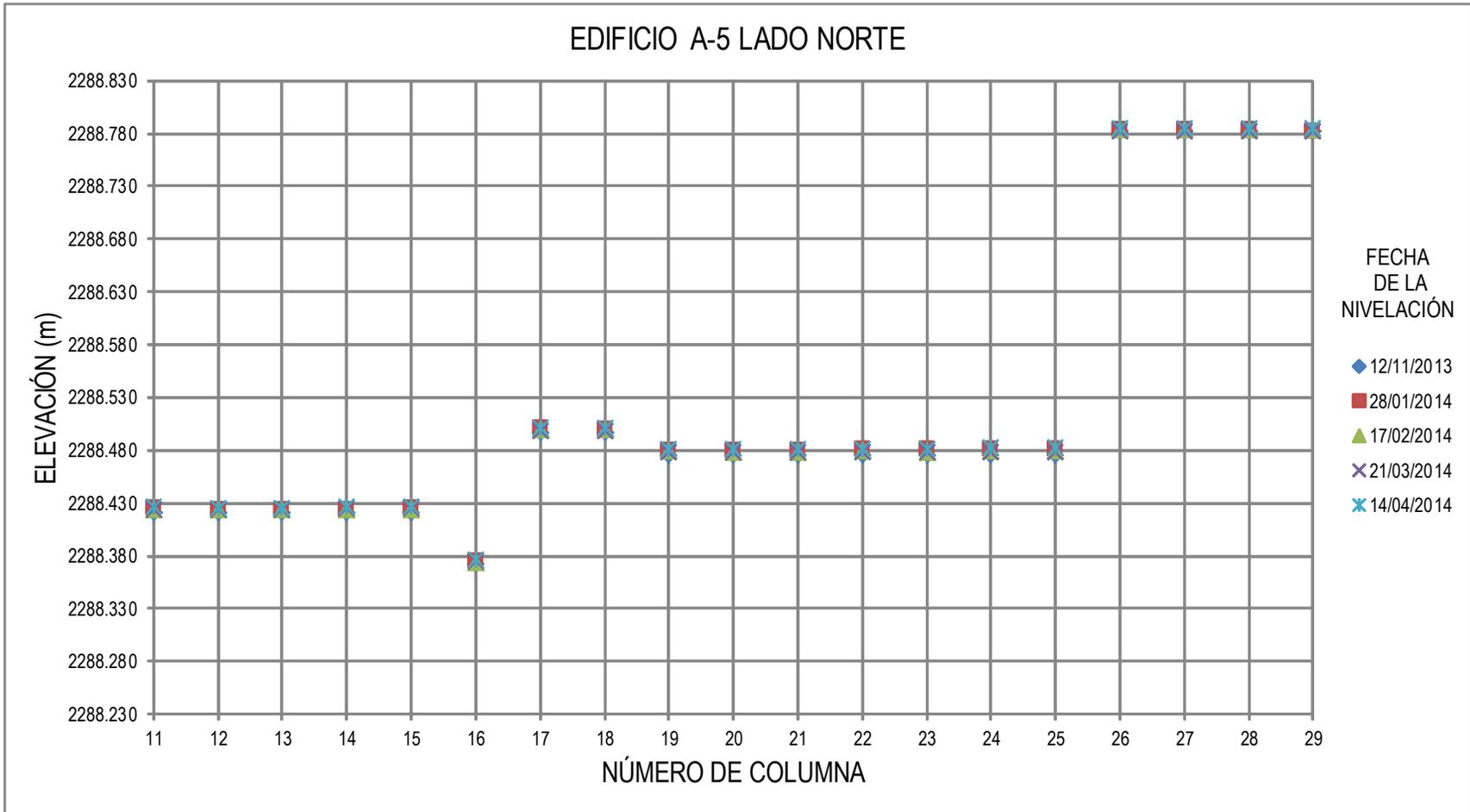


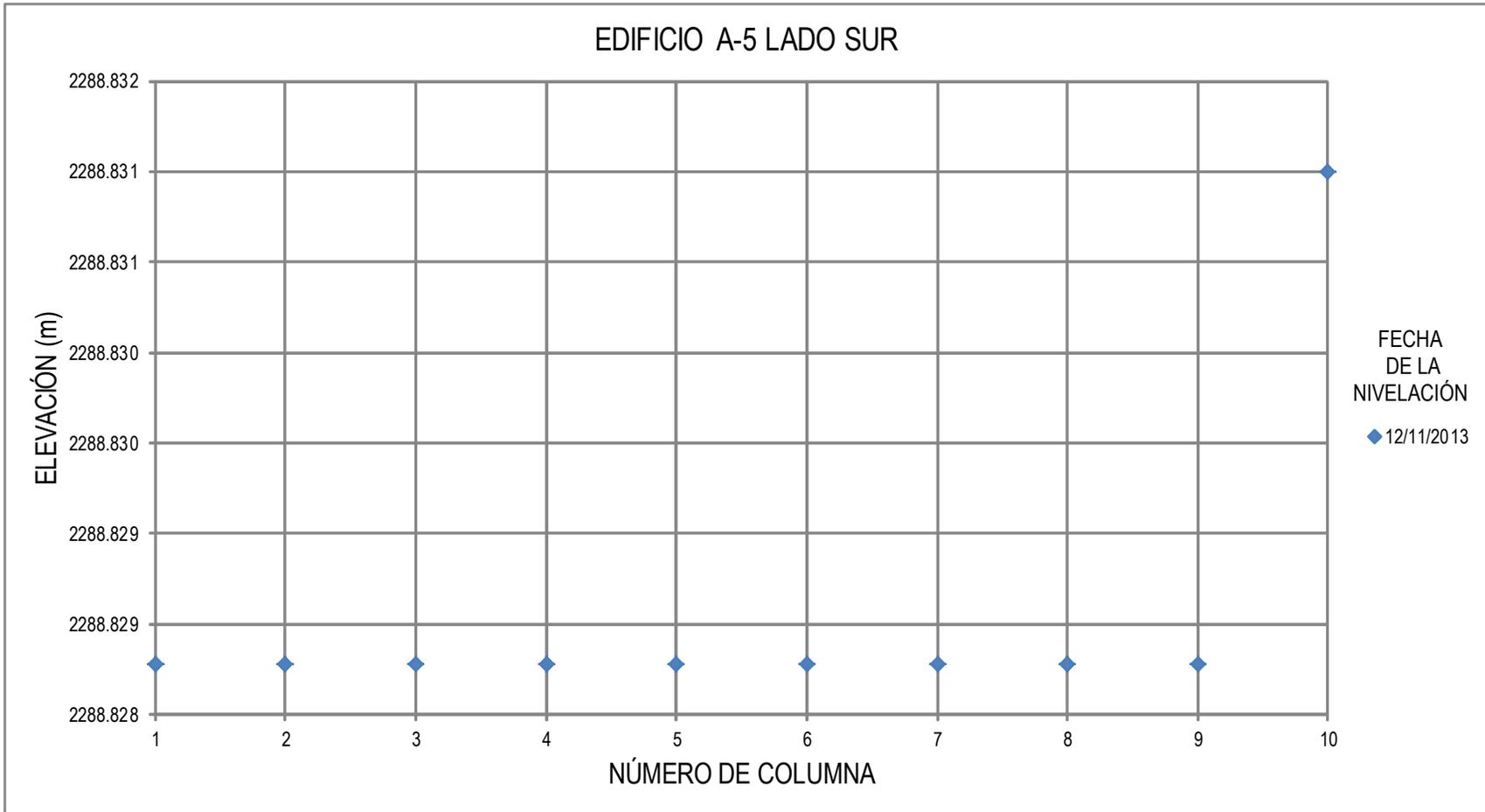


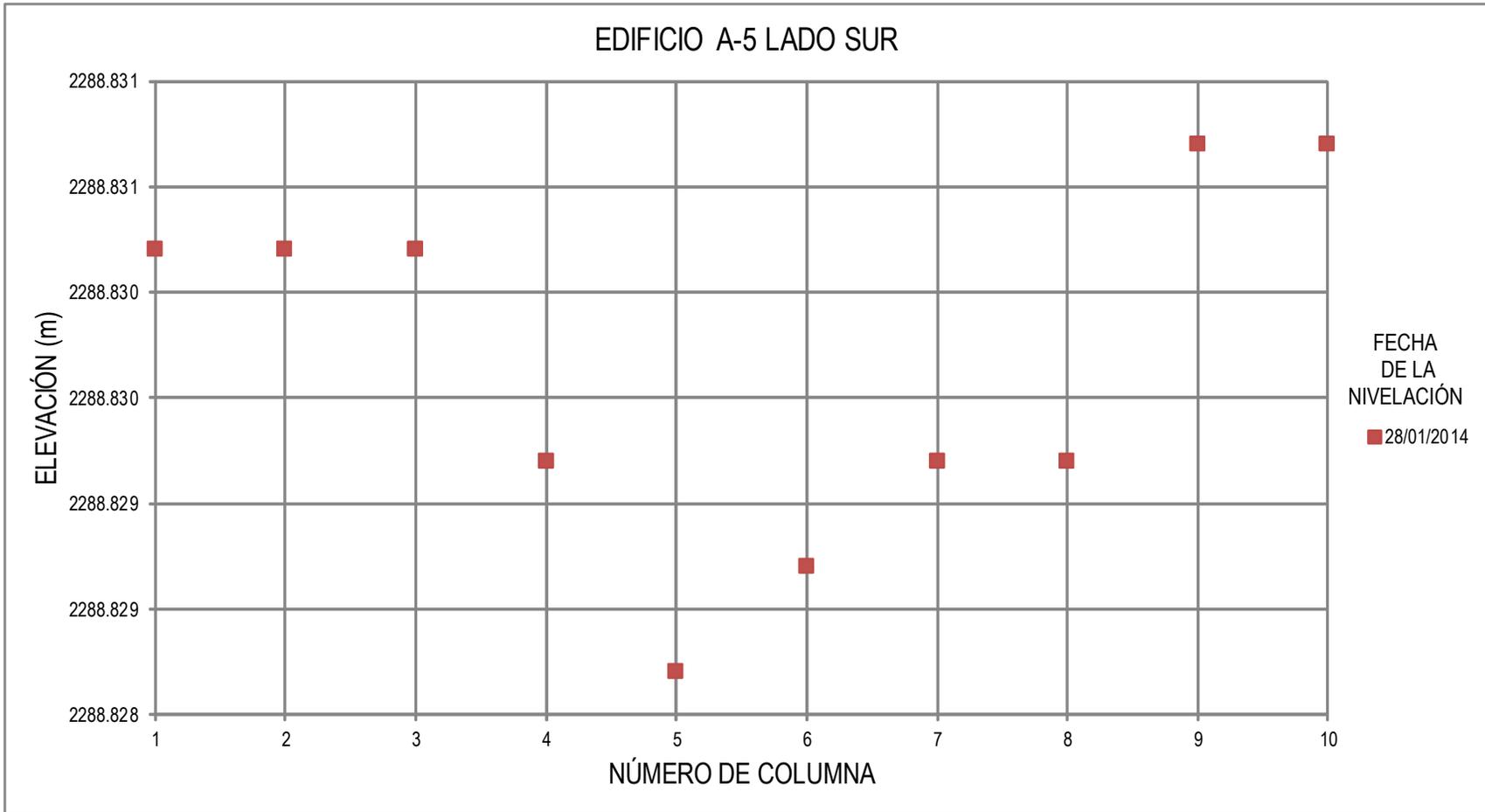


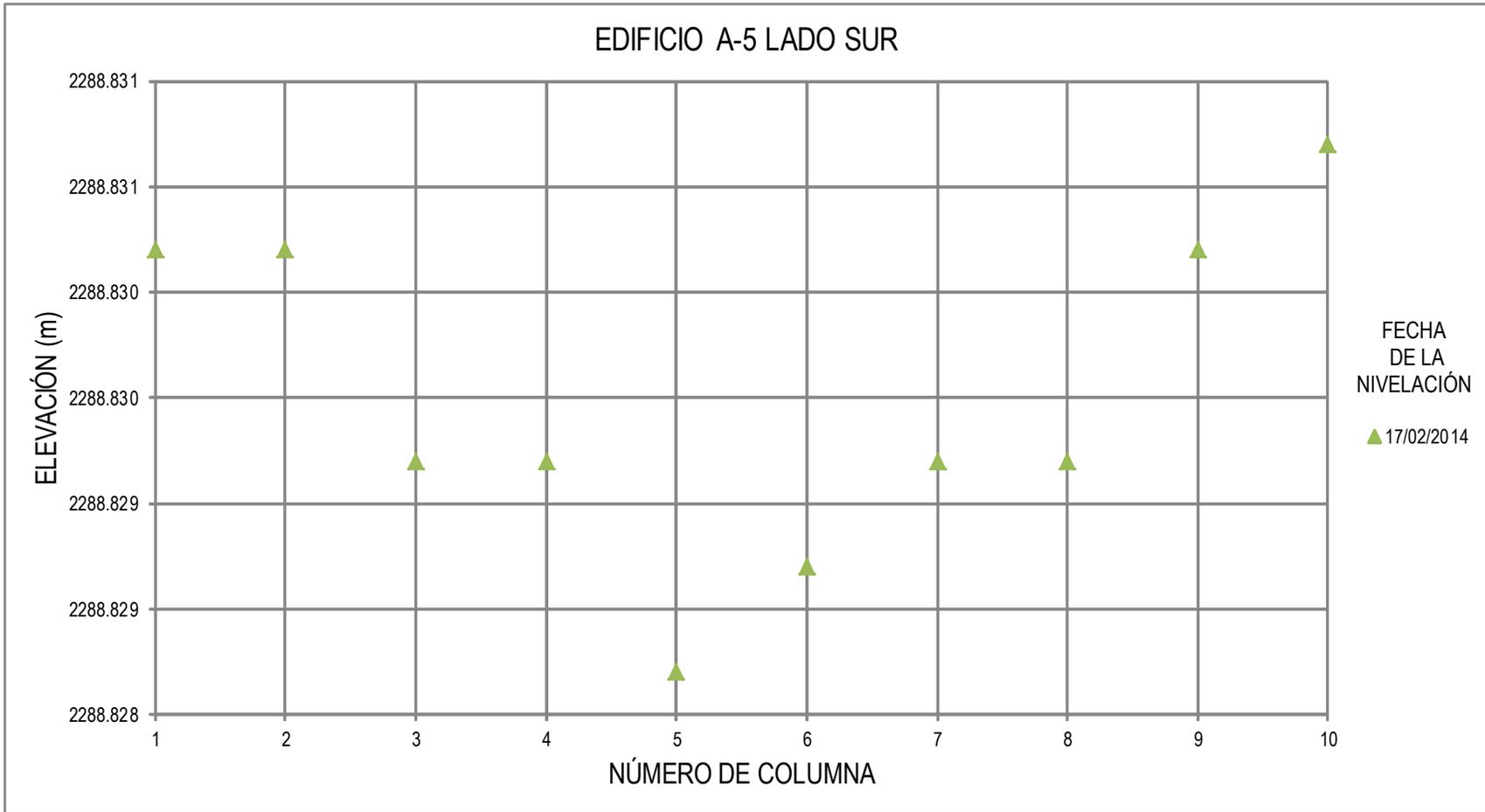


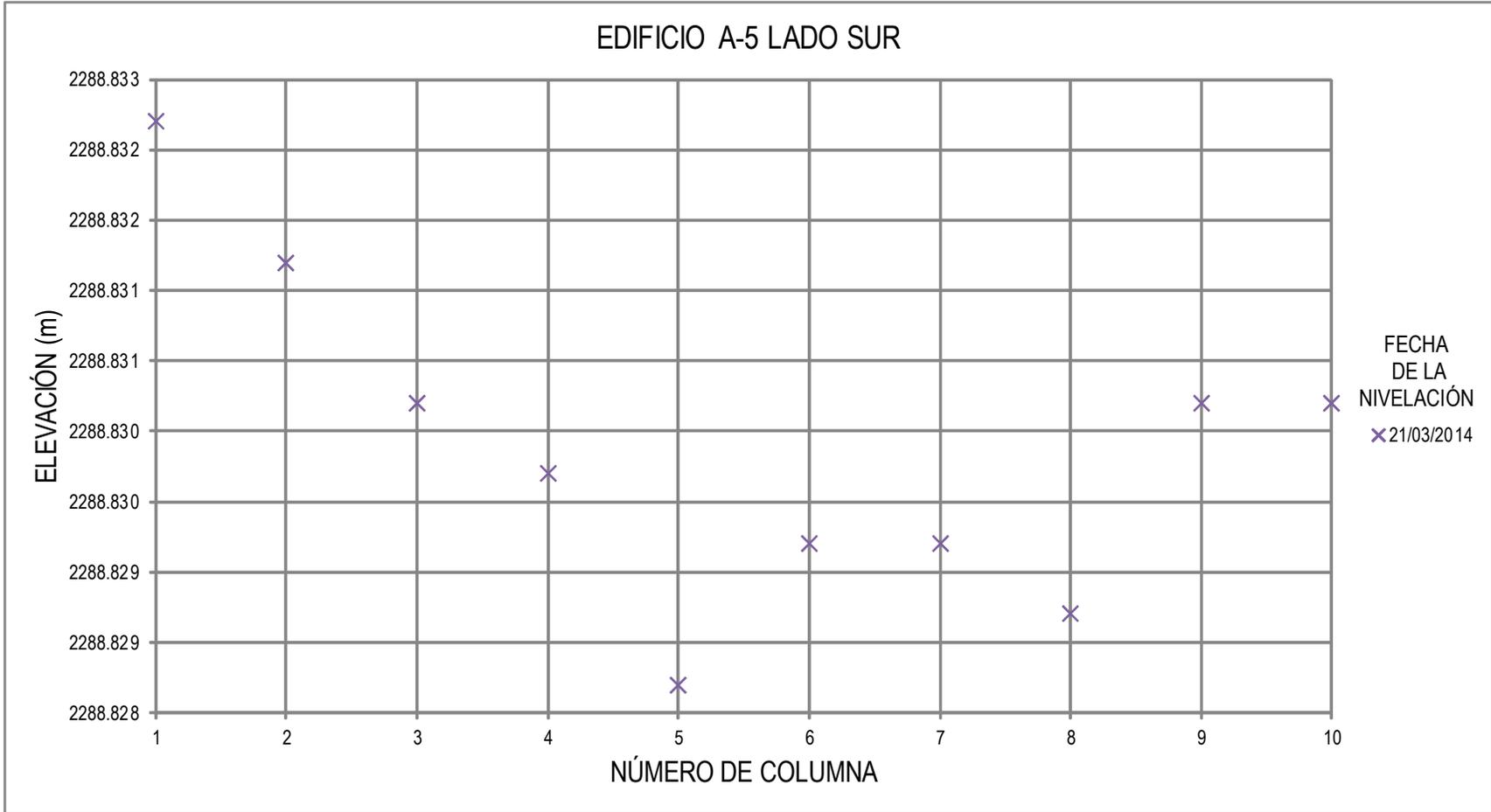


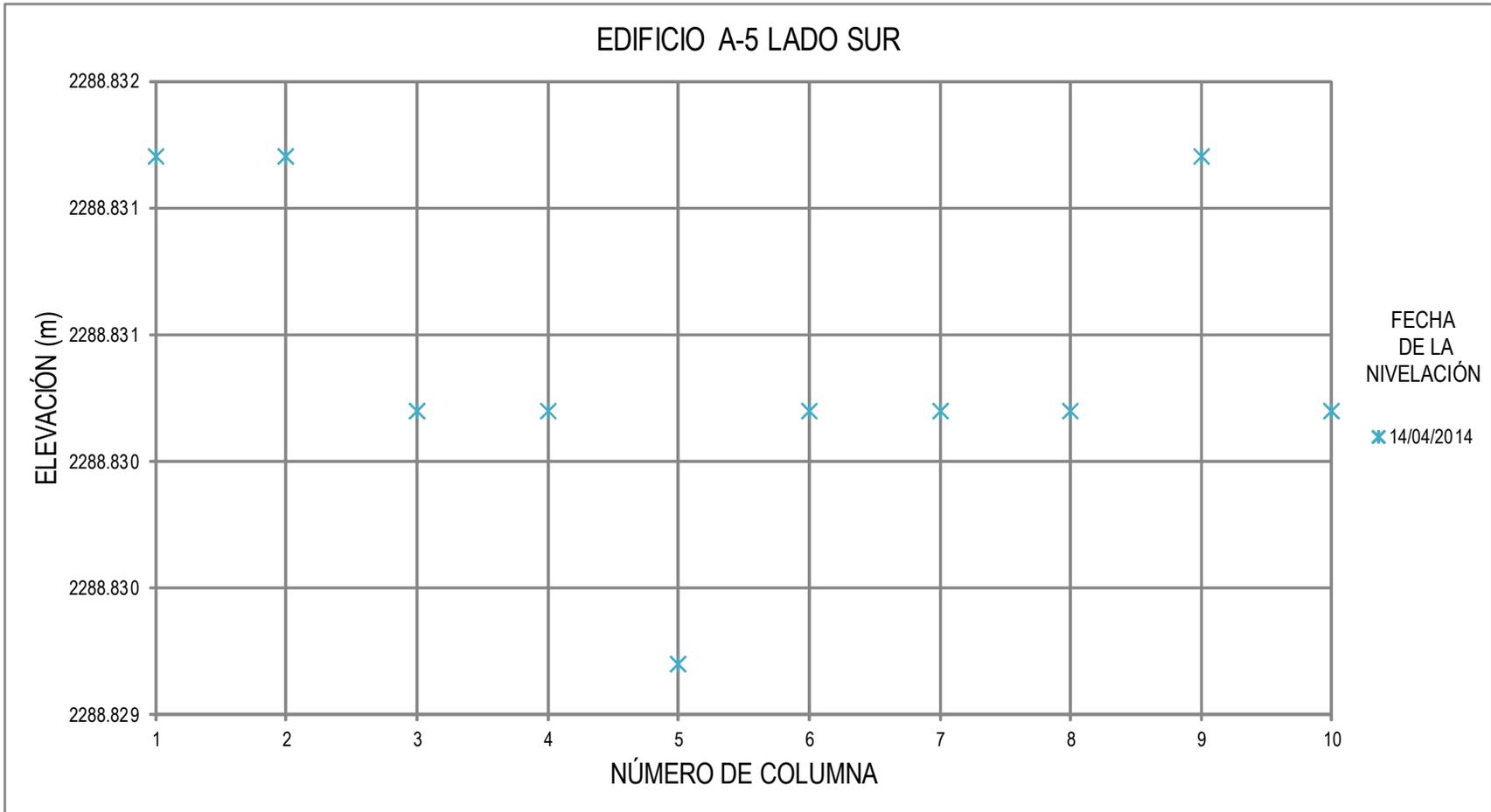


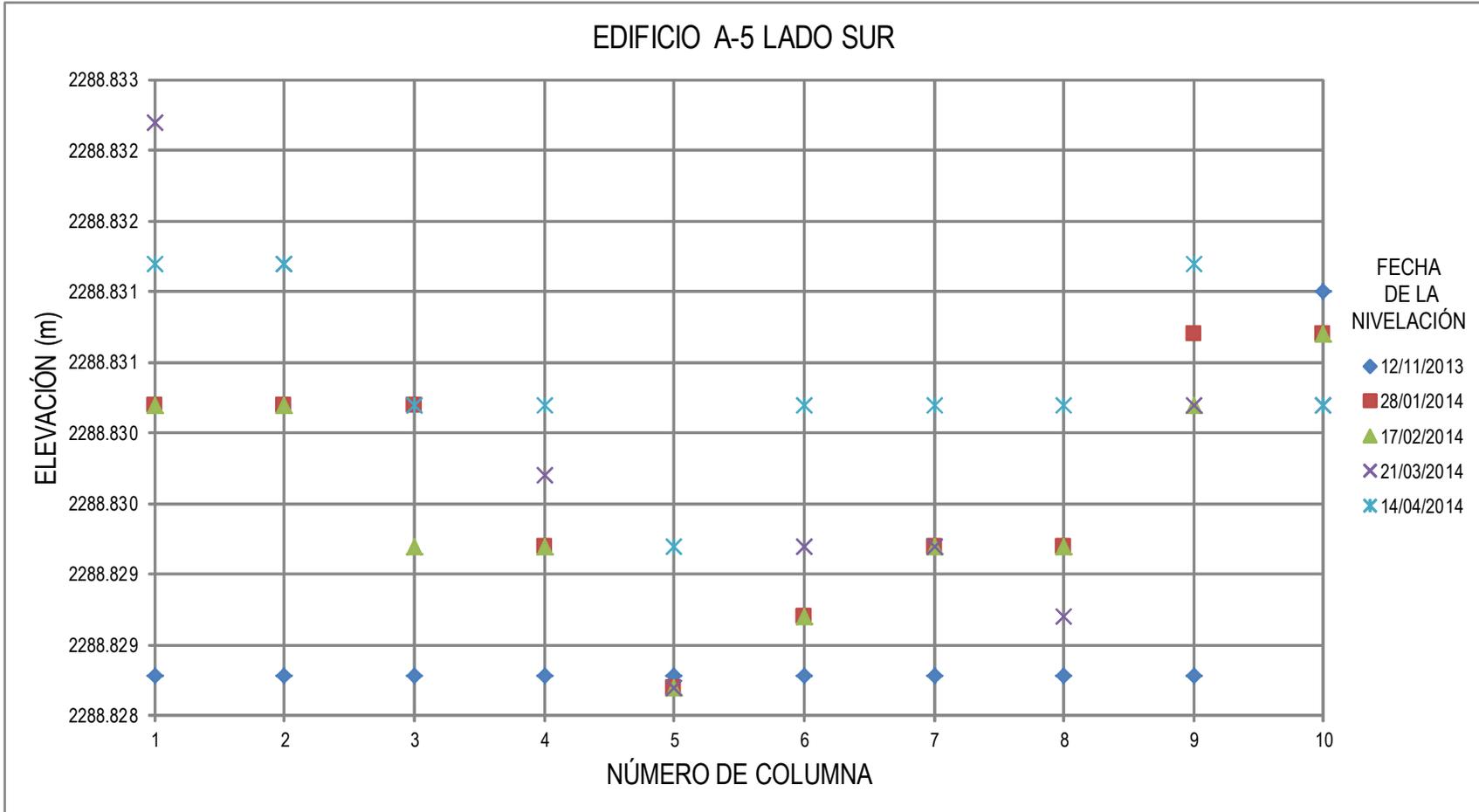


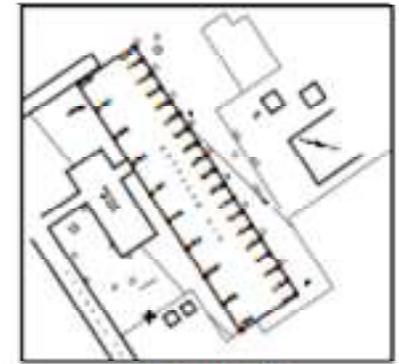
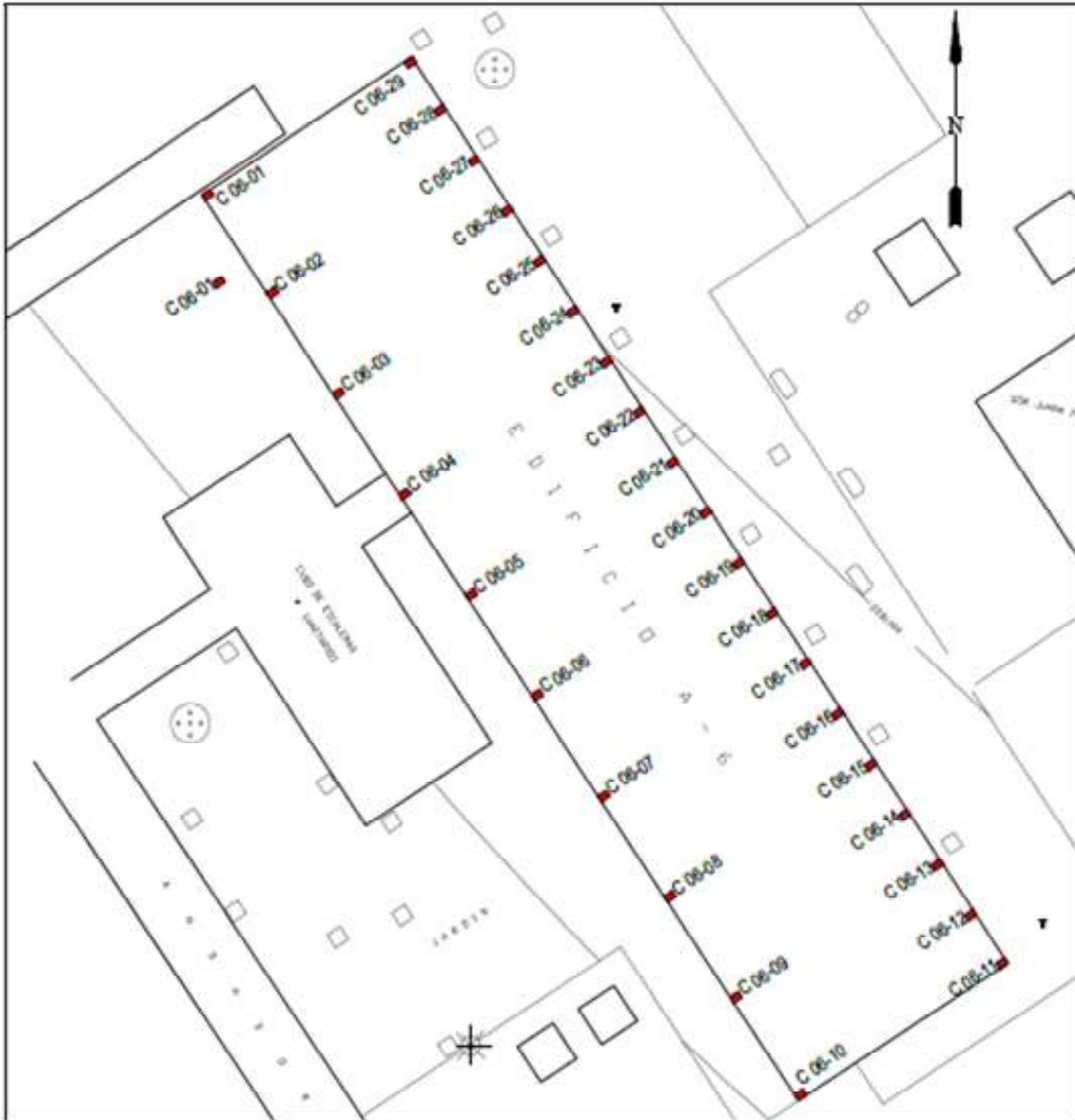












LOCALIZACIÓN

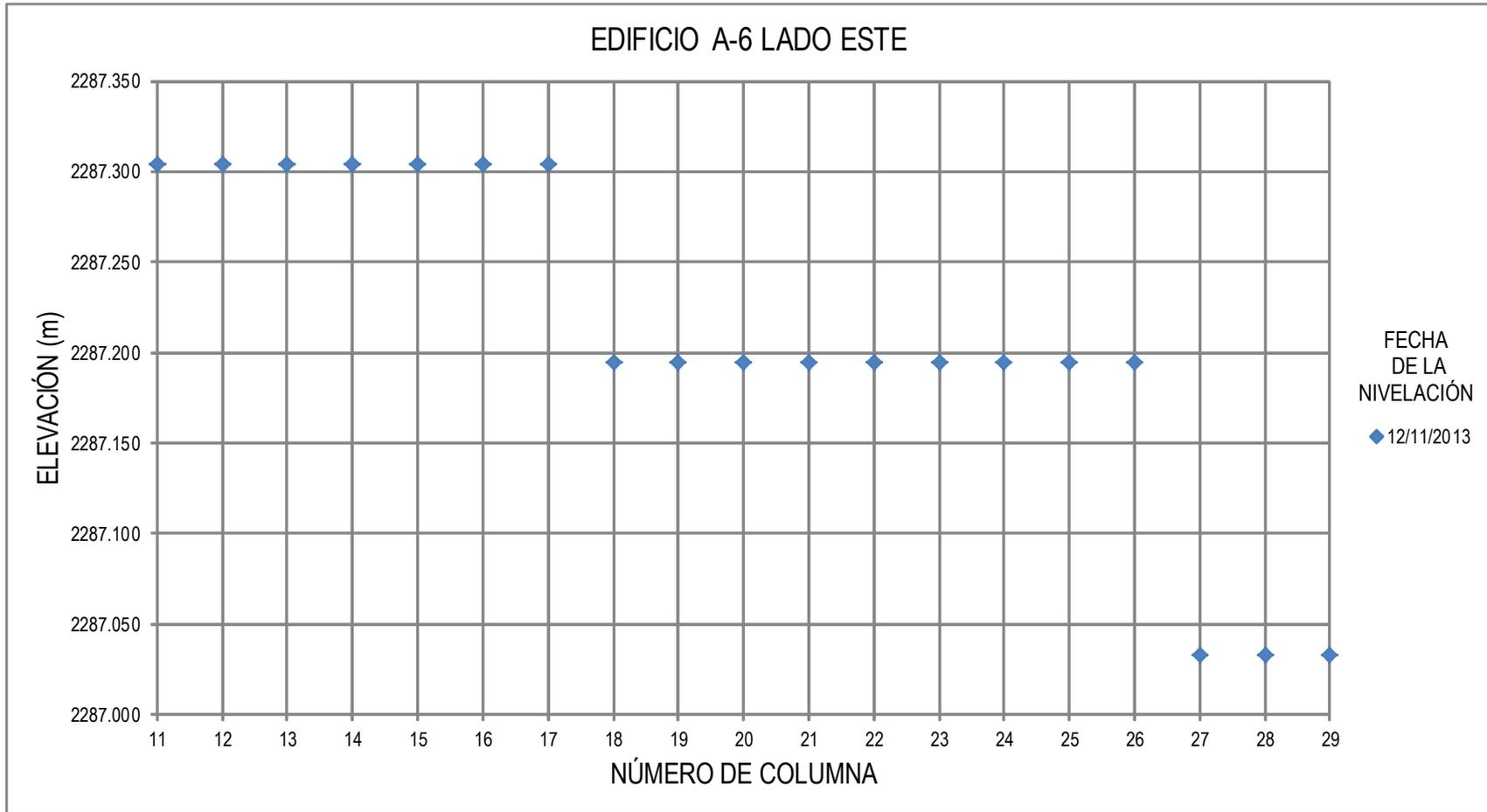
SIMBOLOGÍA

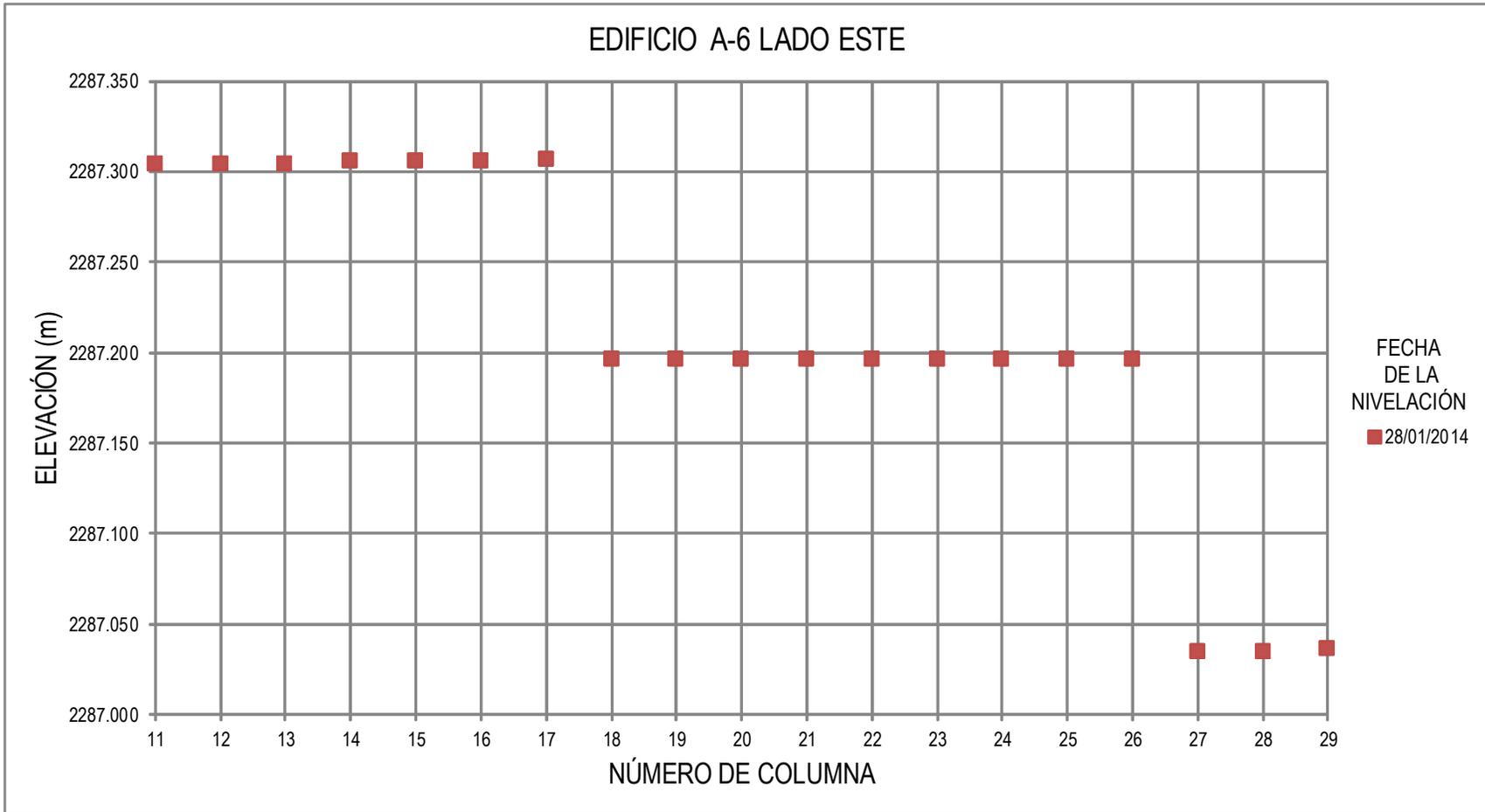
- MDS
- ✦ UBICACIÓN INSTRUMENTOS
- PASADIZO
- ▼ APERTURA
- CARRILLO DE ROLLO
- ⊙ PISO DE MATA
- ⊙ PISO DE MARMOL
- ▼ VEREDAS Y ALBERGUES
- ⊙ ESCUELA DE DEPORTES DE NIÑOS
- SANO
- SUELO
- ▲ BARRIO TIPOLOGIA
- ⊙ CARRILLO TIPOLOGIA
- ⊙ BARRIO DE ALTA TIPOLOGIA LPS
- ⊙ BARRIO TIPOLOGIA
- ⊙ COLUMNA
- VEREDAS TIPOLOGIA
- ↑ UBICACIÓN CARRILLO

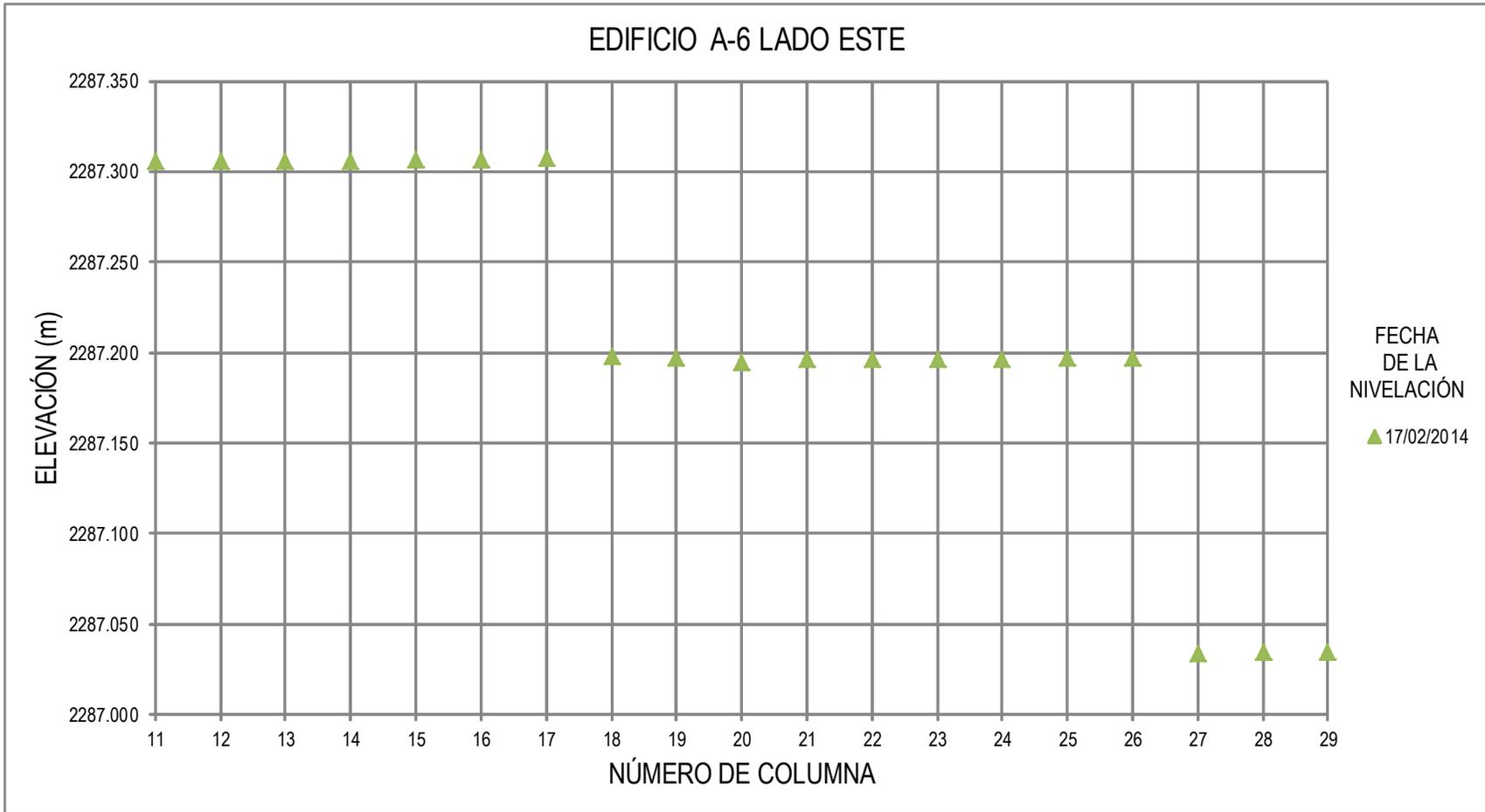
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

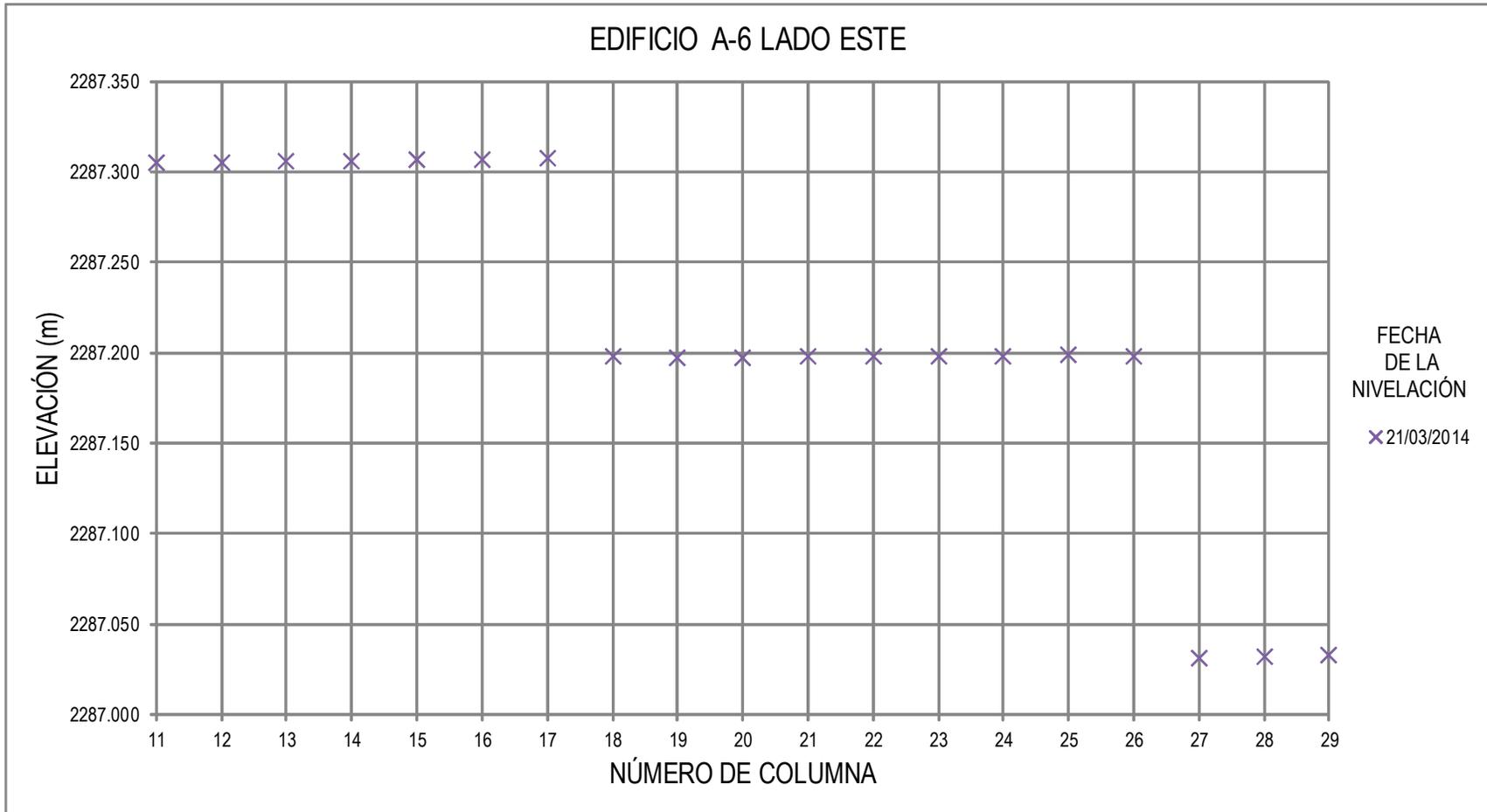
REPLANEAMIENTO DE UN SISTEMA DE APoyo TIPOLOGICO VERTICAL PARA EL CONTROL DE INCREMENTOS DIFERENCIALES EN LOS EDIFICIOS DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

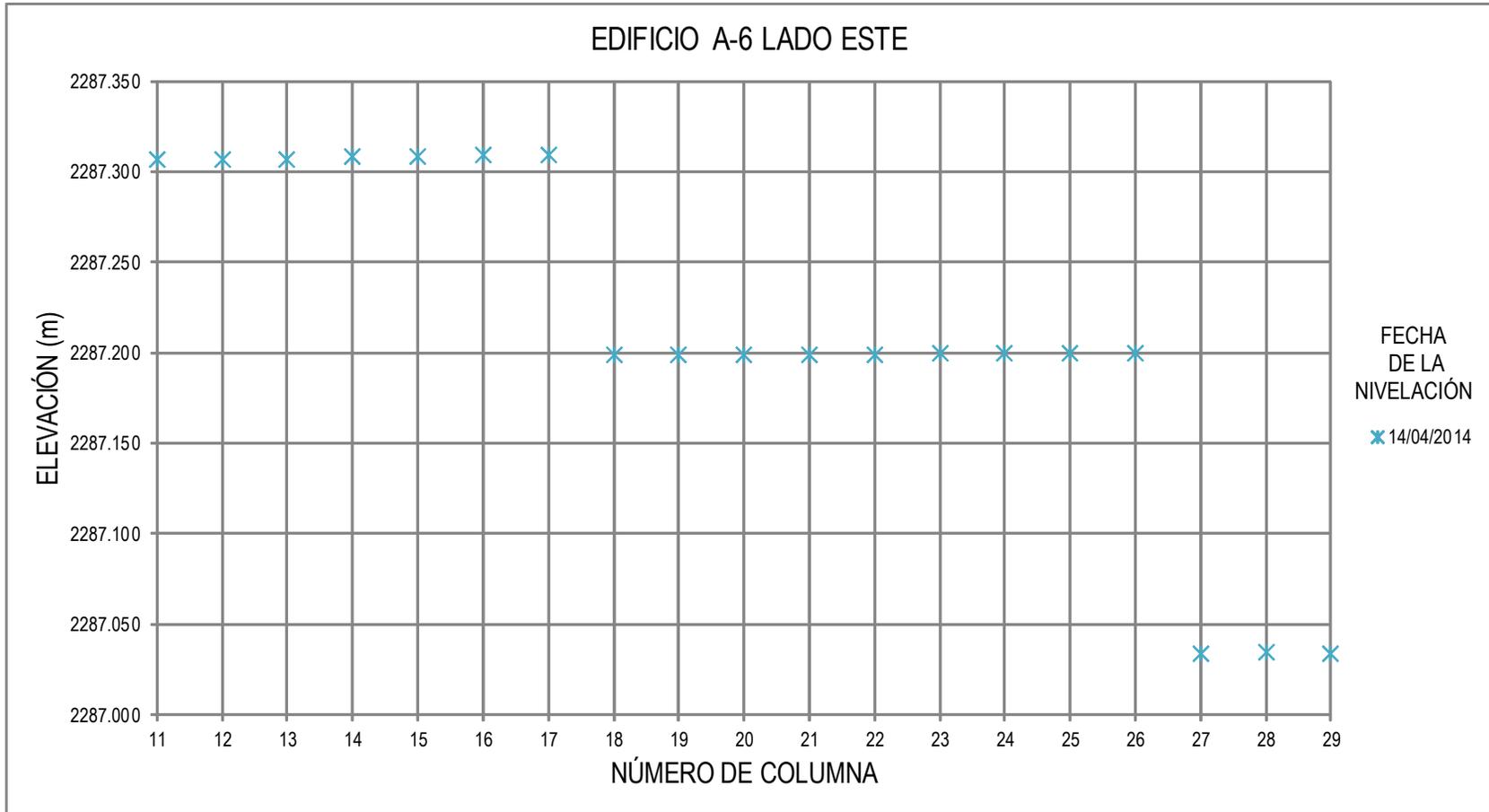
AUTOR DR. ALBERTO RAMÍREZ GARCÍA INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES		DIVISIÓN DE MATEMÁTICAS E INGENIERÍA PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL	
FECHA 2011	AUTORIZADO M. EN C.	TÍTULO REPLANEAMIENTO VERTICAL	INSTITUCIÓN UNAM

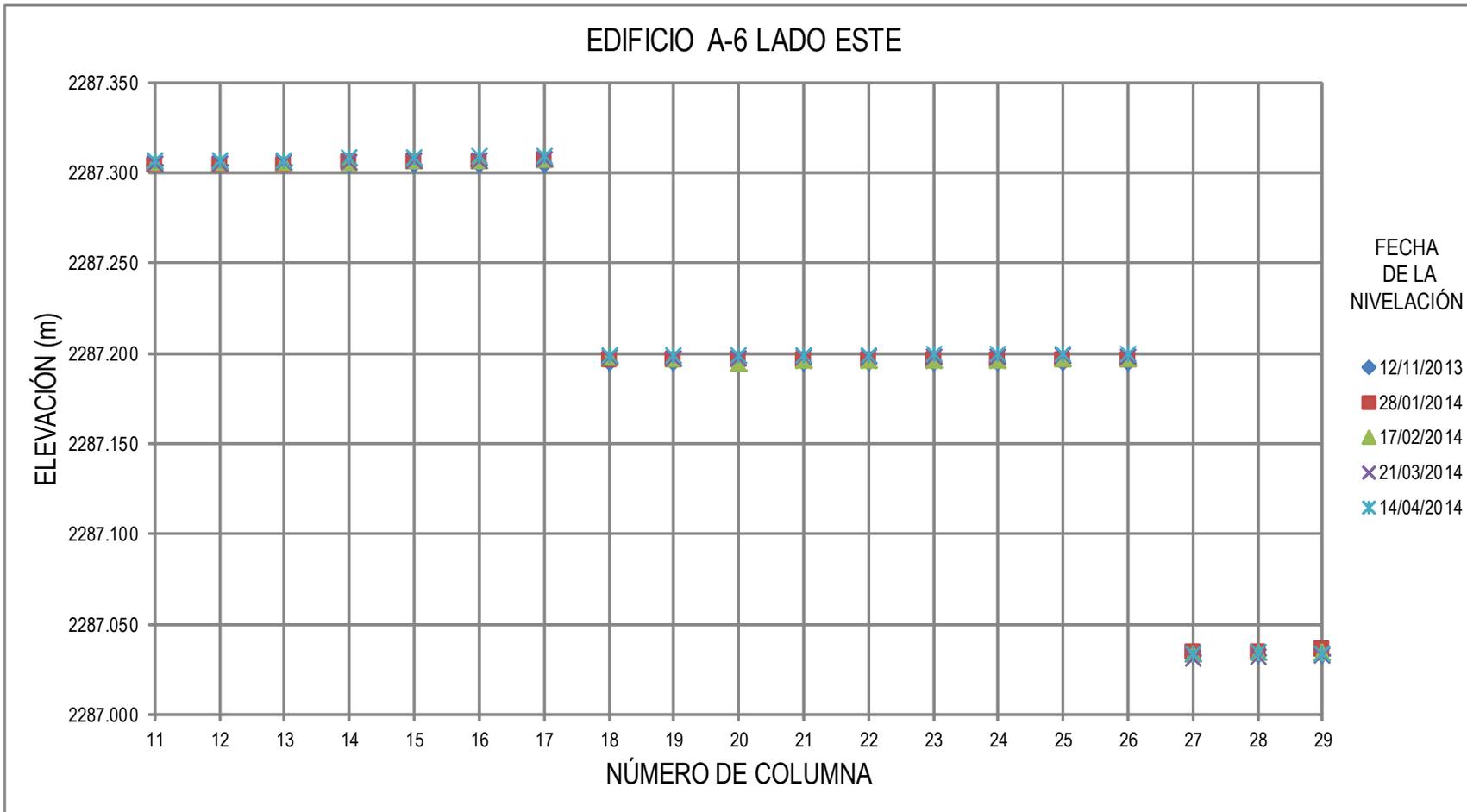


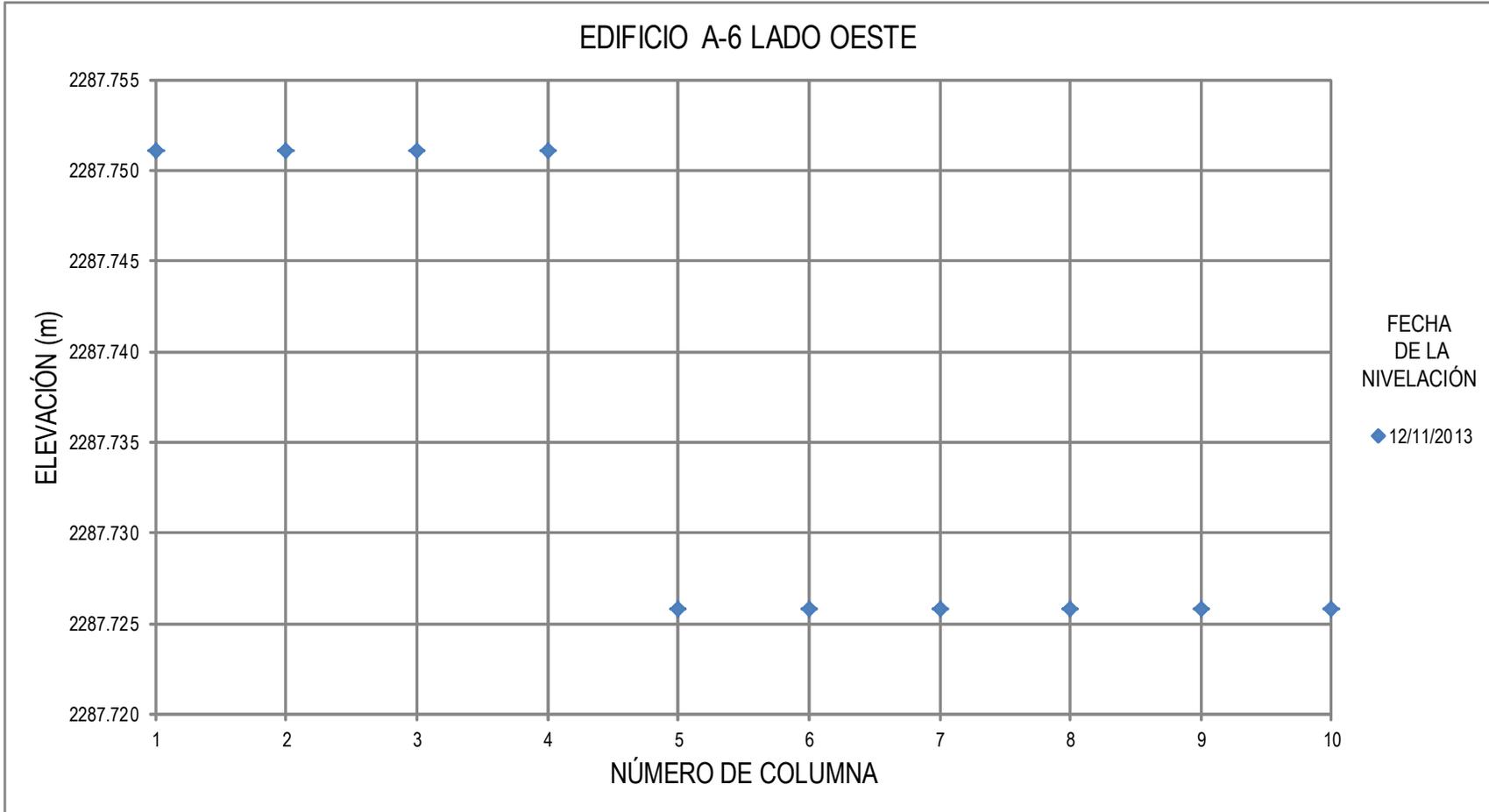


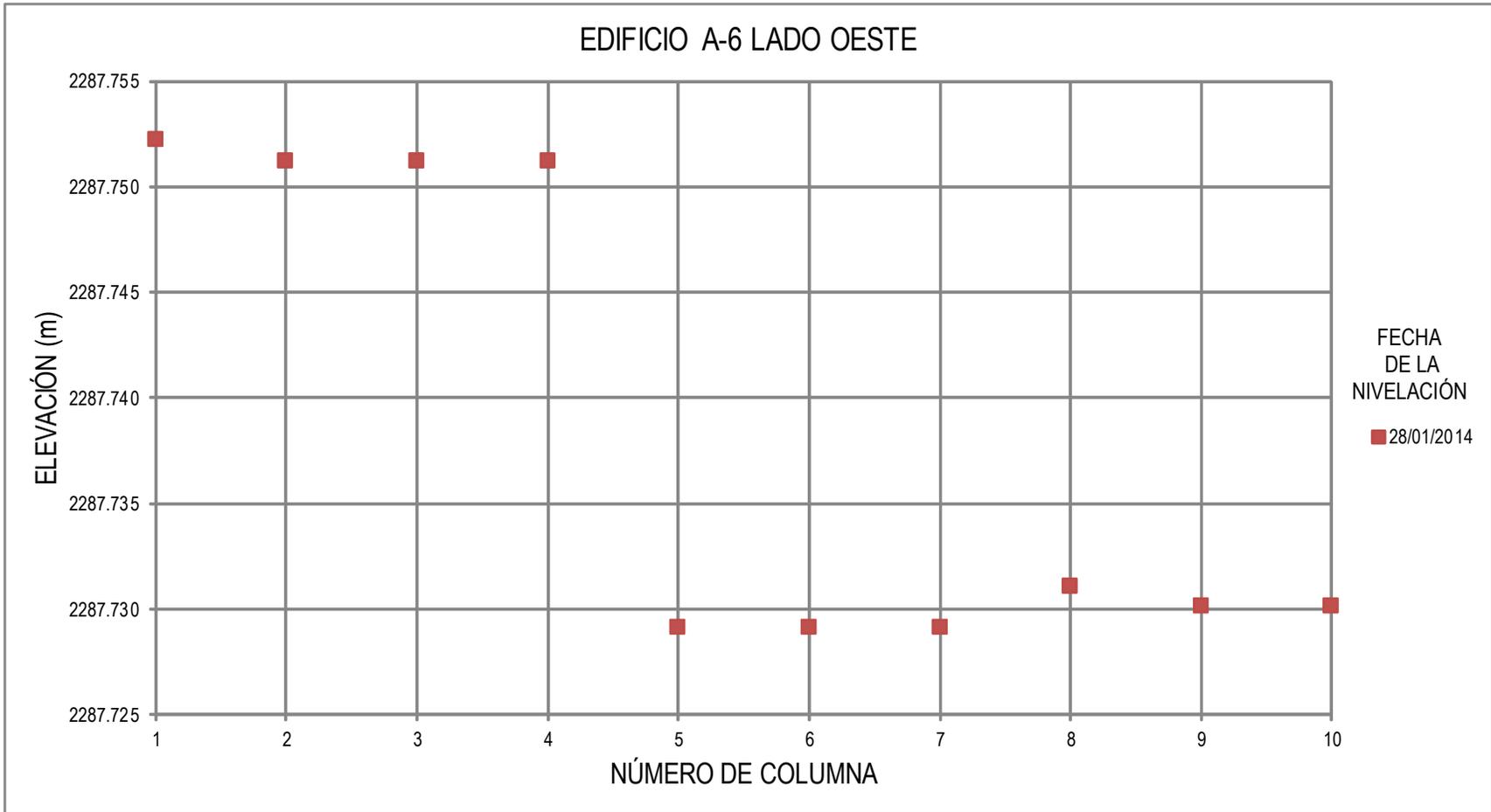


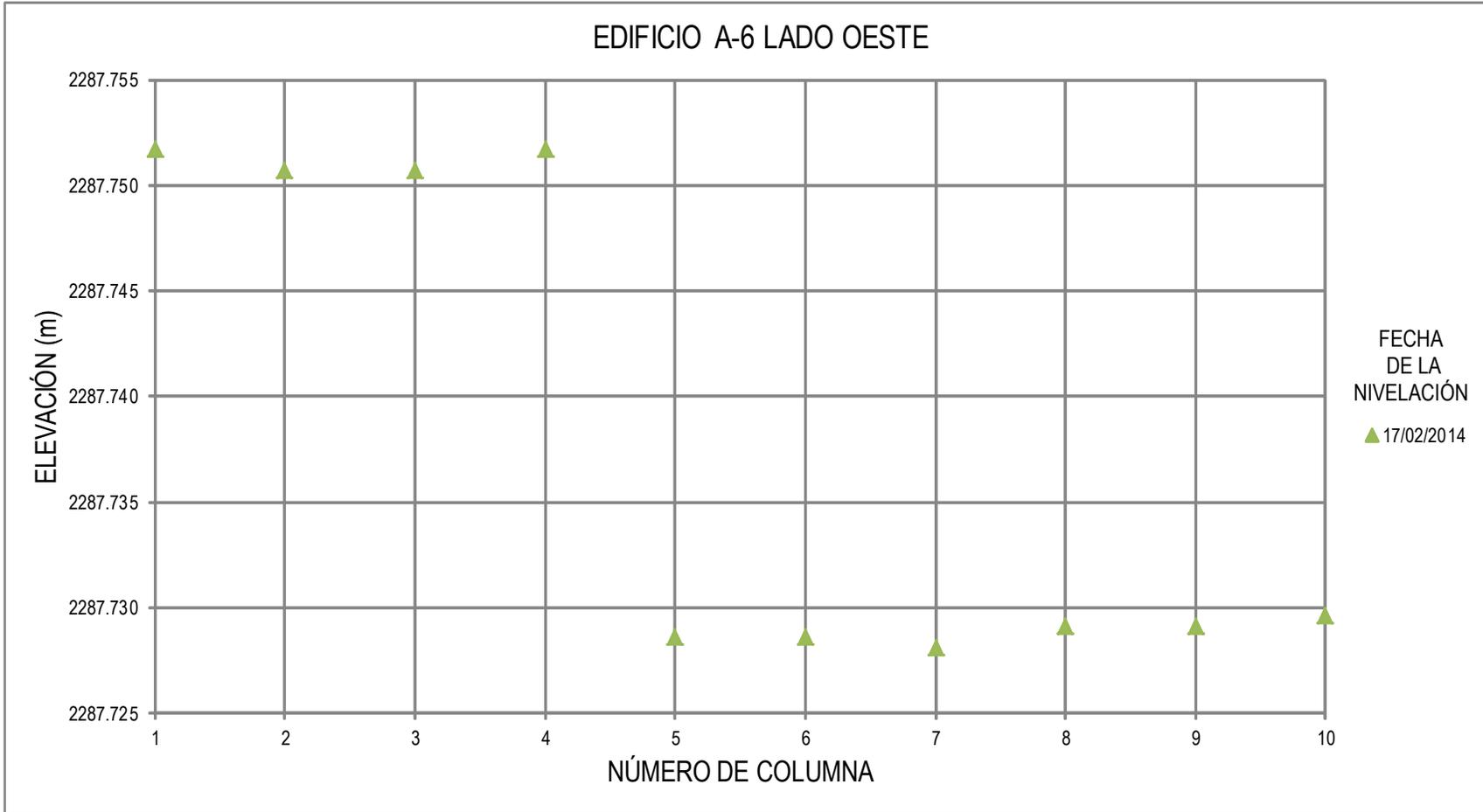


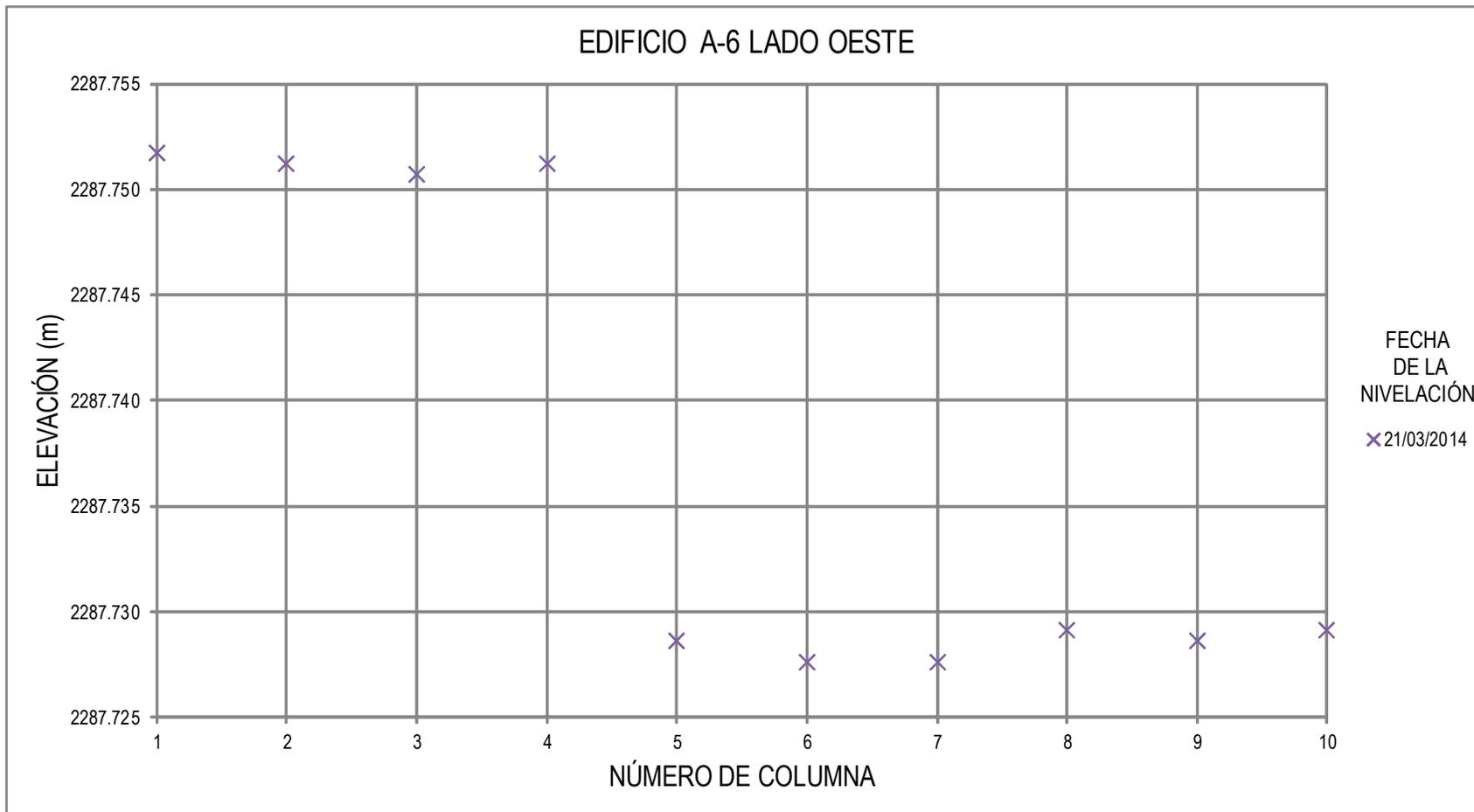


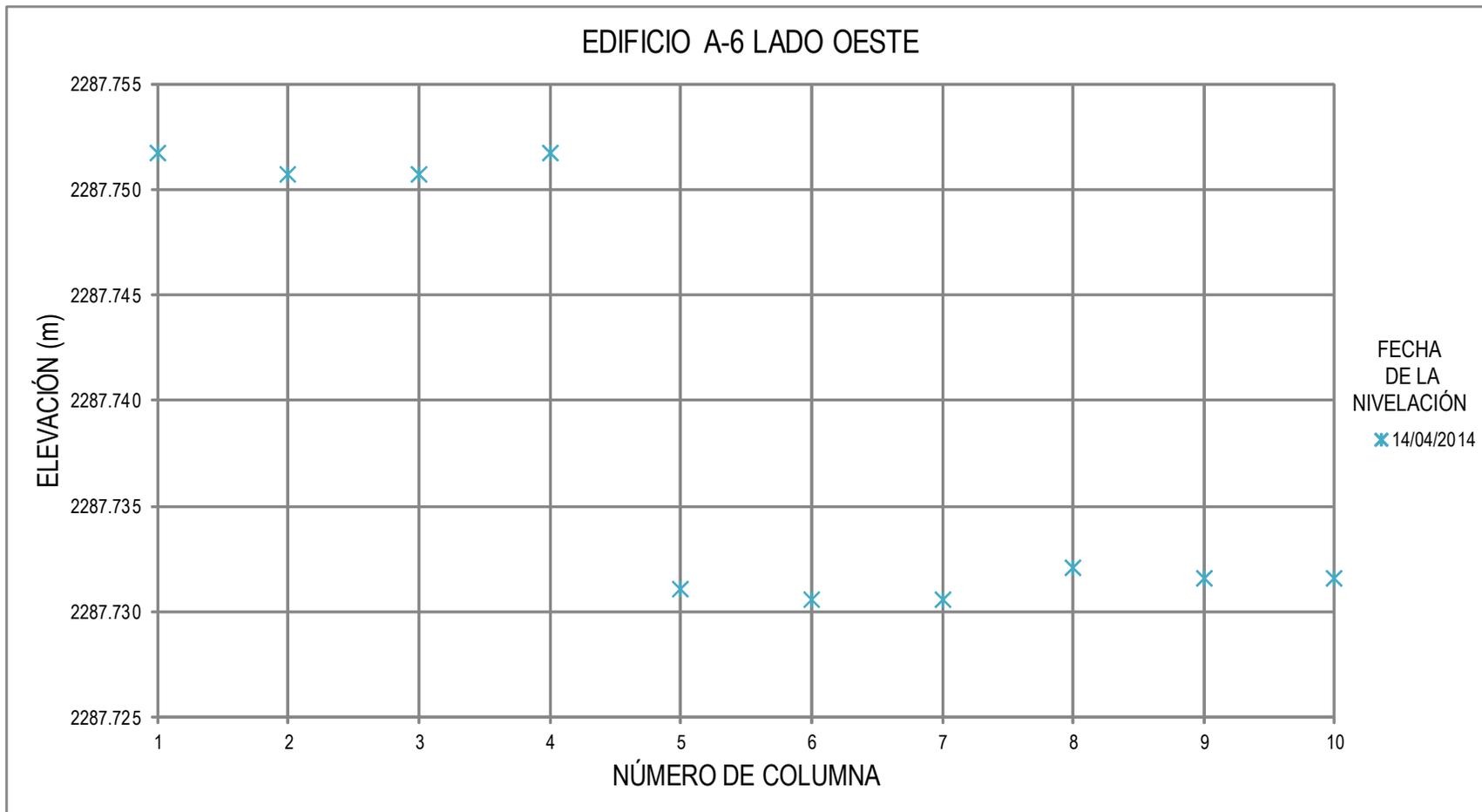


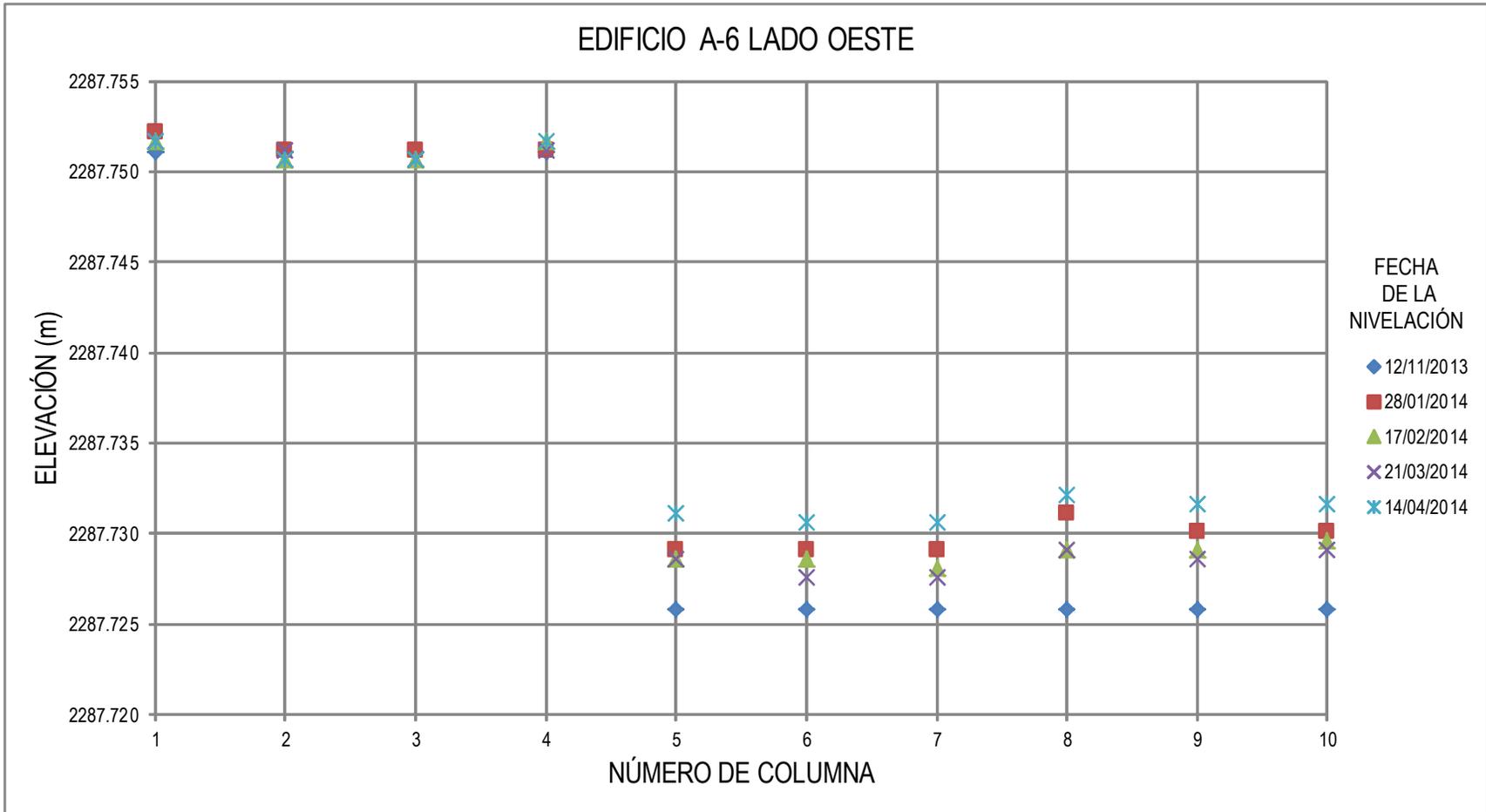


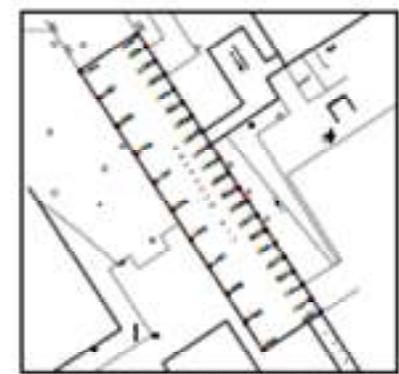
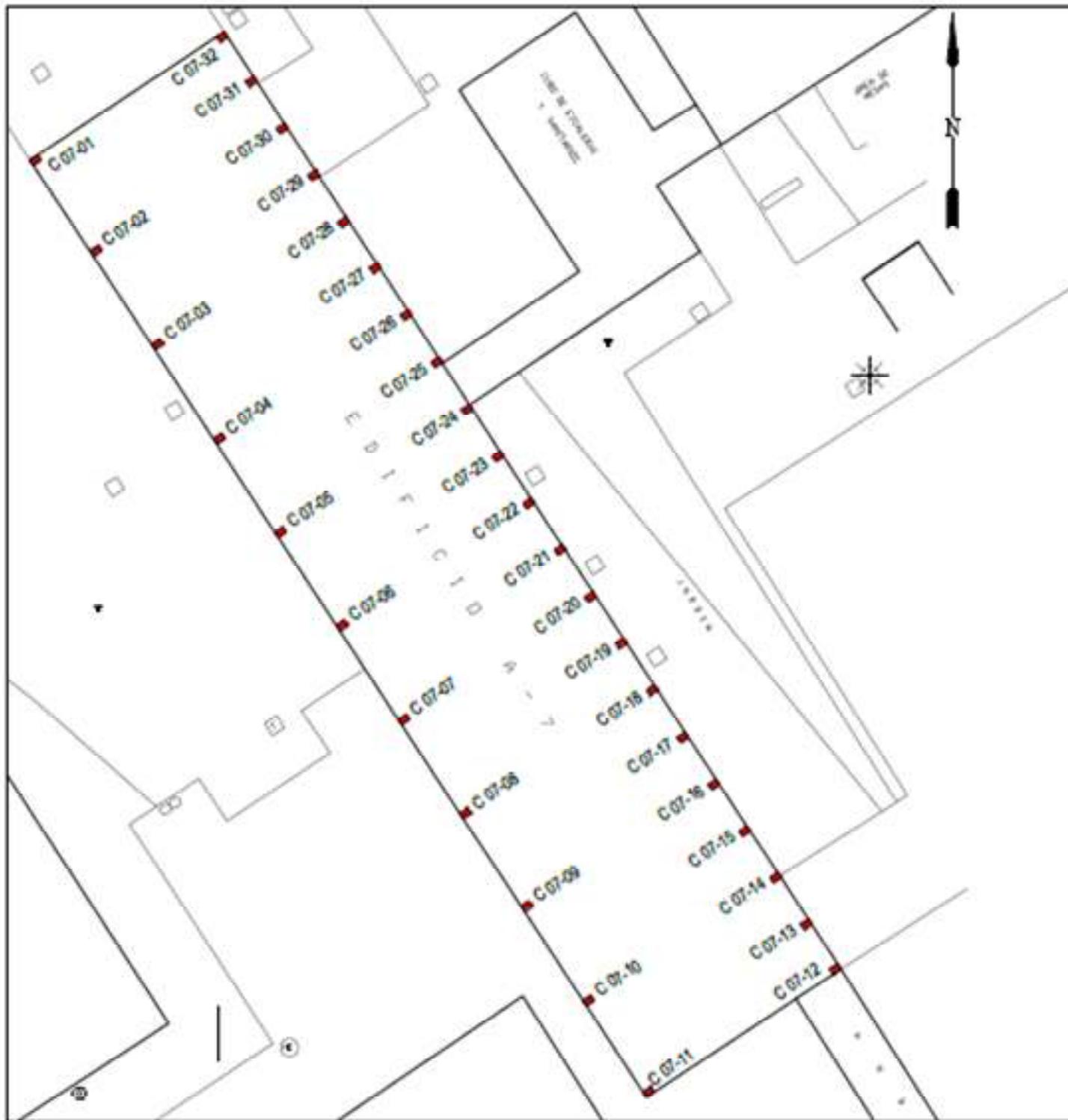












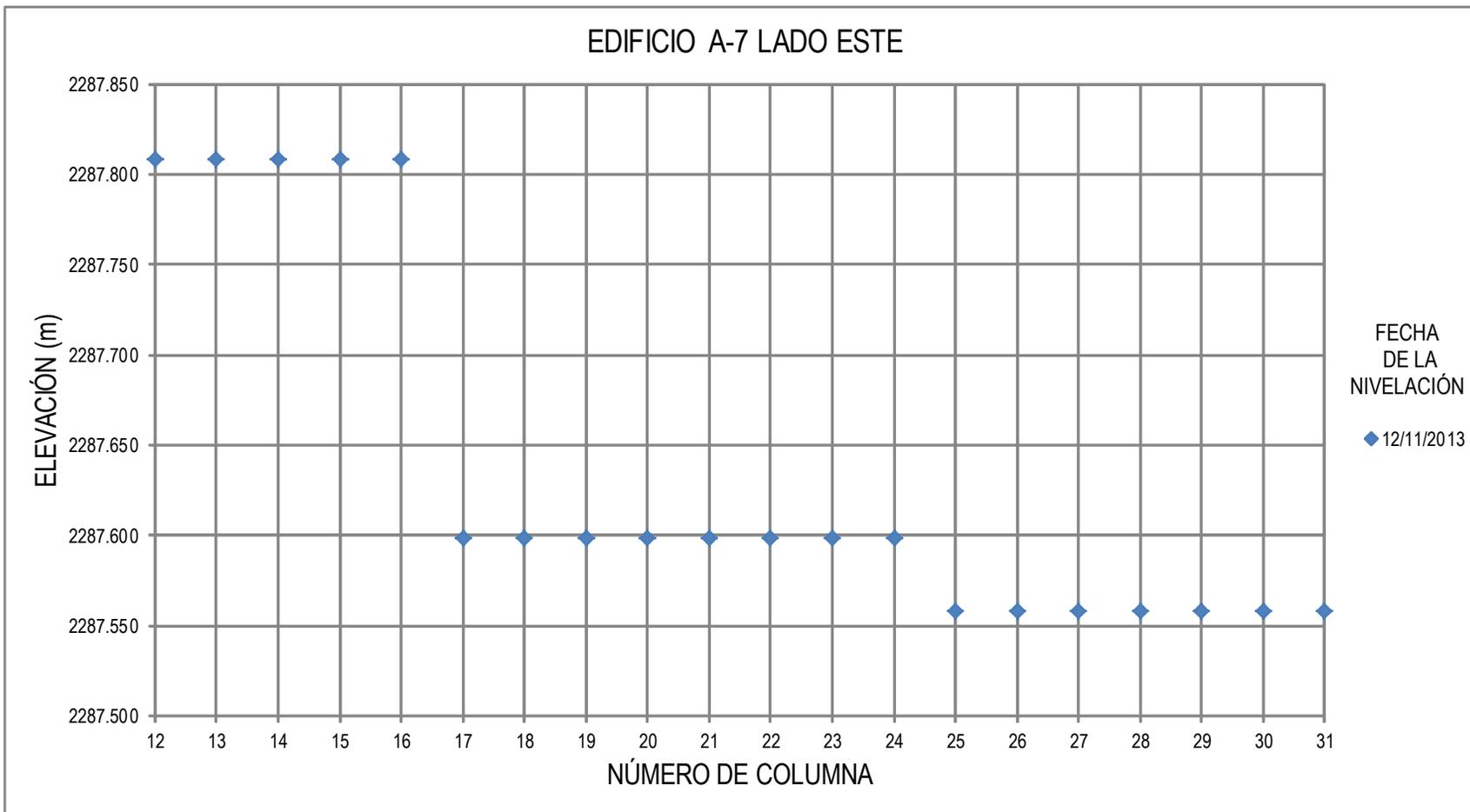
LOCALIZACIÓN

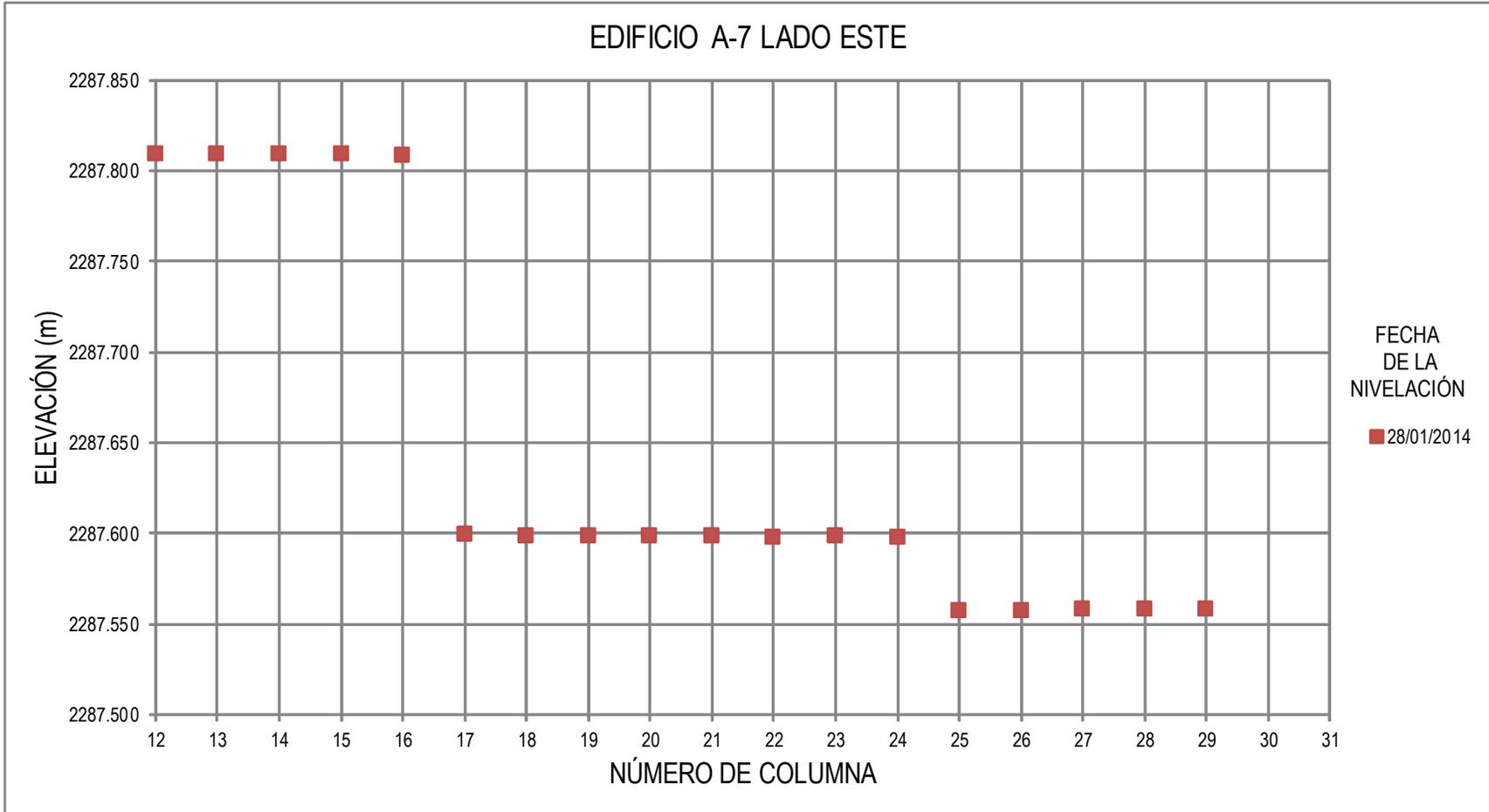
- SIMBOLOGÍA**
- BMS
  - ⊗ LÍNEA CONFORMACIÓN
  - REGISTRO
  - ▽ REFERENCIA
  - CANAL DE AGUA
  - ⊙ PUNTO DE AGUA
  - ⊙ PUNTO DE REFERENCIA
  - ▽ SERVIDOR FONOLÓGICO
  - ⊙ SERVIDOR FONOLÓGICO
  - ANILLO
  - ⊙ MALLA
  - ▲ BARRERA FÍSICA
  - ⊙ CABLE TELEFÓNICO
  - ⊙ REGISTRO DE ALTA TENSIÓN DE CFE
  - ⊙ REGISTRO TELEFÓNICO
  - ⊙ COLUMNA
  - ⊙ SERVIDOR FONOLÓGICO
  - ▽ SERVIDOR FONOLÓGICO

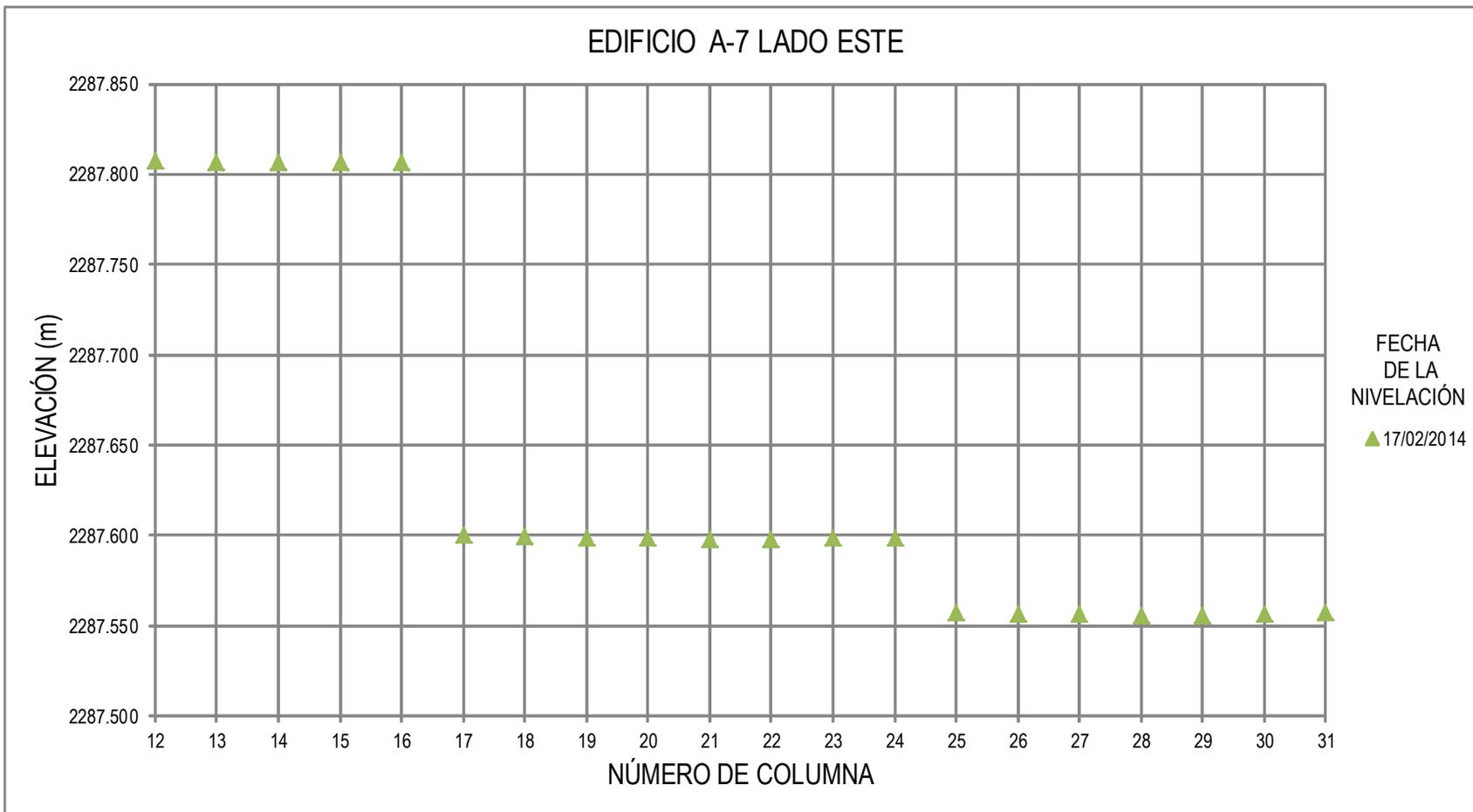
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN**

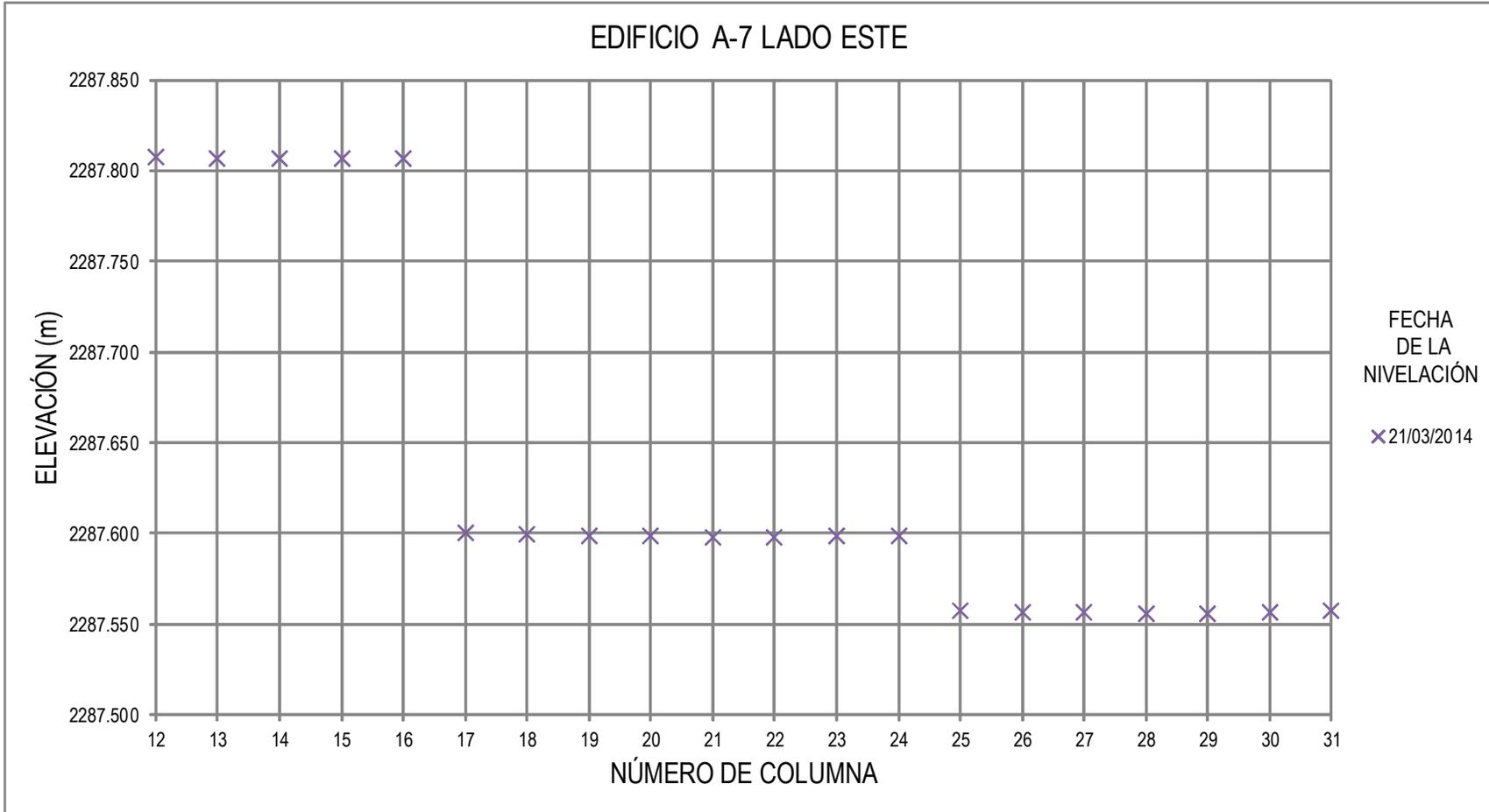
ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE APoyo TOPOGRÁFICO VERTICAL PARA EL CONTROL DE FUNDAMENTOS OPERACIONAL EN UN ESPACIO DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

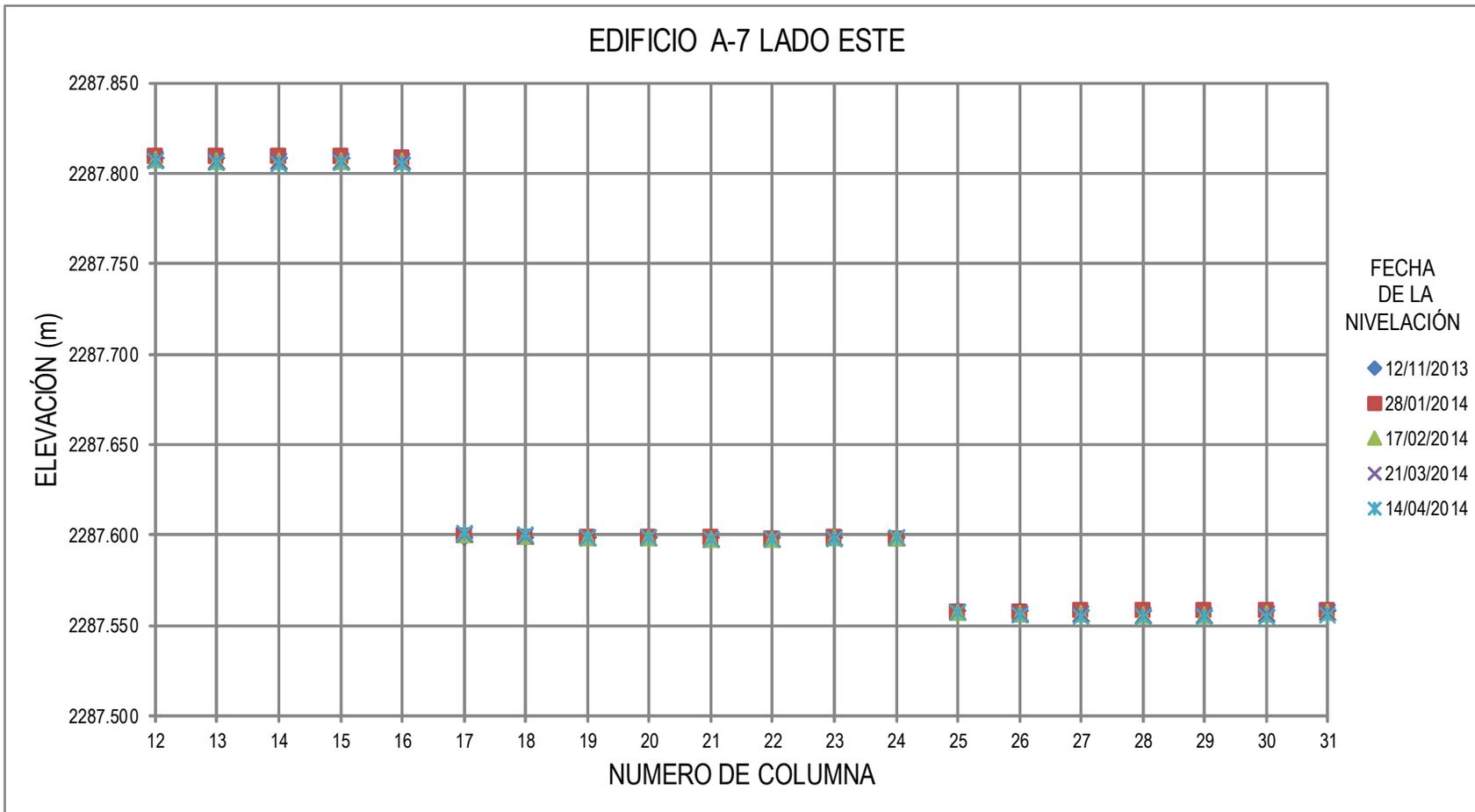
<small>PROYECTO DE GRADUACIÓN EN INGENIERÍA CIVIL</small> <small>INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ACATLÁN</small>		<small>DIVISIÓN DE MATEMÁTICAS E INGENIERÍA</small> <small>PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL</small>	
<small>FECHA DE ELABORACIÓN</small> <small>2017</small>	<small>AUTORES</small> <small>ALVARO GARCÍA</small> <small>EDUARDO GARCÍA</small>	<small>FECHA PARA EL CONTROL DE</small> <small>2017</small>	<small>DEL ÁREA DE INGENIERÍA</small> <small>INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ACATLÁN</small>
<small>PROYECTO DE GRADUACIÓN EN INGENIERÍA CIVIL</small>	<small>FECHA DE ELABORACIÓN</small> <small>2017</small>	<small>FECHA PARA EL CONTROL DE</small> <small>2017</small>	<small>DEL ÁREA DE INGENIERÍA</small> <small>INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ACATLÁN</small>

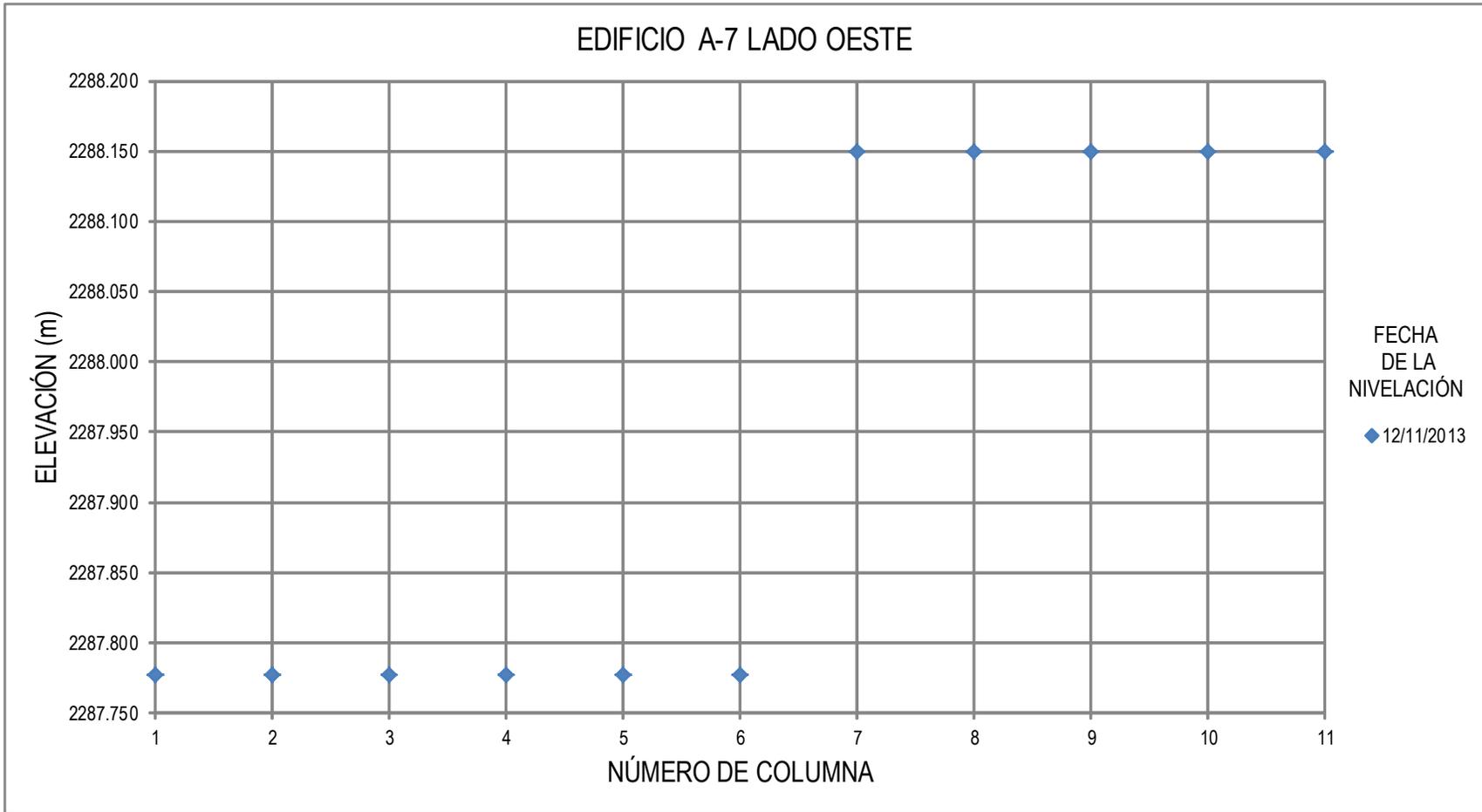


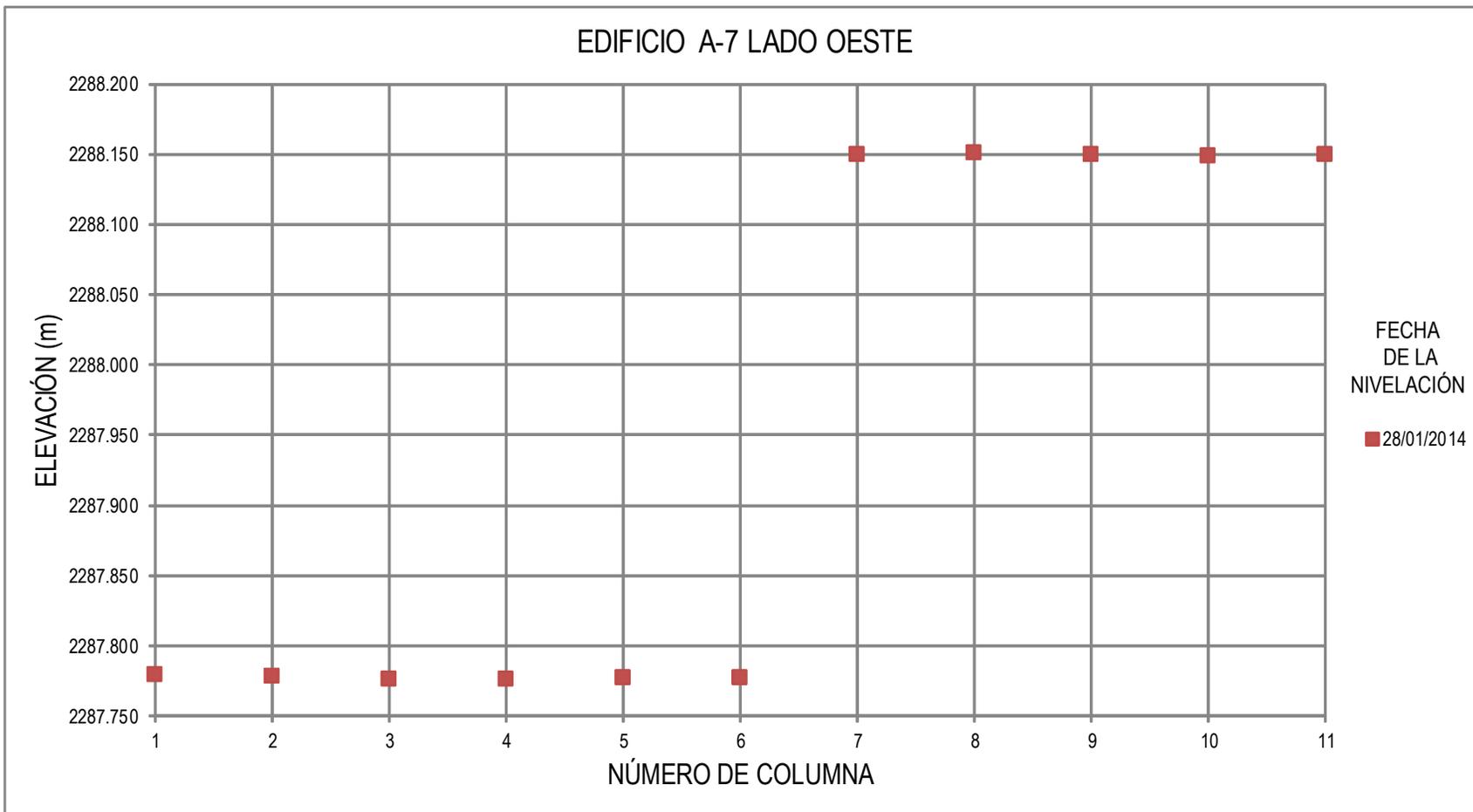


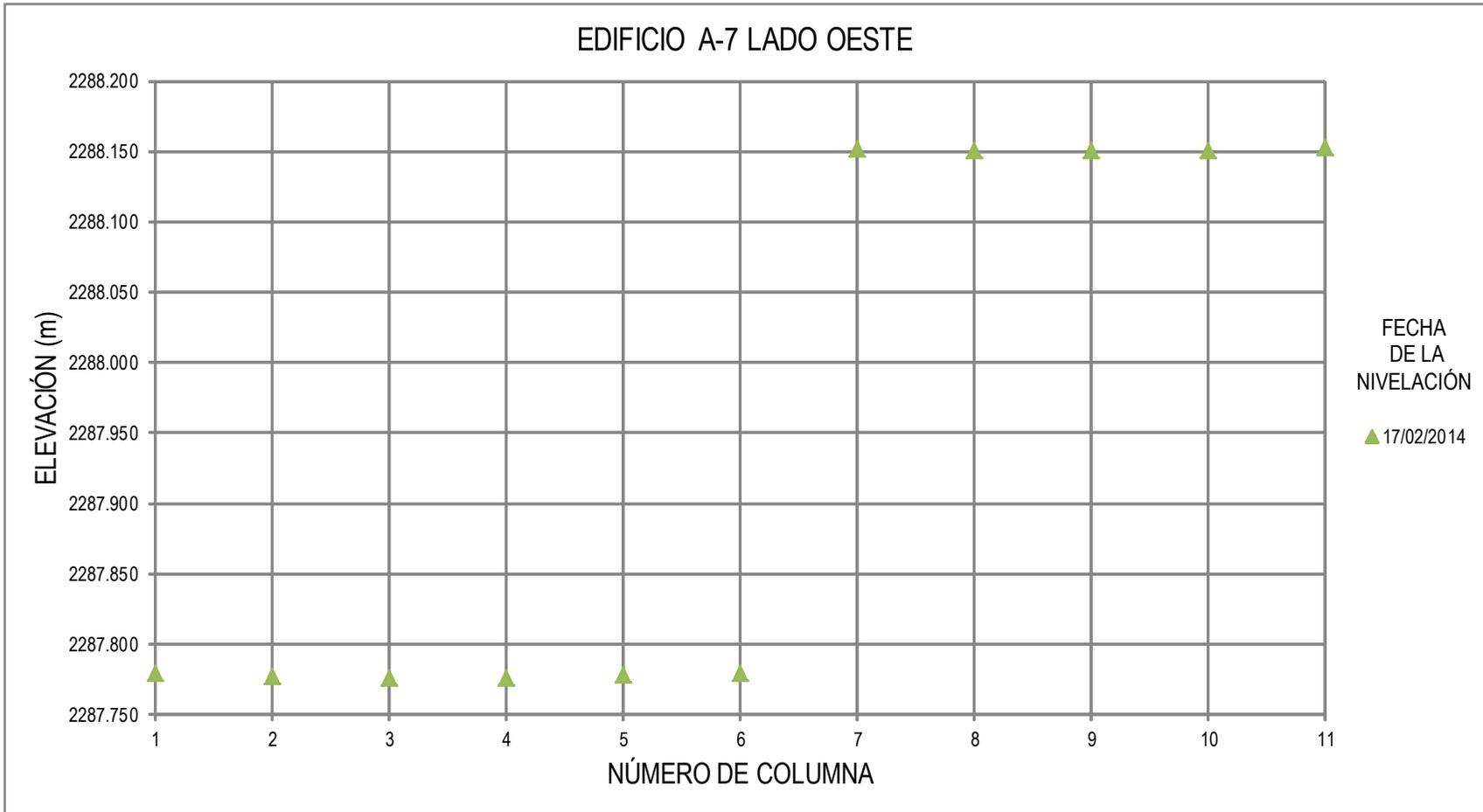


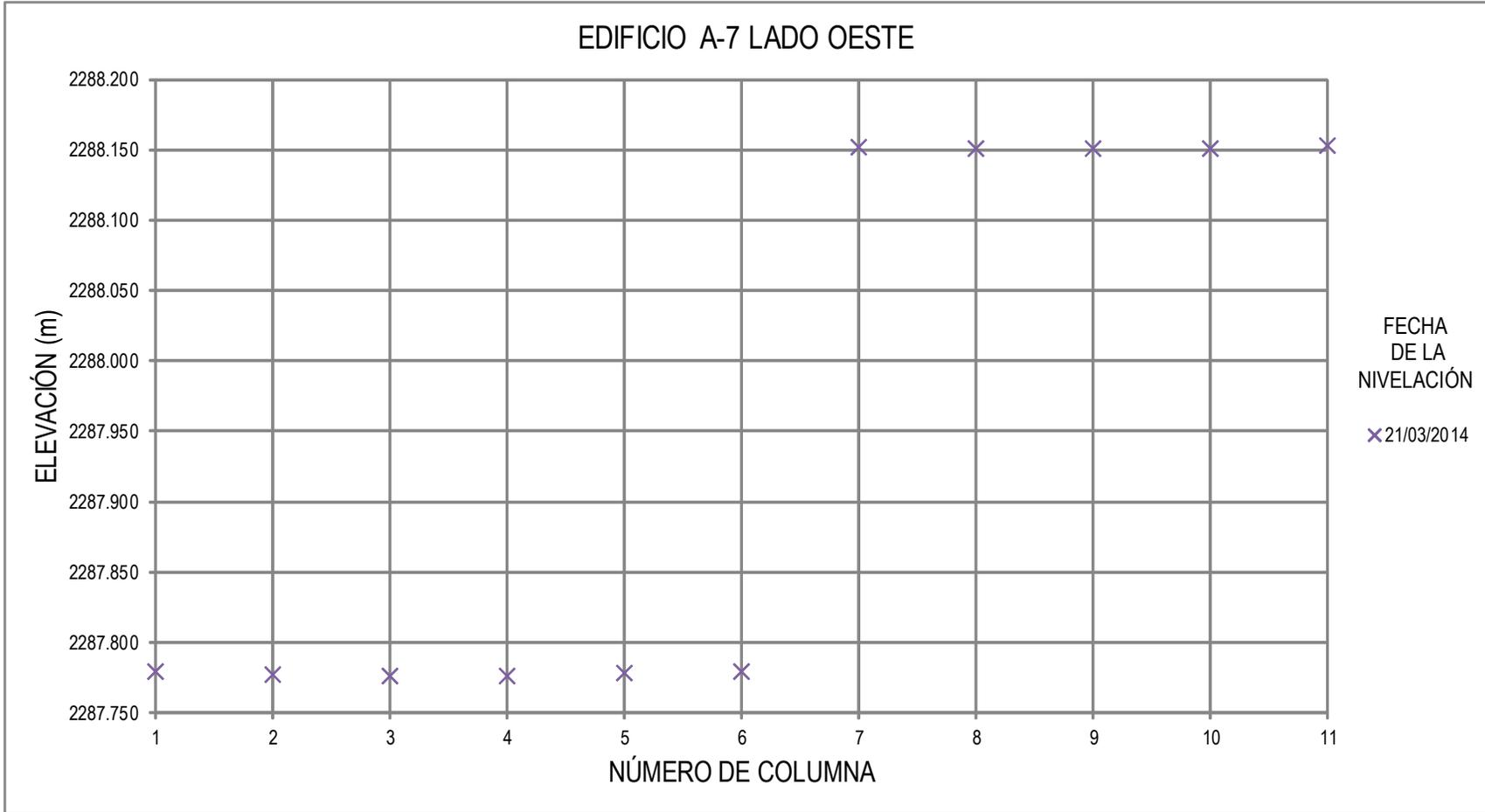


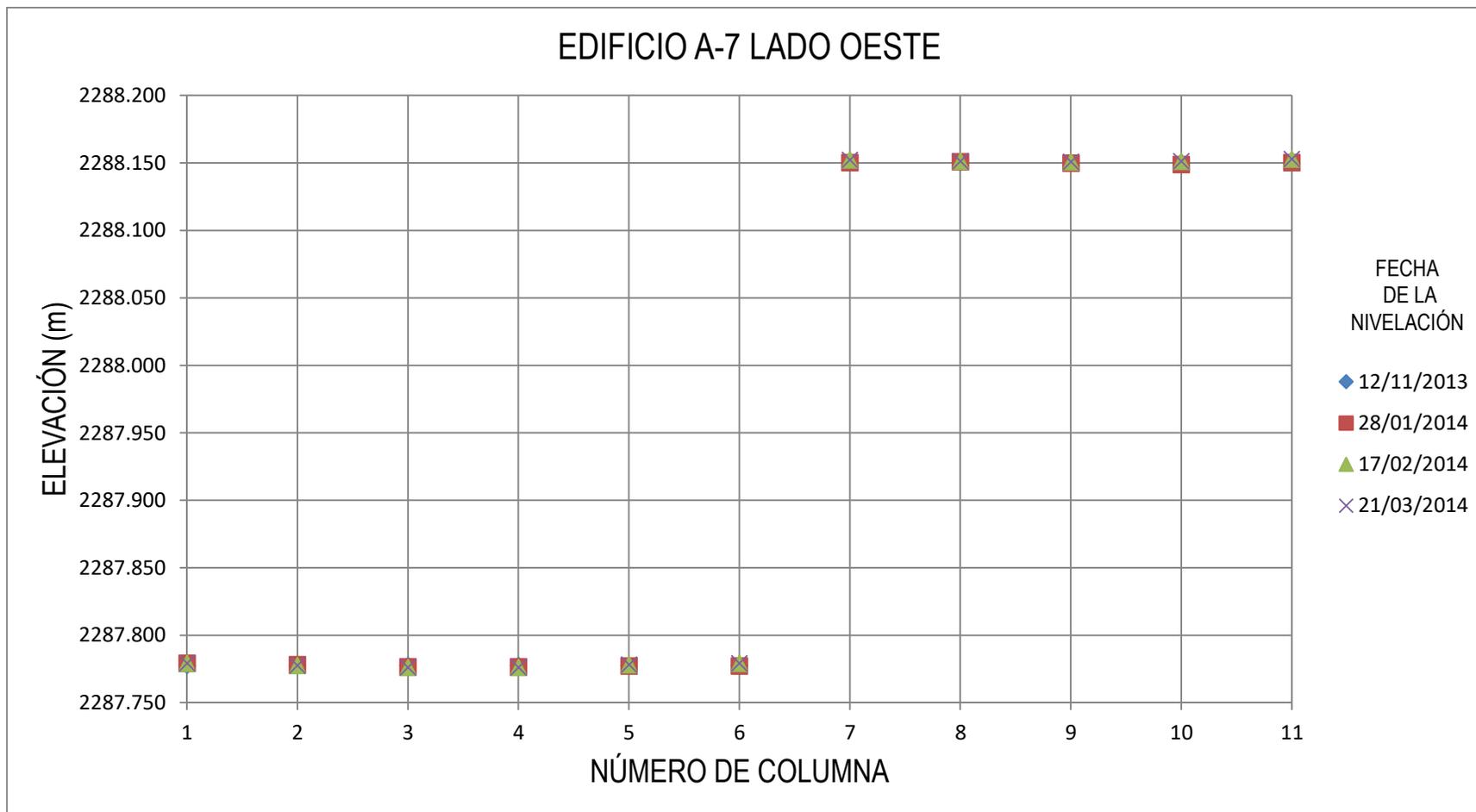














## 6.- ANALISIS DE RESULTADOS TOPOGRÁFICOS Y CONCLUSIONES

### *Conclusiones generales*

La FES Acatlán ha recorrido un largo camino para transformarse en lo que es hoy en día, y dada la importancia que tiene para la sociedad, así también es de importante el mantenimiento a su infraestructura, ya que de ello depende la continuidad de sus actividades. Con este trabajo pude comprender la importancia de la topografía y la aplicación de sus sencillos conceptos a la Ingeniería Civil, ya que gracias a estos procedimientos fue posible identificar los movimientos en los Edificios Escolares. Así mismo es posible utilizar estos métodos para observar los movimientos en diversas estructuras y obras civiles.

Se propone en este trabajo la aplicación de un programa de nivelación de las columnas, para obtener de manera periódica los movimientos verticales en los edificios de la Facultad, contando con el apoyo del Programa de Ingeniería Civil, el Gabinete de Topografía y la participación de alumnos dispuestos a realizar su servicio social en el desempeño esta tarea.

En la zona de la Facultad, se observa que los principales riesgos sísmicos presentes corresponden a posibles eventos en el municipio de Acambay, dada la cercanía del lugar y la historia de su actividad tectónica; otro gran riesgo son los sismos de subducción producidos en las costas del Océano Pacífico, aunque en el pasado no han causado gran daño en comparación a los primeros; es importante tener conciencia de la frecuencia e intensidad con que se presentan, ya que estos provocaron el cese de los trabajos de nivelación al presentarse un evento el día 4 de abril de 2014, con una magnitud de 7.2 ° Richter a una distancia de 335.78 km de la Ciudad de México, que tuvo efectos adversos en el programa de trabajo, motivo por el cual se suspendieron las operaciones de nivelación y solo se pudo hacer hasta la 4ª nivelación de las 5 que se tenían previstas para el Edificio A-7.

El suelo sobre el cual se encuentran desplantadas las edificaciones de la Facultad es poco compresible y resistente; ya que estas se encuentran emplazadas en un territorio caracterizado por la intensa actividad volcánica a la que estuvo sujeta en el pasado, producto de ello es la geología que compone la zona, compuesta en su mayoría por rocas de origen volcánico. Otro de los motivos por el cual es de importancia la continuidad de este trabajo, es el debido al volumen de extracción de agua que se realiza del pozo, y a las posibles consecuencias que esto pueda ocasionar en las estructuras de la FES Acatlán, visto lo sucedido en las grietas de Echegaray y la Florida; ya que esta fue una de las causas que provocaron percances en las construcciones de esa zona.

Considero que es excesivo el volumen extraído al acuífero que abastece a la Facultad, ya que ha sido la única fuente de abastecimiento desde su creación hace 42 años; por lo cual es necesario crear programas permanentes que contribuyan a reducir el consumo de agua proveniente de este acuífero, y de esta manera poder usar de forma racional un recurso natural tan importante como lo es el agua. Otro punto importante es la operación completa de la Planta de Tratamiento de Aguas



Residuales (PTAR), que se estima en la actualidad solo al 80% de lo que está diseñada, tratando las aguas residuales; pero sin ayudar a mitigar el volumen de agua extraída al pozo, debido a que no cuenta con la instalación apropiada para darle uso al agua tratada para el riego de áreas verdes y servicios sanitarios. Para lograr estos objetivos, es necesario que las autoridades de la Facultad pongan recursos humanos y materiales a disposición de esta necesidad.

### *Conclusiones particulares*

A-1. Este edificio cuenta con 32 columnas, 11 en el lado este y 21 en el oeste. Se observa, en el lado oeste un movimiento uniforme positivo de 9 mm en promedio. En el lado este se tiene un movimiento uniforme positivo de 3 mm en promedio.

A-2. Este edificio cuenta con 29 columnas, 19 en el lado norte y 10 en el sur. Se observa en el lado norte un movimiento uniforme positivo de 4 mm en promedio, con un máximo de 6 mm en la columna 19; en el lado sur se tiene un movimiento uniforme de 2 mm en el sentido positivo en promedio, a excepción de las columnas 7 y 8, que presentan un movimiento negativo de 1 mm, el movimiento máximo fue de 3 mm positivo en la columna 10.

A-3. Este edificio cuenta con 29 columnas, 10 en el lado este y 19 en el oeste. En el lado este se presenta un movimiento positivo promedio de 6 mm, a su vez el lado oeste tiene un movimiento positivo promedio de 8 mm.

A-4. Este edificio cuenta con 29 columnas, 19 en el lado norte y 10 en el sur. Este edificio presenta un comportamiento particular en el lado sur, ya que la mitad de las columnas se elevan y la otra mitad desciende en casi la misma magnitud, 3 mm. El lado norte muestra un comportamiento muy errático, ya que la variación de los niveles de las columnas es notable a lo largo del tiempo que se nivelaron, aún con este comportamiento errático que presentan, la magnitud de los desniveles no es de consideración, ya que el movimiento positivo máximo es de 4 mm.

A-5. Este edificio cuenta con 29 columnas, 19 en el lado norte y 10 en el lado sur. El lado norte, presenta un movimiento promedio positivo de 5 mm en todas las columnas, mientras que el lado sur presenta movimientos positivos en casi todas sus columnas, con un máximo de 3 mm.

A6. Este edificio cuenta con 29 columnas, 10 en el lado oeste y 19 en el este. El lado este presenta un movimiento positivo uniforme de 4 mm en promedio. El lado oeste presenta poca variación en las columnas de la 1 a la 4, pero presenta un movimiento positivo de 5 mm en promedio de la 6 a la 10.

A7. Este edificio cuenta con 29 columnas, 11 en el lado oeste y 21 en el este. El lado este presenta un movimiento positivo uniforme de 1 mm en promedio. El lado oeste tiene también un movimiento positivo uniforme de 1 mm en promedio.

Se concluye que los edificios no presentaron hundimiento durante el periodo que fueron estudiados, pero es de importancia continuar con el trabajo de campo para seguir obteniendo elevaciones que contribuyan al monitoreo de las estructuras en el futuro.



## 7.- REFERENCIAS

- 1.- Bonilla, L. E., López R. (2004). "Relatos para la historia de una Facultad: Acatlán". Editorial FES Acatlán, México.
- 2.- Bolt, B. A. (1981). "Terremotos". Editorial Reverté, 1ª Edición, España.
- 3.- Chávez, J. M. (2008). "Atlas multidisciplinario y de riesgo geotécnico de la zona conurbada al norponiente del Valle de México". Academia de Ingeniería, México.
- 4.- Comunicación personal. Arq. Miguel Ángel Alvarado Nieto, Jefe del departamento de servicios generales de mantenimiento, 2017.
- 5.- Crespo Villalaz, C. (2002). "Mecánica de suelos y cimentaciones". Editorial Limusa, 4ª Edición, México
- 6.- Díaz, J. (1998). "Apuntes de topografía". Editorial ENEP Acatlán. 1ª Edición, México.
- 7.- González de Vallejo, L., Ferrer, M., Ortuño, L., Oteo, C. (2004). "Ingeniería Geotécnica". Editorial Pearson, Madrid, España.
- 8.- Haas H. (1978). Naucalpan, Tlalnepantla, Atizapán, Villa Nicolás Romero, "El subsuelo y la ingeniería de cimentaciones en el área urbana del Valle de México", Simposio sobre la ingeniería de cimentaciones en el Valle de México. Editorial SMMS, México.
- 9.- McCormac, J. (2007). "Topografía". Limusa Wiley, 7ª Edición, México.
- 10.- Melgoza, F (1978). "El subsuelo y la ingeniería de cimentaciones en el área urbana del Valle de México", Simposio sobre la ingeniería de cimentaciones en el Valle de México. Editorial SMMS, México.
- 11.- Pavón, V. M. (1998). "Los temblores de la tierra". Editorial IMCYC. 1ª Edición, México.
- 12.- Santana, H. (2008). "Agrietamiento en la zona de Naucalpan". Tesina para obtener el título de Ingeniero Civil, FES Acatlán, UNAM, México.
- 13.- Zetina, J. L. (2014). "Propuesta de microzonificación sísmica del minucipio de Naucalpan". Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, FES Acatlán, UNAM, México.
- 14.- UNAM (2015, Marzo). 40 años a la vanguardia del conocimiento. *Gaceta FES Acatlán*, No.32, 2-24.
- 15.- UNAM (2017, Enero). Informe de gestión 2009-2017. *Gaceta FES Acatlán*, No. 54, 1-32.
- 16.- UNAM (2017, Febrero). Ocho años de trabajo continuo. *Gaceta FES Acatlán*, No. 55, 1-34.