

TEMA 4

JAVASCRIPT EN EL SERVIDOR: NODE.JS

APLICACIONES WEB - GIS - CURSO 2019/20

Marina de la Cruz [marina.cruz@ucm.es]
Dpto de Sistemas Informáticos y Computación
Facultad de Informática
Universidad Complutense de Madrid



Esta obra está bajo una
Licencia CC BY-NC-SA 4.0 Internacional.

Este documento está basado en <https://manuelmontenegro.github.io/AW-2017-18/04.html#/> de Manuel Montenegro [montenegro@fdi.ucm.es] bajo
una Licencia CC BY-NC-SA 4.0 Internacional.

- 1.
2. MÓDULOS Y PAQUETES
3. EL MODELO ASÍNCRONO
4. MÓDULOS CORE
5. ACCESO A BASES DE DATOS
6. SERVIDORES WEB
7. BIBLIOGRAFÍA

1. INTRODUCCIÓN
2. MÓDULOS Y PAQUETES
3. EL MODELO ASÍNCRONO
4. MÓDULOS CORE
5. ACCESO A BASES DE DATOS
6. SERVIDORES WEB
7. BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCIÓN

Node.js (o simplemente Node) es un entorno de ejecución que permite ejecutar **Javascript** fuera del navegador.

<https://nodejs.org/>

Se distribuye bajo una [licencia MIT](#).

Principalmente dirigido a servidores web, pero puede utilizarse para implementar cualquier tipo de aplicación.

En este curso utilizaremos Node para implementar la funcionalidad del **lado del servidor** en las aplicaciones web.

VERSIONES

La política de versiones se puede consultar en el siguiente enlace:

<https://nodejs.org/en/about/releases/>

Para el curso actual se puede utilizar la versión 10 o la 12.

Las versiones 8.x.x rompen la compatibilidad con las 6.x.x. Algunos programas escritos en Node 6 pueden requerir modificaciones para ejecutarse bajo Node 8.

INSTALACIÓN

Puede descargarse desde:

<https://nodejs.org/en/download/releases/>

- Las versiones para Windows y Mac incluyen un instalador.
- Desde GNU/Linux se puede:
 - Utilizar el gestor de paquetes de la distribución.
 - Utilizar **nvm** (<http://nvm.sh>), que permite mantener varias versiones de Node en un mismo sistema.
 - Descargar los binarios desde la URL anterior.

EJECUCIÓN DE UN SCRIPT

Basta con teclear:

```
# node nombre_script.js
```

Si se desea ejecutar el intérprete (REPL):

```
# node
```

REPL = *Read-Eval-Print Loop*

El intérprete permite evaluar las expresiones Node que se introduzcan por teclado.

EJEMPLO DE SESIÓN CON EL INTÉRPRETE

```
# node
> 5 + 6
11
> let x = 4 + 5
undefined
> console.log("Hola");
Hola
undefined
> x
9
> function suma(x,y) {
..... return x + y;
..... }
undefined
> suma(4, 5)
9
> .exit
```

COMANDOS DEL INTÉRPRETE

- **.exit**
Sale del intérprete.
- **.load *script.js***
Ejecuta las sentencias del fichero dado.
- **.save *script.js***
Guarda todas las expresiones evaluadas en un fichero.
- **.break**
Cancelar introducción de expresión actual. Útil cuando se queda algún paréntesis abierto en la entrada.

PROYECTOS NODE

El uso del ejecutable `node` para proyectos grandes resulta algo tediosa, porque estos requieren, entre otras cosas:

- Gestión de dependencias (librerías externas).
- Arranque y parada del sistema.

HERRAMIENTAS PARA GESTIONAR PROYECTOS

- Desde la línea de comandos: `npm`.
- Desde un IDE: *Visual Studio Code, Netbeans*.

NPM (NODE PACKAGE MANAGER)

Es una herramienta que se incluye con la distribución de Node. Permite:

- Crear proyectos vacíos.
- Gestionar las librerías de las que hace uso un proyecto, consultando una base de datos pública que indica desde dónde descargarlas.
- Gestionar *scripts*: arranque del sistema, parada, ejecución de tests, etc.

Más información: <https://www.npmjs.com/>

CREACIÓN DE UN PROYECTO CON npm

Ejecutar desde la línea de comandos:

```
# npm init
```

Se solicitará información sobre los datos del proyecto:

...

```
name: (project-test) miproyecto
version: (1.0.0) ↓ (Pulsar intro)
description: Esto es un proyecto de prueba
entry point: (index.js) app.js
test command: ↓
git repository: ↓
keywords: node proyecto aw prueba
author: Manuel Montenegro
license: (ISC) MIT
About to write to /home/manuel/Docencia/AW/Pruebas/project-test
/package.json:
...
Is this ok? (yes) yes
```

Se creará un fichero `package.json` con el siguiente contenido:

```
{  
  "name": "miproyecto",  
  "version": "1.0.0",  
  "description": "Esto es un proyecto de prueba",  
  "main": "app.js",  
  "scripts": {  
    "test": "echo \\\"Error: no test specified\\\" && exit 1"  
  },  
  "keywords": [  
    "node",  
    "proyecto",  
    "aw",  
    "prueba"  
  ],  
  "author": "Manuel Montenegro",  
  "license": "MIT"  
}
```

- Atributo **scripts**: permite añadir comandos para arrancar el programa, detenerlo, etc.
Por ejemplo, podemos añadir:

```
...
  "scripts": {
    "test": "mocha",
    "start": "node app.js"
  ,
...
}
```

para poder arrancar el sistema mediante

```
# npm start
```

o ejecutar los test mediante

```
# npm test
```

Si no se introduce un nombre para repositorio Git, es posible declarar el paquete como privado añadiendo:

```
{  
  ...  
  "author": "Manuel Montenegro",  
  "license": "MIT",  
  "private": true  
}
```

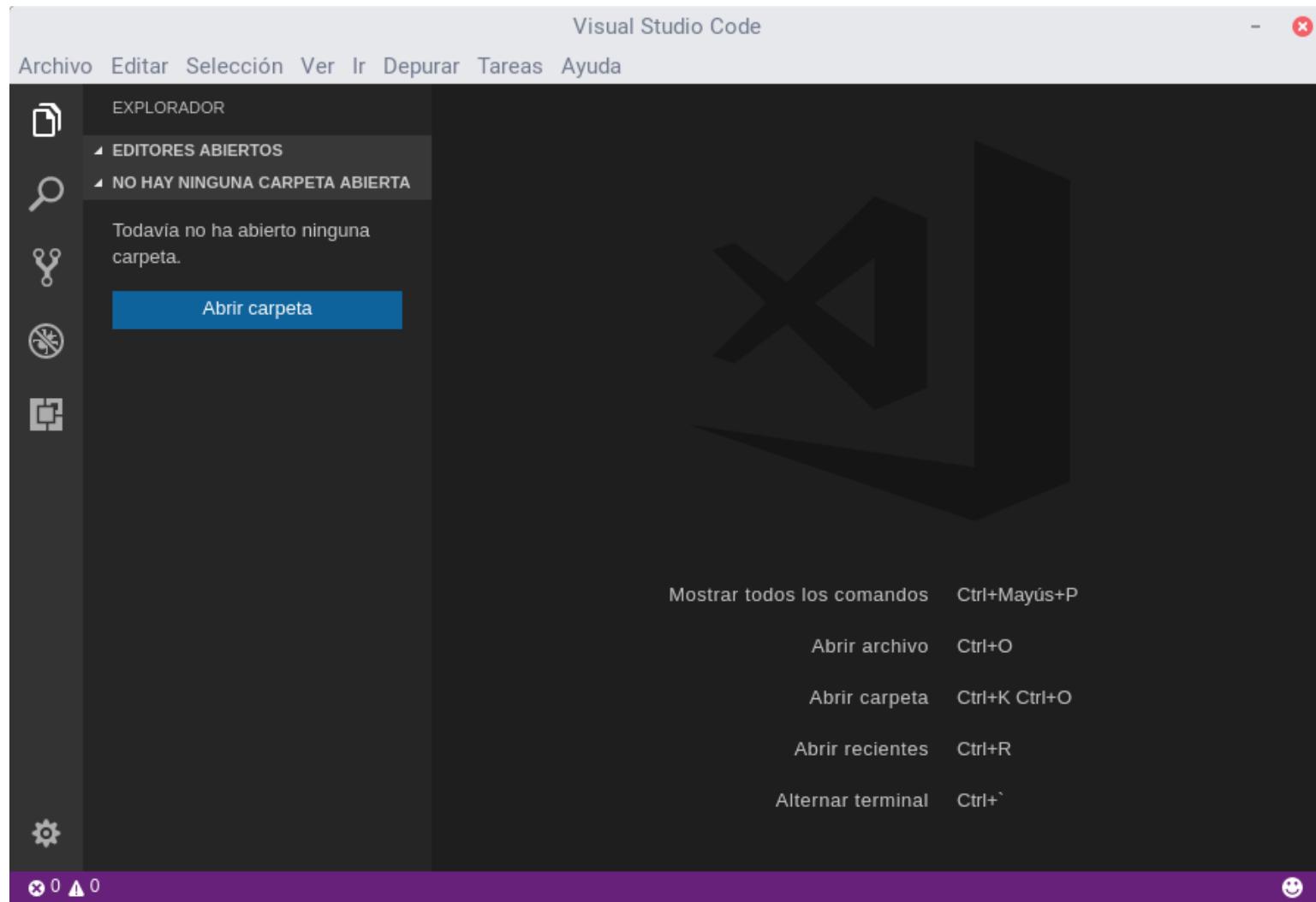
De este modo evitaremos *warnings* sobre la ausencia de un repositorio.

USO DE VISUAL STUDIO CODE

<https://code.visualstudio.com>

Es un IDE multiplataforma con licencia GPL.

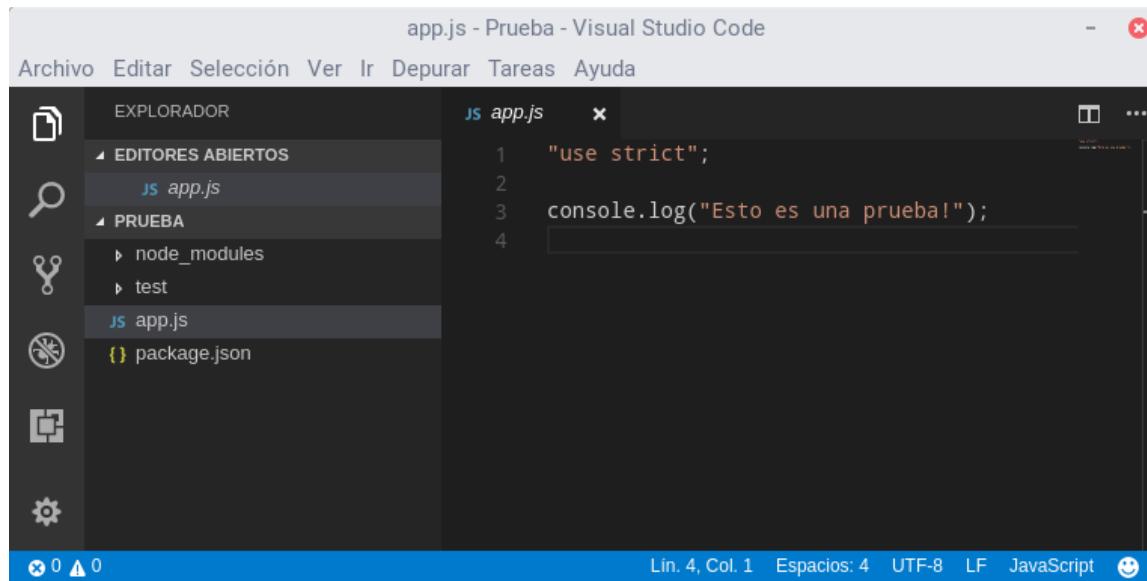
Incorpora herramientas para la edición de código en Javascript y la gestión de proyectos en Node.



VS Code se apoya en **npm** para gestionar los proyectos Node.

Basta con abrir la carpeta donde se encuentre el fichero **package.json** de nuestro proyecto Node.

Archivo → Abrir carpeta... (Ctrl+K Ctrl+O)

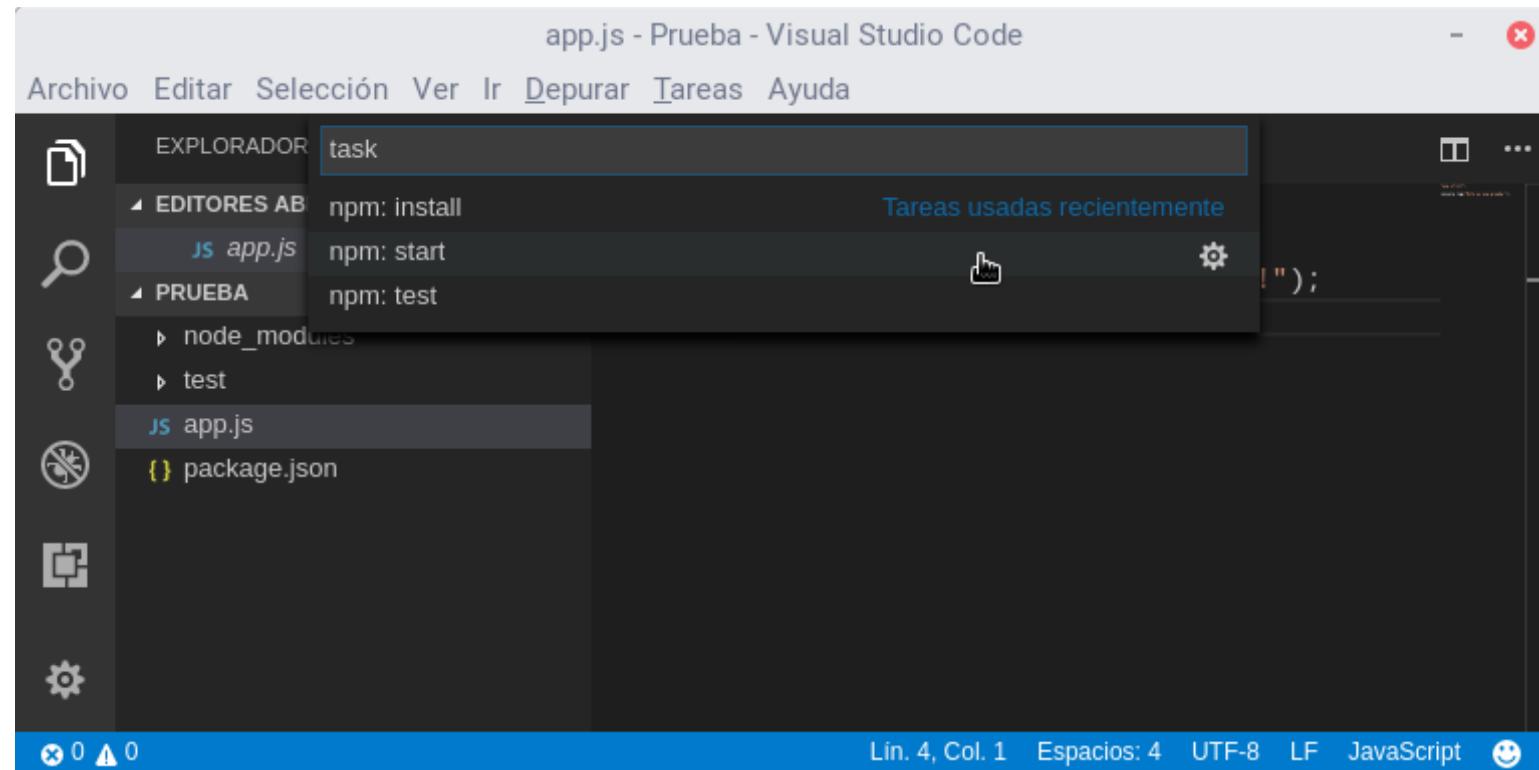


The screenshot shows the Visual Studio Code interface with the title bar "app.js - Prueba - Visual Studio Code". The menu bar includes "Archivo", "Editar", "Selección", "Ver", "Ir", "Depurar", "Tareas", and "Ayuda". The left sidebar has icons for "EXPLORADOR", "EDTORES ABIERTOS" (with "app.js" listed), "PRUEBA" (with "node_modules" and "test" subfolders), and "package.json". The main editor area contains the following code:

```
1 "use strict";
2
3 console.log("Esto es una prueba!");
4
```

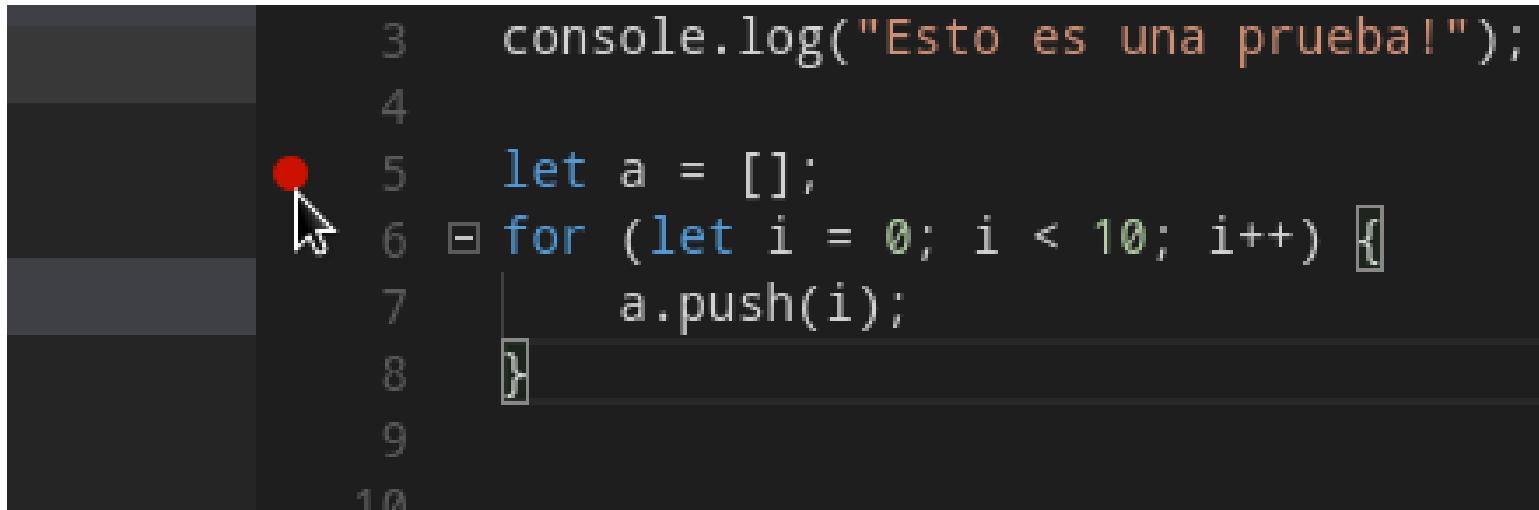
The status bar at the bottom shows "Lin. 4, Col. 1 Espacios: 4 UTF-8 LF JavaScript" and a smiley face icon.

Podemos ejecutar el proyecto y los tests mediante la opción *Tareas* → *Ejecutar tarea*, o bien introduciendo en la paleta de comandos (*Ctrl+Shift+P*) la orden **task** seguida del nombre de la tarea a ejecutar:



VS Code incluye un depurador de Javascript.

Introducimos puntos de ruptura utilizando el margen izquierdo del editor.



A screenshot of the Visual Studio Code interface. On the left, there is a vertical margin bar with a red circular breakpoint icon at the start of line 5. The code editor shows the following JavaScript code:

```
3 console.log("Esto es una prueba!");
4
5 let a = [];
6 for (let i = 0; i < 10; i++) {
7     a.push(i);
8 }
9
10
```

Después utilizamos la opción del menú *Depurar → Iniciar depuración* (F5)

app.js - Prueba - Visual Studio Code

Archivo Editar Selección Ver Ir Depurar Tareas Ayuda

DEPURAR ▶ No hay configuración ▾ ⚙️

JS :: ▶ 🔍 ⏪ ⏴ ⏵ ⏹ ⏺ ⏻ ⏻

VARIABLES

Local

- __dirname: "/home/manuel/Prueba"
- __filename: "/home/manuel/Prueba/app.js"
- a: undefined

exports: Object

modulos: Modulo Fido: " " exports

INSPECCIÓN

a: undefined

PILA DE LLAMADAS EN PAUSA POR UN PUNTO DE...

(función anónima) app.js b:9

Module._compile module.js 570:32

Module._extensions..js module.js

Module.load module.js 487:32

tryModuleLoad module.js 446:12

Module._load module.js 429:2

PUNTOS DE INTERRUPCIÓN

- Todas las excepciones
- Excepciones no detectadas
- app.js 5

SCRIPTS CARGADOS

▶ Prueba

PROBLEMAS SALIDA CONSOLA DE DEPURACIÓN TERMINAL

Debugging with legacy protocol because Node.js v6.11.3 was detected.
/home/manuel/.nvm/versions/node/v6.11.3/bin/node --debug-brk=32111
-nolazy app.js
Debugger listening on [::]:32111
Esto es una prueba!

Lin. 10, Col. 1 Espacios: 4 UTF-8 LF JavaScript

USO DE NETBEANS

Netbeans dispone un *plugin* para Node.

Se requiere Netbeans 8.1 o versión posterior.

Al descargarlo de la página web <https://netbeans.org> es necesario seleccionar la versión *HTML5/Javascript* o *All*.

NetBeans IDE Download - Mozilla Firefox

NetBeans IDE Download... +

https://netbeans.org/downloads/ Buscar

Choose page language ▾

NetBeans NetBeans IDE NetBeans Platform Plugins Docs & Support Community Partners Search

HOME / Download

NetBeans IDE 8.2 Download

8.1 | 8.2 | Development | Archive

Email address (optional): IDE Language: English Platform: Linux (x86/x64)

Subscribe to newsletters: Monthly Weekly Note: Greyed out technologies are not supported for this platform.

NetBeans can contact me at this address

NetBeans IDE Download Bundles

Supported technologies *	Java SE	Java EE	HTML5/JavaScript	PHP	C/C++	All
NetBeans Platform SDK	•	•				•
Java SE	•	•				•
Java FX	•	•				•
Java EE		•				•
Java ME						•
HTML5/JavaScript			•	•		•
PHP			•	•		•
C/C++					•	•
Groovy						•
Java Card™ 3 Connected						—
Bundled servers			•			•
GlassFish Server Open Source Edition 4.1.1						•
Apache Tomcat 8.0.27			•			•

Download Download Download x86 Download x86 Download x86 Download

Download

9.2

CONFIGURACIÓN DE NETBEANS

Para utilizar el *plugin* de Netbeans es necesario indicar el directorio de los ejecutables de Node, NPM, etc.

Menú *Tools* → *Options* → Pestaña *HTML/JS* → Pestaña *Node*

Configuración de Netbeans para su uso con Node.js



Options



General



Editor



Fonts & Colors



Keymap



Java



HTML/JS



PHP



C/C++



Team



Appearance



Miscellaneous



Bower

CSS Preprocessors

Grunt

Gulp

Karma

Mobile Platforms

Node.js

Node Path:

Full path of node file (typically node or nodejs).

[Install Node.js](#)

Sources:

Debugging

[Stop At First Line](#)

[Apply Code Changes on Save \(Live Edit\)](#)

When selected, Save will automatically update your Node.js application.

"Apply Code Changes" action can be used to update manually otherwise.

npm

npm Path:

Full path of npm file (typically npm).

[Ignore 'node_modules' directory from versioning](#)

Express Generator

Express Path:

Full path of express file (typically express).

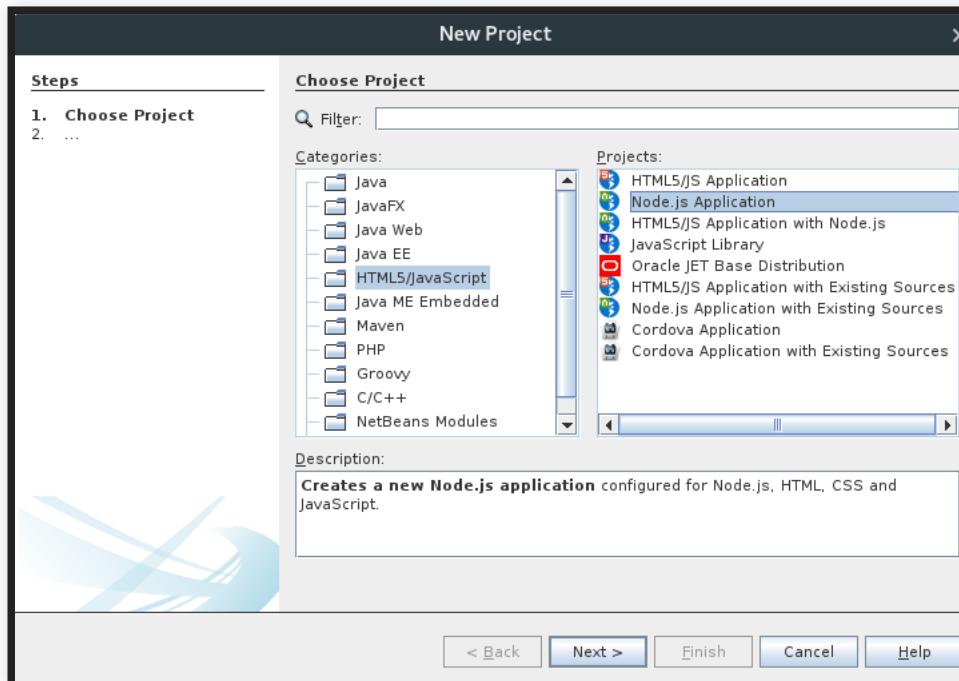
[Install Generator](#)

Express must be selected.

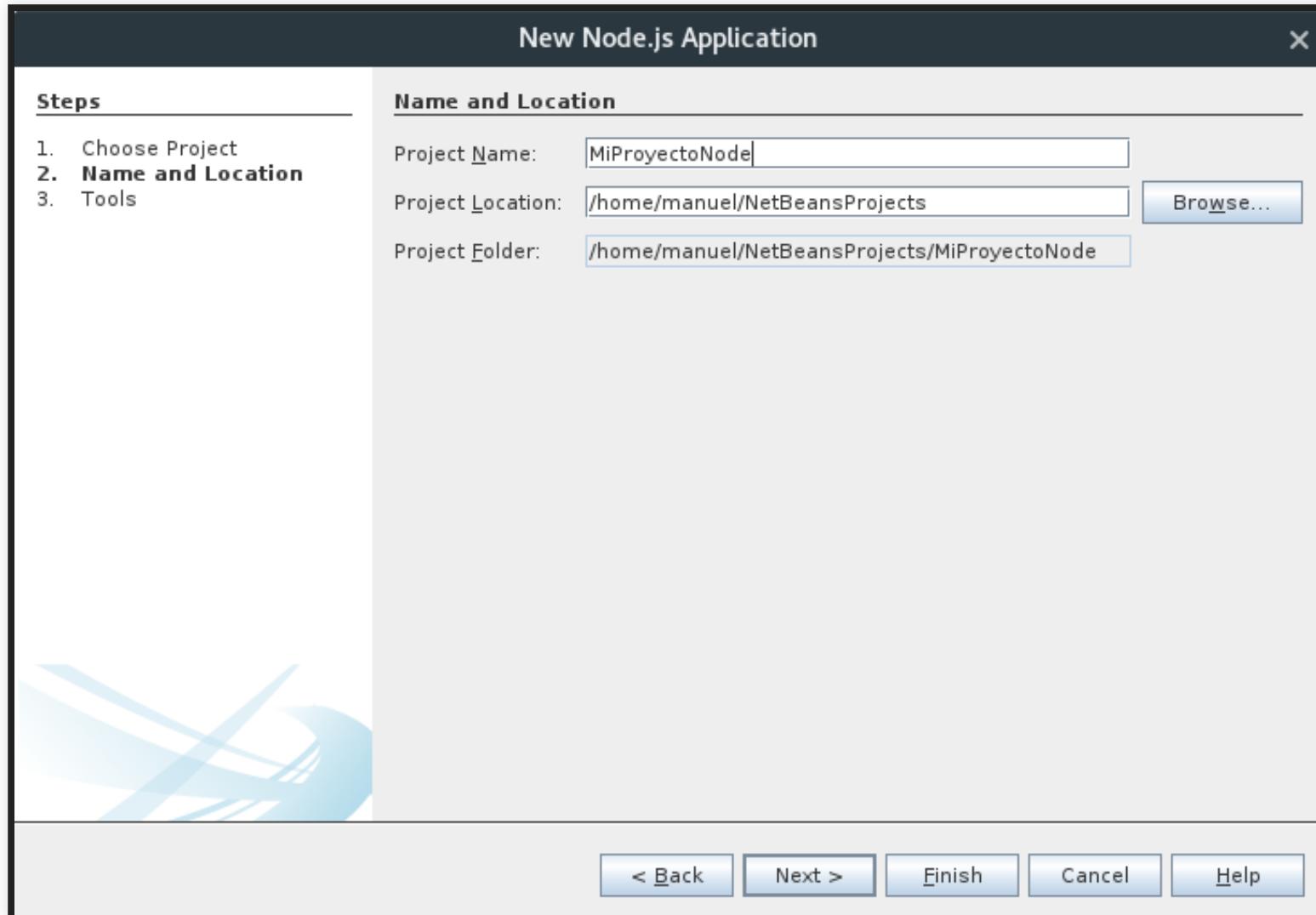
CREAR UN PROYECTO EN NETBEANS

File → New Project...

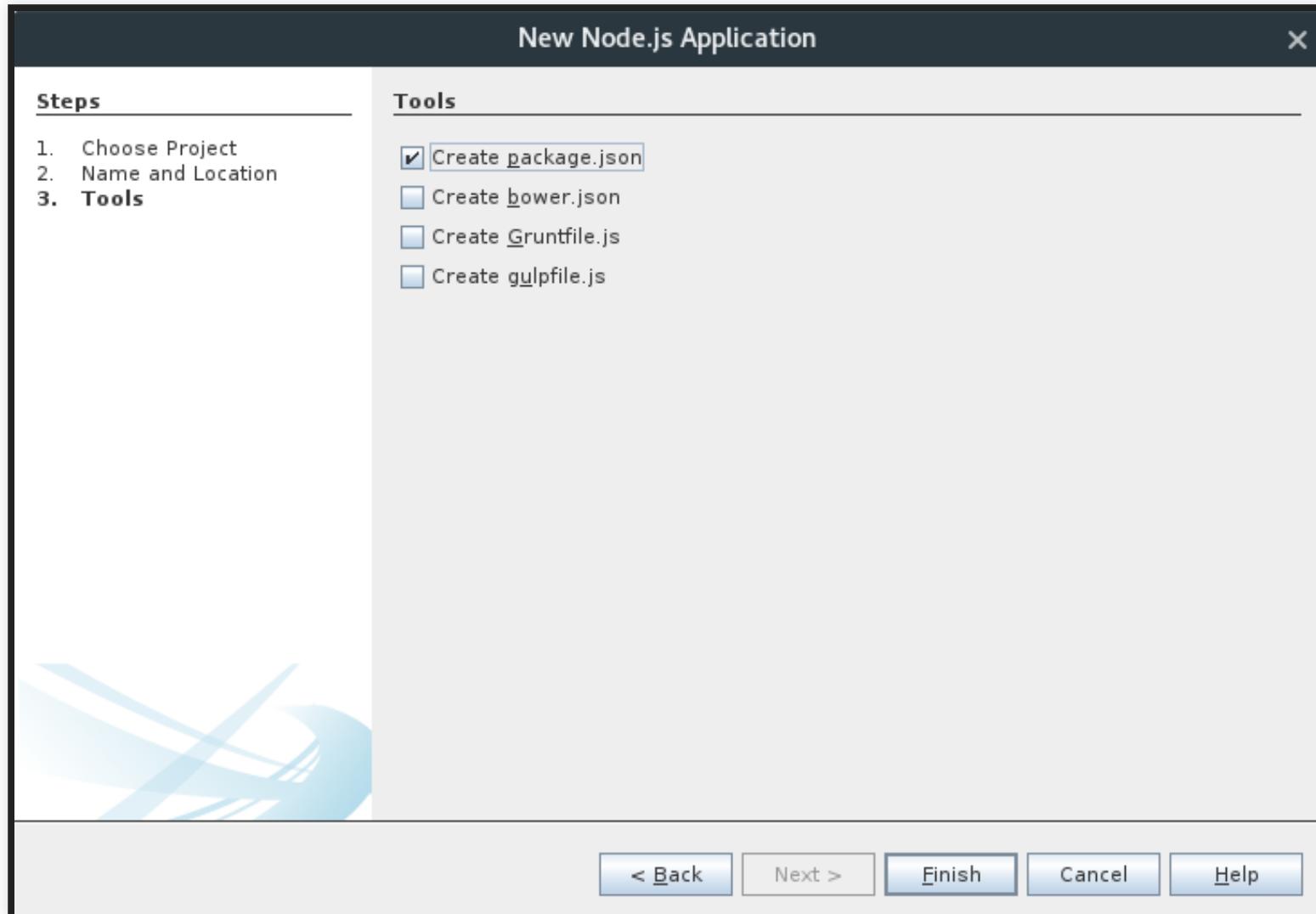
Seleccionar categoría *HTML5/Javascript* y tipo de aplicación
Node.js application.

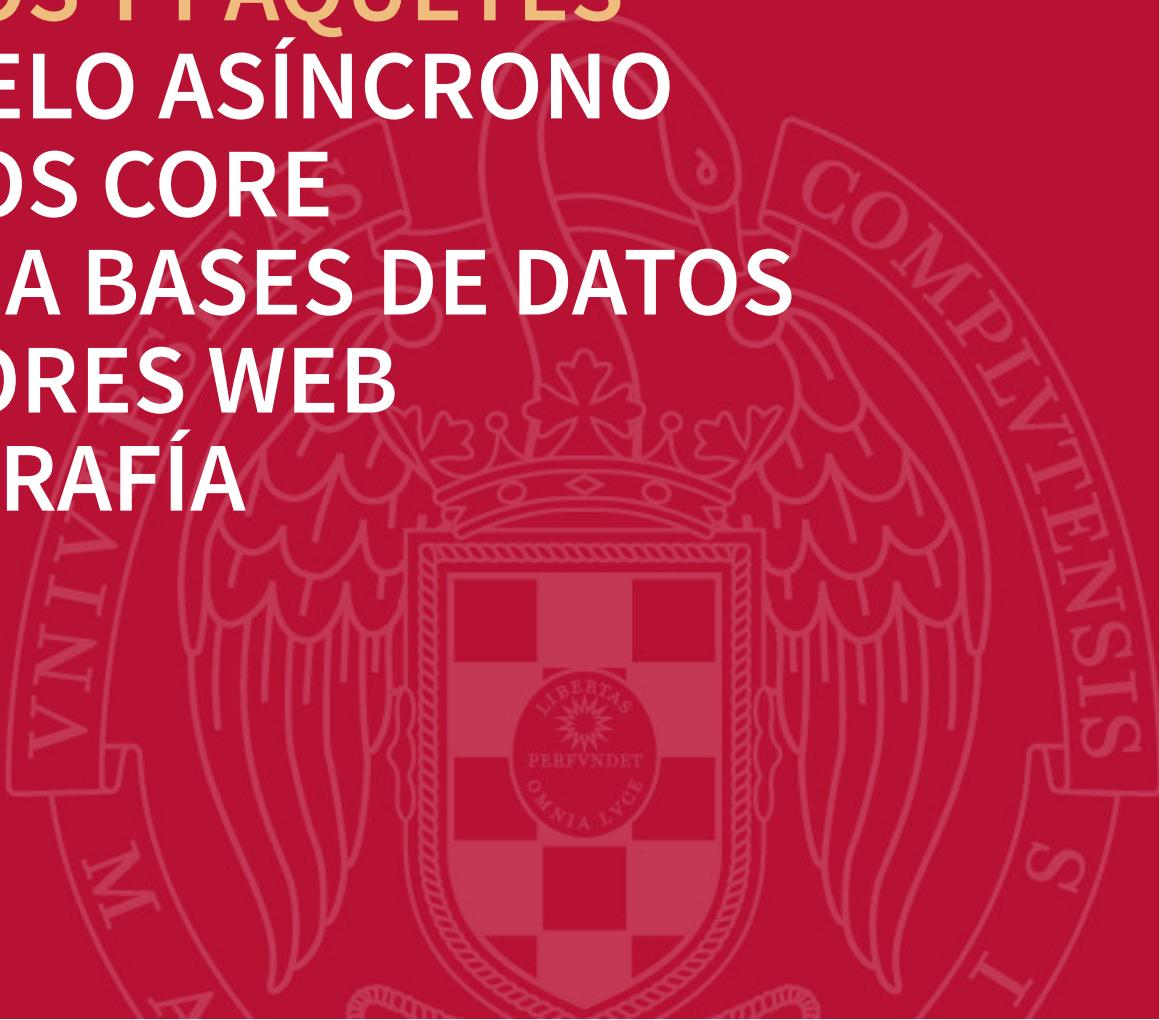


Especificar nombre de proyecto y pulsar Next >



Aceptar opciones por defecto y pulsar *Finish*



- 
1. INTRODUCCIÓN
 2. MÓDULOS Y PAQUETES
 3. EL MODELO ASÍNCRONO
 4. MÓDULOS CORE
 5. ACCESO A BASES DE DATOS
 6. SERVIDORES WEB
 7. BIBLIOGRAFÍA

MÓDULOS EN NODE

Existen tres tipos de módulos:

1. Módulos **fichero**.

Forman parte de un proyecto, pero no están pensados para ser reutilizados como librerías.

2. Módulos **core**.

Vienen incluidos con Node. Proporcionan operaciones básicas (ficheros, servidores web, sistema operativo, etc.).

3. Módulos **paquete**.

Librerías externas, gestionadas por *npm*.

MÓDULO FICHERO CON UNA ÚNICA FUNCIÓN

Se crea un fichero JavaScript con la función a definir y ésta se asigna a la variable `module.exports`:

```
function fibAux(n) {  
    if (n === 0) {  
        return 0;  
    } else if (n === 1) {  
        return 1;  
    } else {  
        return fibAux(n-1) + fibAux(n-2);  
    }  
}  
  
function fib(n) {  
    console.assert(typeof(n) === "number", `${n} is not a number`);  
    return fibAux(n);  
}  
  
module.exports = fib;
```

Suponemos que el código anterior está contenido en un fichero **moduloFib.js**.

Ahora hacemos uso de la función **fib** desde otro fichero:

```
// testModules.js
// -----
const fib = require("./moduloFib.js");
console.log(fib(10));
```

Imprime:

La llamada a `require(modulo)`:

1. Ejecuta el fichero `modulo` pasado como parámetro.
2. Devuelve el objeto asignado a `module.exports` (en este caso, la función `fib`).

El objeto devuelto por `require` se guarda en una variable que no ha de coincidir necesariamente con el nombre de la función exportada.

```
const myFib = require("./moduloFib.js");

console.log(myFib(10));
```

Esto es útil para prevenir conflictos de nombres entre los distintos módulos. Supongamos otro módulo `otroModuloFib.js` que también exporta una función `fib`.

```
const myFib = require("./moduloFib.js");
const otroFib = require("./otroModuloFib.js");

console.log(myFib(10));
console.log(otroFib(10));
```

EXPORTAR MÁS DE UNA FUNCIÓN

Hasta ahora hemos asignado una función a la variable
`module.exports`.

Pero puede asignarse cualquier otro tipo de valor: enteros,
arrays, objetos, etc.

Lo más frecuente es que un módulo quiera exportar varias
funciones. Para ello se exporta un único **objeto** que
contenga todas las funciones a exportar.

Ejemplo: `geometria.js`

```
function areaCuadrado(lado) {
    return lado * lado;
}

function areaCirculo(radio) {
    return Math.PI * radio * radio;
}

function perimetroCuadrado(lado) {
    return 4 * lado;
}

function perimetroCirculo(radio) {
    return 2 * Math.PI * radio;
}

module.exports = {
    areaCuadrado: areaCuadrado,
    areaCirculo: areaCirculo,
    perimetroCuadrado: perimetroCuadrado,
    perimetroCirculo: perimetroCirculo
}
```

```
...
module.exports = {
    areaCuadrado: areaCuadrado,
    areaCirculo: areaCirculo,
    perimetroCuadrado: perimetroCuadrado,
    perimetroCirculo: perimetroCirculo
}
```

El objeto exportado contiene cuatro atributos, cada uno asociado a su función correspondiente.

Los nombres de estos atributos serán los que se utilicen cuando se haga uso de este módulo.

Ejemplo de uso:

```
const geometria = require("./geometria.js");

console.log(geometria.areaCuadrado(10));
console.log(geometria.areaCirculo(10));
```

De nuevo, el nombre de la variable devuelta por el **require** puede ser cualquiera:

```
const g = require("./geometria.js");

console.log(g.areaCuadrado(10));
console.log(g.areaCirculo(10));
```

Aunque por convenio suele utilizarse el nombre del módulo (es decir, **geometria**)

Otra posible forma de definir un módulo: definir directamente las funciones en el objeto asignado a **module.exports**.

```
module.exports = {
    areaCuadrado: function(lado) {
        return lado * lado;
    },
    areaCirculo: function(radio) {
        return Math.PI * radio * radio;
    },
    perimetroCuadrado: function(lado) {
        return 4 * lado;
    },
    perimetroCirculo: function(radio) {
        return 2 * Math.PI * radio;
    }
}
```

Lo que no se exporte dentro de un módulo se considera privado al mismo. Esto nos permite modificar la implementación sin alterar la interfaz.

```
// moduloFib.js
// ----

const PHI = (1 + Math.sqrt(5)) / 2;

// Cambio la función fibAux por esta:
function fibMasEficiente(n) {
    const p1 = Math.pow(PHI, n);
    const p2 = Math.pow(1 - PHI, n);
    return Math.round((p1 - p2) / Math.sqrt(5));
}

function fib(n) {
    console.assert(typeof(n) === "number",
        `fib: ${n} is not a number`);
    return fibMasEficiente(n);
}

module.exports = fib;
```

IMPORTANTE

A la hora de importar un módulo de tipo fichero mediante **require**, es necesario indicar el **path** del fichero que se importa, **aunque se encuentre en el mismo directorio**.

```
// Correcto:  
const geometria = require("./geometria.js");  
  
// Correcto:  
const geometria = require("./aw/librerias/geometria.js");  
  
// Correcto:  
const geometria = require("../geometria.js");  
  
// Incorrecto:  
const geometria = require("geometria.js");
```

No obstante, puede omitirse la extensión **.js**

```
// Correcto:  
const geometria = require("./geometria");
```

```
// Incorrecto:  
const geometria = require("geometria.js");
```

Si no se especifica un *path* Node entiende que se quiere importar un módulo de otro tipo:

- Módulo core.
- Módulo de tipo paquete.

MÓDULOS CORE

Forman parte de la distribución de Node.

También se importan mediante **require**, pero **sin indicar un path relativo**.

```
const os = require("os");
console.log(`Nombre del host: ${os.hostname()}`);
console.log(`Directorio personal: ${os.homedir()}`);

const util = require("util");
const mensaje = util.format("Estamos en el año %d", 2018);
console.log(mensaje);
```

Nombres de módulos core: **os, fs, path, http, util**, etc.

MÓDULOS DE TIPO PAQUETE

Son módulos pensados para ser reutilizados e incorporados a otros proyectos.

Se instalan dentro la propia carpeta del proyecto, en una subcarpeta llamada `node_modules`.

La información de la mayoría de ellos se encuentra en una base de datos pública: *NPM Registry*.

Se importan con `require` y, al igual que los módulos core, no se indica el path relativo.

BÚSQUEDA DE UN MÓDULO DE TIPO PAQUETE

```
const foo = require("foo");
```

Se busca **foo** en los siguientes directorios:

- `node_modules/foo.js`
- `../node_modules/foo.js`
- `../../node_modules/foo.js`
- `../../../../node_modules/foo.js`
- y así sucesivamente, hasta llegar al directorio raíz

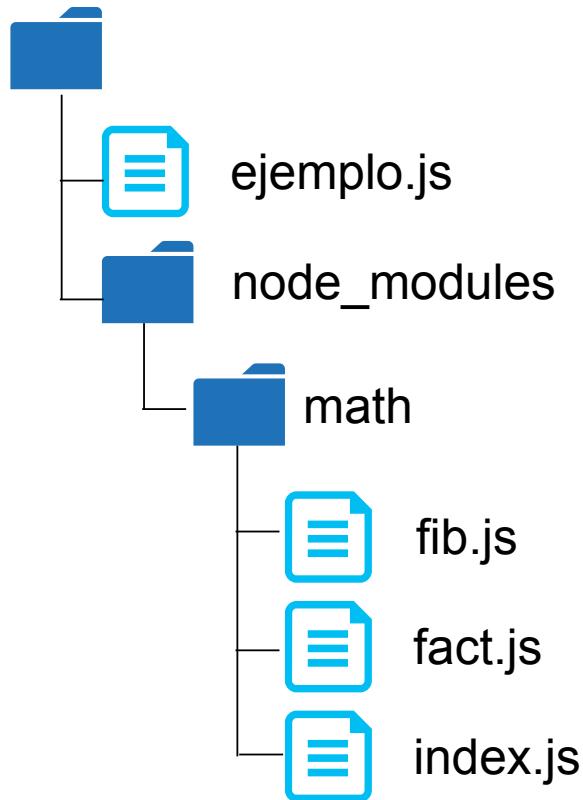
PAQUETES CON VARIOS MÓDULOS

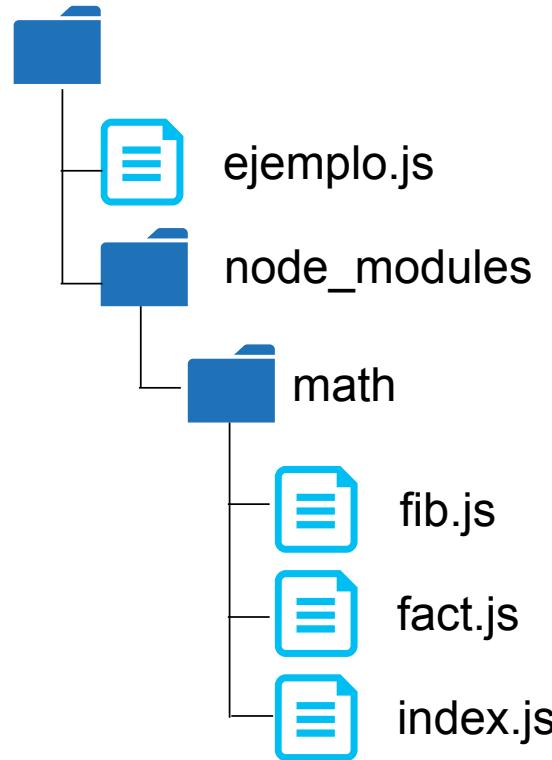
Un paquete puede contener más de un fichero .js

En este caso han de agruparse todos los .js en la misma carpeta, y guardar en esta carpeta un módulo `index.js` que exporte las funciones necesarias de cada uno de los módulos del paquete.

Para importar este paquete mediante `require` se debe indicar el nombre de la carpeta.

Partimos de esta estructura de directorios:



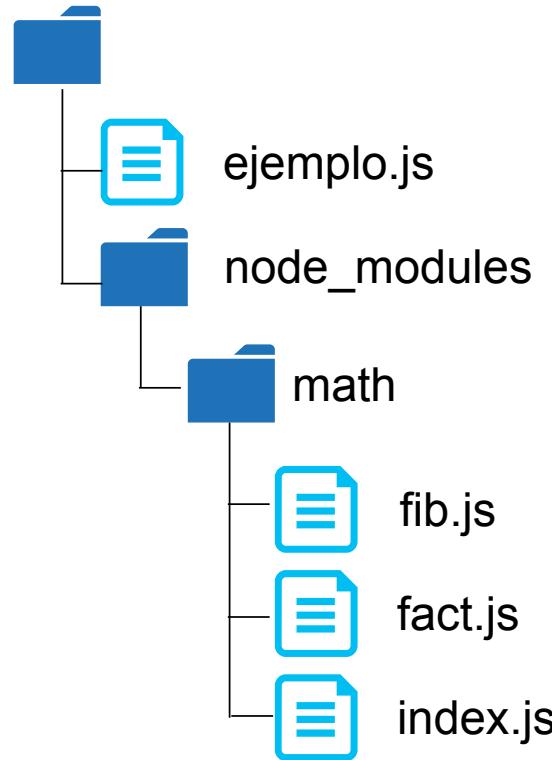


fib.js

```
"use strict";  
  
function fib(n) { ... }  
  
module.exports = fib;
```

fact.js

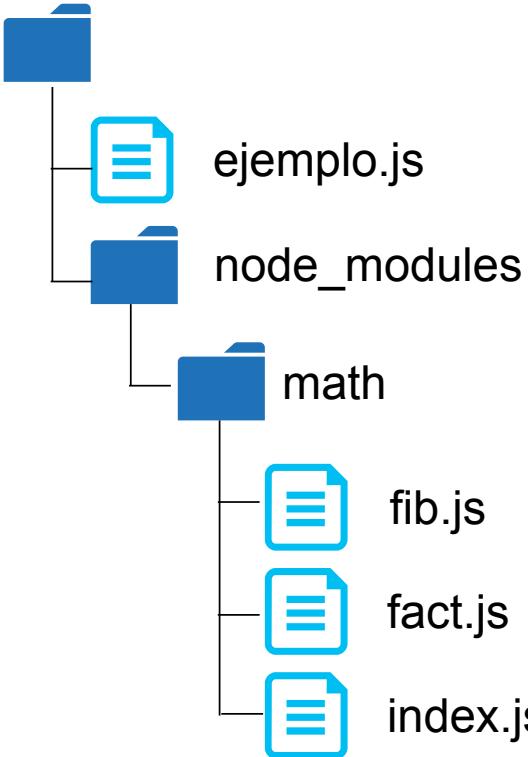
```
"use strict";  
  
function fact(n) { ... }  
  
module.exports = fact;
```



index.js

```
"use strict";  
  
module.exports = {  
    fib: require("./fib"),  
    fact: require("./fact")  
}
```

ejemplo.js



```
"use strict";  
  
const math = require("math");  
  
console.log(`fib(6) = ${math.fib(6)}`);  
console.log(`fact(6) = ${math.fact(6)}`);
```

Resultado:

```
$ node ejemplo.js  
fib(6) = 8  
fact(6) = 720
```

ÁRBOL DE DEPENDENCIAS

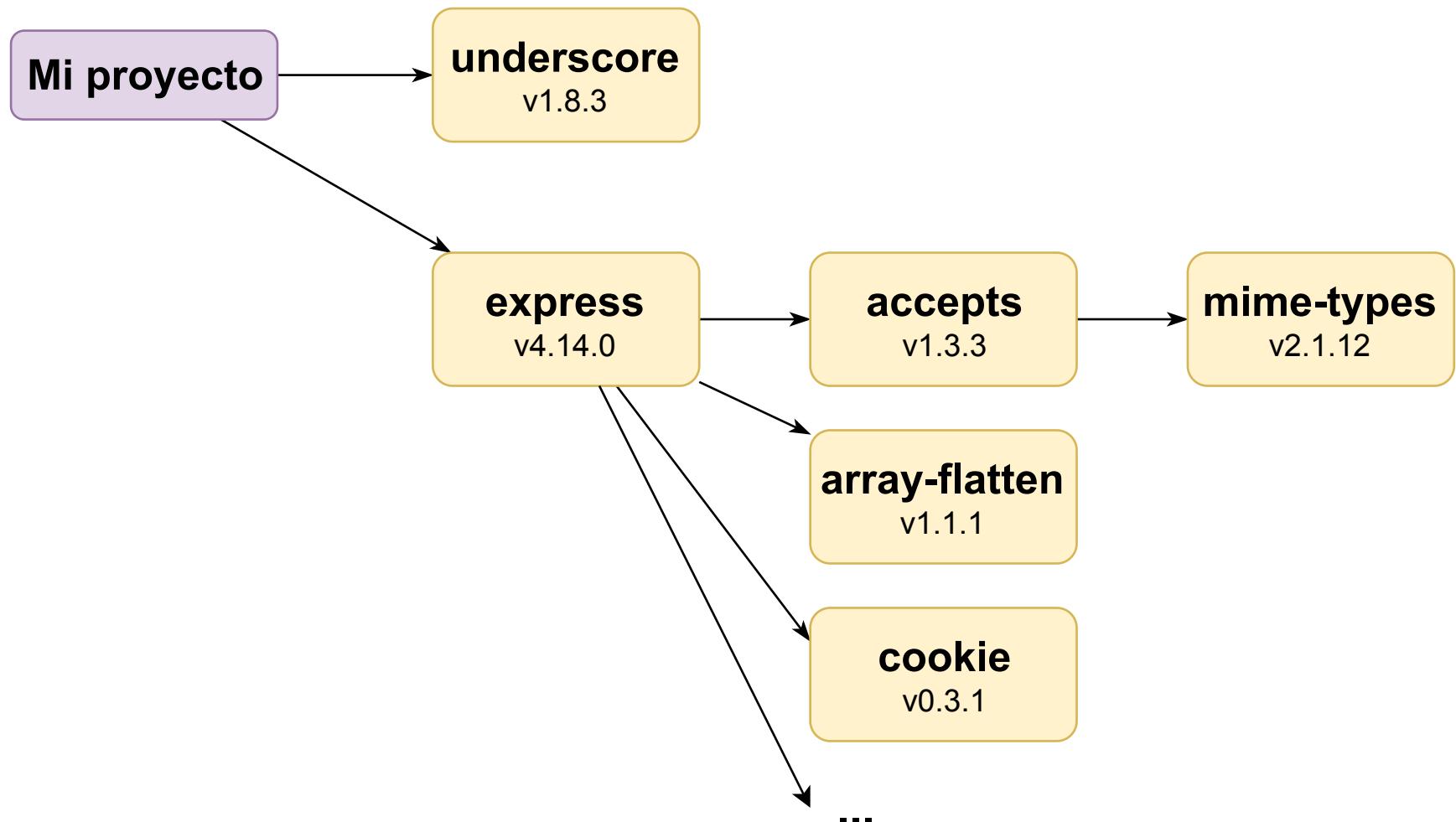
A menudo, la implementación de un proyecto Node requiere la instalación de unos determinados paquetes.

Cada uno de estos últimos pueden requerir la instalación de otros paquetes que, a su vez, requieren de otros paquetes.

Cuando la presencia del paquete X es un requisito para el funcionamiento del paquete Y, decimos que **Y depende de X**.

La relación de dependencia entre paquetes es transitiva, de modo que se tiene un **árbol de dependencias**.

EJEMPLO



X → Y = X depende de Y

INSTALAR DEPENDENCIAS CON npm

La herramienta **npm** permite gestionar las dependencias de un proyecto. De hecho, **npm** fue inicialmente concebido como un instalador de paquetes.

Esta herramienta puede descargar paquetes desde un repositorio, e incorporarlos en nuestro proyecto.

<https://www.npmjs.com/>

Para descargar e instalar un paquete en un proyecto, ejecutar lo siguiente desde el directorio raíz del proyecto:

```
# npm install nombre_paquete
```

Por ejemplo, para incorporar el paquete **underscore** en nuestro proyecto:

```
# npm install underscore
```

Descargará la versión más reciente del paquete y la instalará bajo la carpeta **node_modules** del proyecto (creándola si es necesario).

El comando `npm install` no sólo instala el paquete especificado, sino también sus dependencias.

Por ejemplo al instalar `express`:

```
# npm install express
```

Se instala el paquete `express` y todo su árbol de dependencias bajo la carpeta `node_modules`:

```
node_modules
├── express
├── accepts
├── array-flatten
├── content-disposition
├── content-type
└── cookie
...
...
```

INCLUIR DEPENDENCIAS EN package.json

Podemos (y es recomendable) especificar las dependencias de un proyecto en su fichero `package.json` mediante la propiedad `dependencies`:

```
{  
  "name": "mi_proyecto",  
  "version": "1.0.0",  
  "description": "Prueba de uso de paquetes",  
  "main": "main.js",  
  "scripts": {  
    "test": "echo \\\"Error: no test specified\\\" && exit 1"  
  },  
  "author": "Manuel Montenegro",  
  "license": "ISC",  
  "dependencies": {  
    "underscore": "^1.8.3",  
    "express": "^4.14.0"  
  },  
  "private": true  
}
```

Por defecto, `npm` no modifica el fichero `package.json` tras añadir un paquete a nuestro proyecto.

No obstante, al instalar un paquete podemos indicar a `npm` que añada la dependencia correspondiente a `package.json`. Esto se hace mediante la opción `--save`.

```
# npm install underscore --save  
# npm install express --save
```

INSTALACIÓN GLOBAL DE PAQUETES

A veces un paquete incorpora ficheros ejecutables diseñados para su uso en cualquier proyecto del sistema (**mocha**, **nodemon**, **grunt**, **jshint**, etc.)

Para poder ser invocados desde cualquier proyecto, estos ejecutables han de instalarse de manera global.

La instalación de un paquete de forma global puede requerir **permisos de administrador** en el sistema.

Para instalar un paquete de manera global se ha de especificar la opción **-g** a **npm**.

Por ejemplo:

```
# npm install -g jshint
```

Además del paquete correspondiente, instalará el ejecutable **jshint** en la carpeta **#{prefix}/bin**.

DISTRIBUCIÓN DE UN PROYECTO

Cuando se quiere distribuir un proyecto o publicar en un repositorio (p.ej. *GitHub*), **no es necesario** incluir el directorio `node_modules` con las dependencias.

Basta con indicar las dependencias en el `package.json`, y distribuir este último junto con el proyecto.

Mediante el comando:

```
# npm install
```

se reconstruirá la carpeta `node_modules` a partir de la información contenida en `package.json`, descargando los paquetes que sean necesarios.

OTRAS OPCIONES DE npm

- `npm ls`
Muestra el árbol de dependencias del proyecto actual.
- `npm search term`
Busca los paquetes del repositorio *node* cuyo nombre contenga *term*.
- `npm update nombre_paquete`
Actualiza un paquete a la última versión disponible.
- `npm dedupe`
Reorganiza la carpeta `node_modules` para evitar duplicidades.
- `npm publish`
Sube los datos del proyecto actual en el *NPM Registry*.

EJEMPLO: LISTAR ÁRBOL DE DEPENDENCIAS

```
# npm ls
mimodulo@1.0.0
└── express@4.14.0
    ├── accepts@1.3.3
    │   ├── mime-types@2.1.12
    │   │   └── mime-db@1.24.0
    │   └── negotiator@0.6.1
    ├── array-flatten@1.1.1
    ├── content-disposition@0.5.1
    ├── content-type@1.0.2
    ├── cookie@0.3.1
    ├── cookie-signature@1.0.6
    ├── debug@2.2.0
    │   └── ms@0.7.1
    ├── depd@1.1.0
    ├── encodeurl@1.0.1
    └── escape-html@1.0.3
...
└── underscore@1.8.3
```

1. INTRODUCCIÓN
2. MÓDULOS Y PAQUETES
3. EL MODELO ASÍNCRONO
4. MÓDULOS CORE
5. ACCESO A BASES DE DATOS
6. SERVIDORES WEB
7. BIBLIOGRAFÍA

MODELO ASÍNCRONO

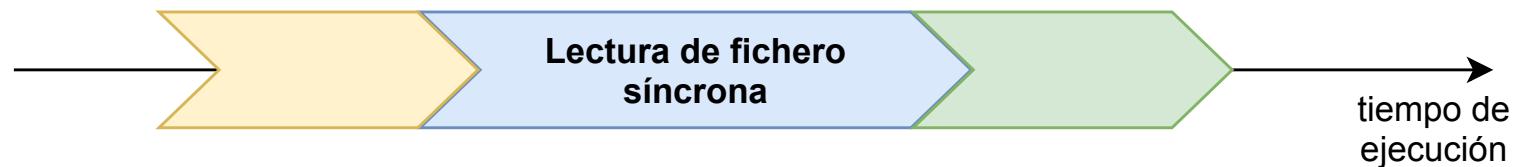
Node utiliza un modelo de entradas y salidas **asíncronas** con el fin de permitir el desarrollo de aplicaciones altamente concurrentes.

Este modelo resulta muy útil en un contexto de aplicaciones web, donde un servidor web ha de procesar miles de peticiones por segundo.

MODELOS SÍNCRONO VS ASÍNCRONO

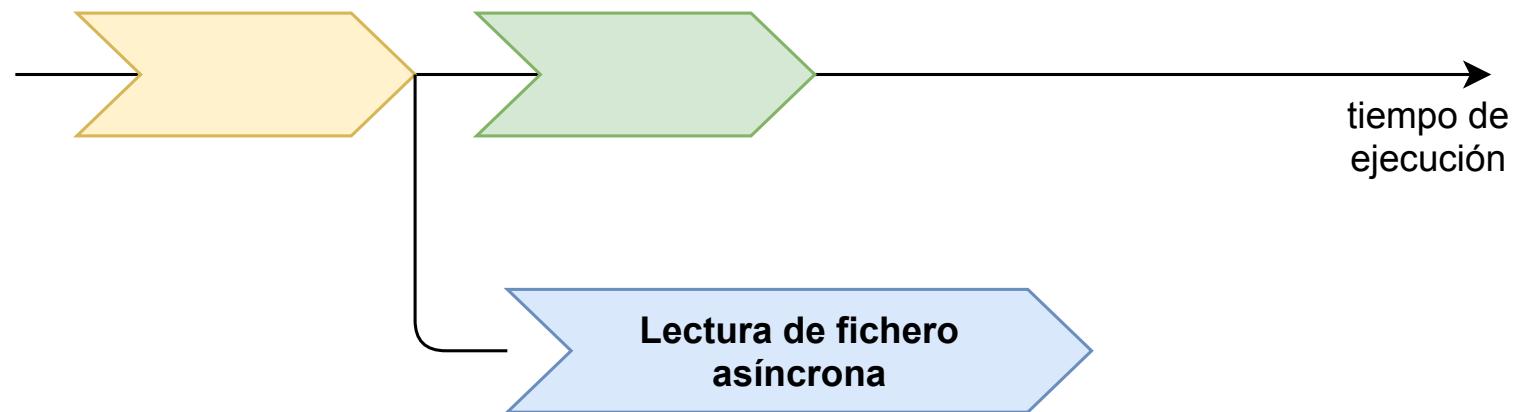
Cuando ejecutamos una operación **síncrona**, la ejecución del programa **se detiene** hasta que dicha operación haya terminado.

Ej: Lectura de fichero síncrona



Cuando ejecutamos una operación **asíncrona**, la ejecución del programa **continúa**, mientras la operación se realiza de manera «**concurrente**».

Ej: Lectura de fichero asíncrona



UN EJEMPLO: LECTURA DE FICHERO

El módulo core `fs` proporciona operaciones para manejar ficheros. Dentro de este módulo hay dos funciones para leer el contenido de un fichero:

- `readFileSync(fichero, opcs)`
Lectura síncrona.
- `readFile(fichero, opcs, callback)`
Lectura asíncrona.

LECTURA SÍNCRONA

```
"use strict";

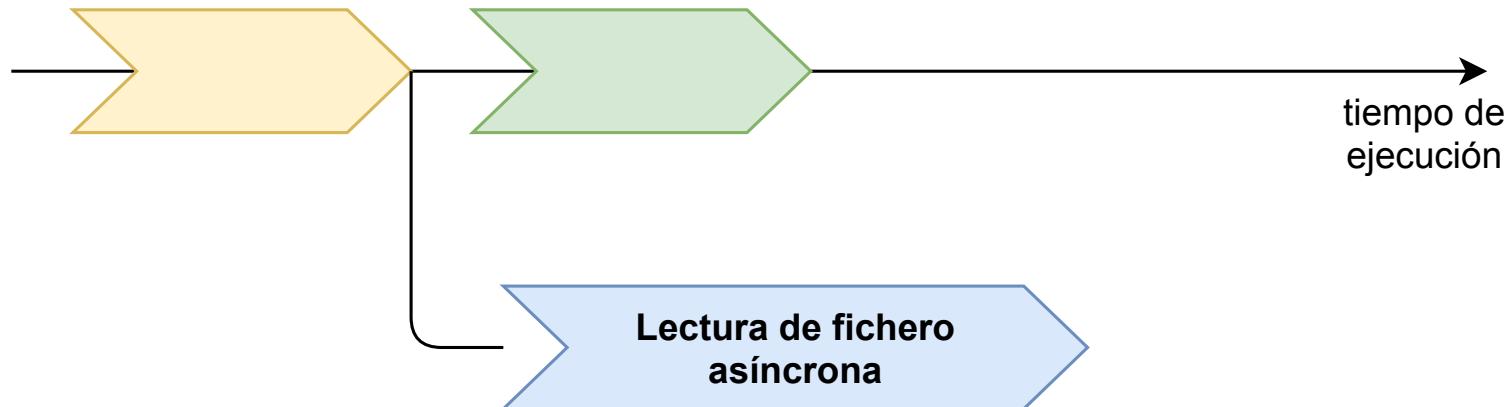
const fs = require("fs");

try {
    const contenido = fs.readFileSync("FichTexto.txt",
                                    { encoding: "utf-8" });
    console.log("Fichero leído correctamente:");
    console.log(contenido);
} catch (err) {
    console.log("Se ha producido un error:");
    console.log(err.message);
}
```

Las operaciones síncronas:

- **Bloquean** la ejecución del programa mientras se realizan.
- **Devuelven** el resultado de la operación.
- En caso de error, lanzan **excepciones**.

LECTURA ASÍNCRONA



Si la operación de lectura asíncrona se realiza de manera ajena al hilo de ejecución principal del programa, ¿cómo sabemos cuándo ha finalizado?

Mediante el uso de funciones **callback**.

FUNCIONES CALLBACK

Una función **callback** es una función definida por el programador, pero que no está pensada para ser llamada directamente por este, sino por otro componente del sistema.

readFile Y SU FUNCIÓN CALLBACK

La función asíncrona `readFile` (módulo `fs`), además de recibir el nombre del fichero y las opciones de lectura, recibe un tercer parámetro, que es una función.

Esta función es definida por el programador, pero será llamada por `readFile` cuando la lectura del fichero haya finalizado.

Es, por tanto, una función callback.

A su vez, la función callback recibe dos parámetros:

- Un objeto de la clase `Error`, en el caso en que la lectura haya fallado.

Si no ha fallado, toma el valor `null`.

- El contenido del fichero leído, en el caso en que se haya leído correctamente.

Si ha fallado, toma el valor `undefined`.

```
"use strict";

const fs = require("fs");

fs.readFile("FichTexto.txt", { encoding:"utf-8" }, ficheroLeido);

// Función callback
function ficheroLeido(err, contenido) {
    if (err) {
        console.log("Se ha producido un error:");
        console.log(err.message);
    } else {
        console.log("Fichero leído correctamente:");
        console.log(contenido);
    }
}
```

Tras la lectura, `readFile` llamará a la función `ficheroLeido`.

Las funciones callback pueden definirse directamente como funciones anónimas.

```
"use strict";

const fs = require("fs");

fs.readFile("FichTexto.txt",
            { encoding: "utf-8" },
            function(err, contenido) {
                if (err) {
                    console.log("Se ha producido un error:");
                    console.log(err.message);
                } else {
                    console.log("Fichero leído correctamente:");
                    console.log(contenido);
                }
            }
);
```

Las operaciones asíncronas:

- **No bloquean** la ejecución del programa.

Porque se ejecutan de manera concurrente.

- **No devuelven** ningún valor.

El resultado de la lectura se pasa como parámetro a la función *callback*.

- **No lanzan excepciones.**

En caso de error, es la función *callback* quien recibe la excepción como primer parámetro.

EL MODELO DE PROCESO DE NODE.JS

- Se ejecuta el hilo principal del programa insertándose las callbacks en una cola.
- Cuando se termina el trabajo asociado a una callback, ésta se saca de la cola y se ejecuta.

UN ERROR FRECUENTE

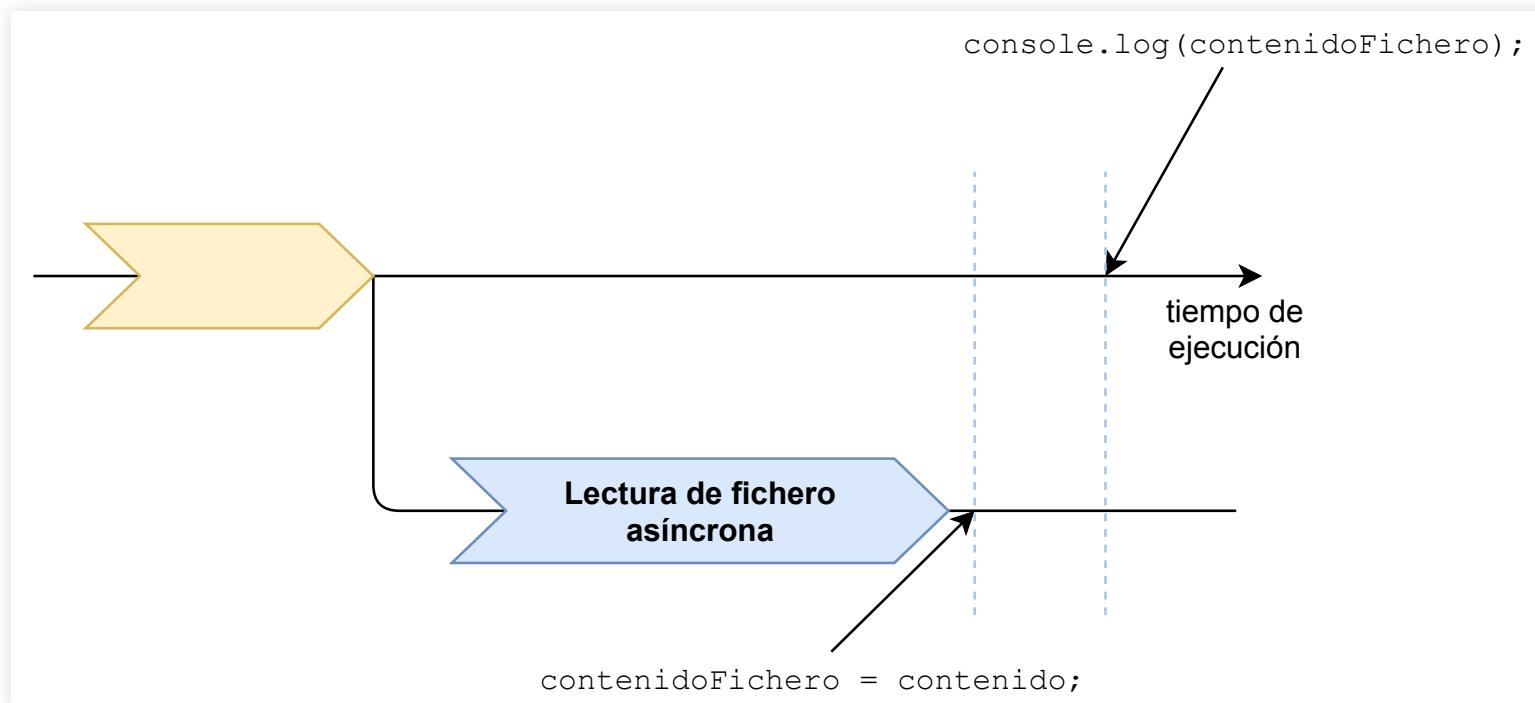
¡Cuidado con el siguiente código!

```
"use strict";

const fs = require("fs");
let contenidoFichero;

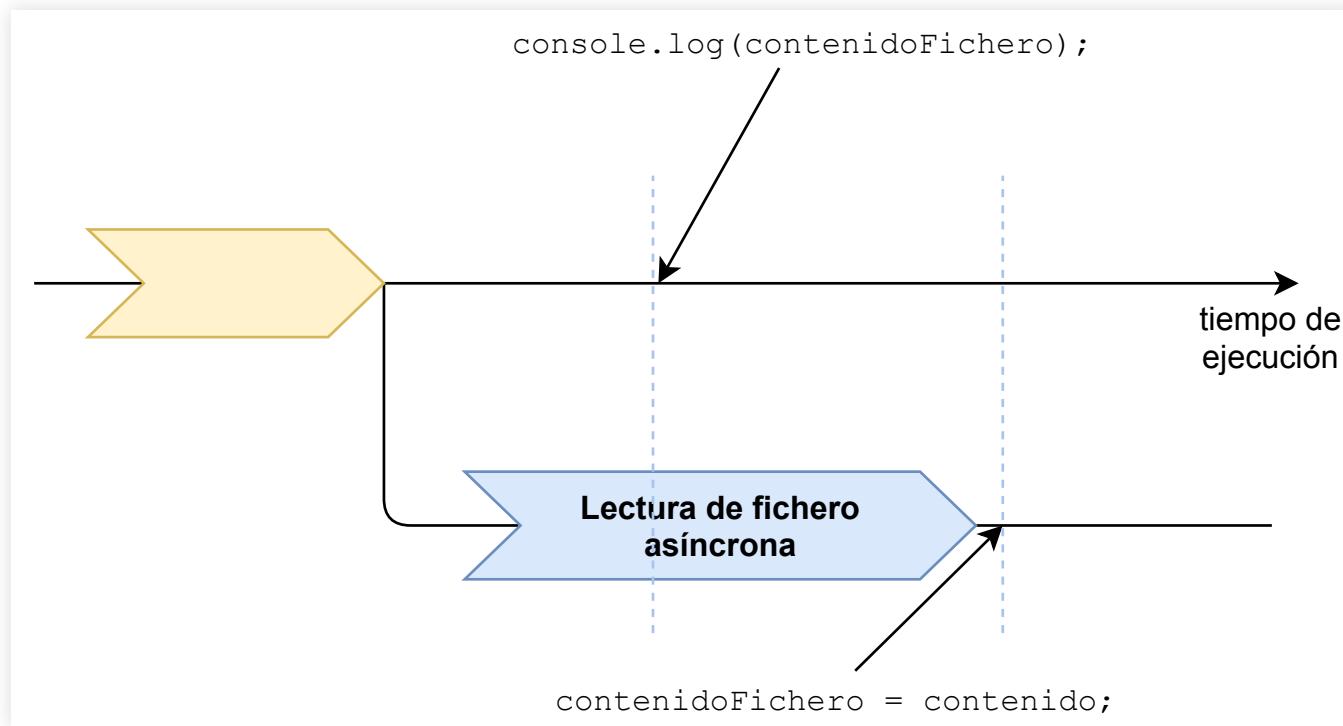
fs.readFile("FichTexto.txt",
    { encoding: "utf-8" },
    function(err, contenido) {
        if (!err) {
            // Asignamos el contenido a la variable
            // externa
            contenidoFichero = contenido;
        }
    });
console.log(contenidoFichero); // ¿Qué se imprime aquí?
```

En el mejor de los casos, la llamada a `console.log` se ejecutaría después de que la lectura haya finalizado.



Pero esto no ocurre así nunca.

`console.log` se ejecuta antes de que la lectura termine:



En este caso se imprime `undefined`, ya que `contenidoFichero` no ha sido inicializada en el momento de ejecutar `console.log`.

MORALEJA

Si un fragmento del programa depende del resultado de una llamada asíncrona, no debe ir tras dicha llamada:

```
fs.readFile("fich.txt", function(err, contenido) {  
    ...  
});  
// hacer algo con el contenido
```

Debe ir dentro de la función callback:

```
fs.readFile("fich.txt", function(err, contenido) {  
    // hacer algo con el contenido  
    ...  
});
```

1. INTRODUCCIÓN
2. MÓDULOS Y PAQUETES
3. EL MODELO ASÍNCRONO
4. MÓDULOS CORE
5. ACCESO A BASES DE DATOS
6. SERVIDORES WEB
7. BIBLIOGRAFÍA

MÓDULOS CORE path Y fs

- Variables y funciones predefinidas
- Nombres de ficheros: módulo `path`
- Manejo de ficheros: módulo `fs`

VARIABLES PREDEFINIDAS

Las siguientes variables son accesibles desde cualquier módulo o script, pero no desde la *shell* de Node:

- `_filename`: Fichero .js que se está ejecutando (incl. directorio).
- `_dirname`: Directorio en el que se encuentra el fichero que se está ejecutando.

```
// globals.js
// -------

console.log(__dirname);
    // → /home/manuel/AW/core-modules/

console.log(__filename);
    // → /home/manuel/AW/core-modules/globals.js
```

MÓDULO path

Contiene funciones de utilidad para trabajar con nombres de ficheros de manera independiente del SO.

Funciones más importantes:

- `path.parse(filename)`

Obtiene las distintas componentes de `filename` (path, fichero, extensión, etc).

- `path.join(dir1, dir2, ...)` Concatena varios directorios utilizando el separador del sistema operativo:
/ en sistemas UNIX (Linux), \ en Windows.

```
const path = require("path");

const infoFichero = path.parse(__filename);

console.log(infoFichero);
// → { root: 'H:\\\\',
//   dir: 'H:\\UCM\\FDI\\AW\\2018-2019\\node.js\\ejercicios\\pruebas',
//   base: 'ej1.js',
//   ext: '.js',
//   name: 'ej1' }

const nuevoFichero = path.join(infoFichero.dir, "nuevo",
                                infoFichero.base);
console.log(nuevoFichero);
// → H:\\UCM\\FDI\\AW\\2018-2019\\node.js\\ejercicios\\pruebas\\nuevo\\ej1.js
```

Más información:

<https://nodejs.org/docs/latest-v8.x/api/path.html>

MÓDULO fs

Contiene funciones relativas al sistema de ficheros.

- **readFile(fichero, options, callback)**

Lectura asíncrona de un fichero.

La función callback recibe como primer parámetro un objeto **Error** (si se produce error) y como segundo parámetro el contenido del fichero.

- **writeFile(fichero, datos, options, callback)**

Escritura asíncrona de un fichero.

La función callback recibe como primer parámetro un objeto **Error** (si se produce error).

Ejemplo del modelo de procesamiento de node.js

```
"use strict";

let fs=require('fs');

for (let i=1; i<10; i++) {
    let fichero = "f" + i + ".txt";
    console.log("Solicitada la escritura del fichero " + fichero);
    fs.writeFile(fichero,fichero,function(err) {
        if (!err) {
            console.log("Terminada la escritura del fichero" + fichero)
        }
    })
}
```

Ejemplo de encadenamiento de funciones asíncronas para "sincronizarlas" (o serializarlas).

```
"use strict";
const fs = require("fs");

const texto = "Actualmente el registro de npm tiene 800.000 paquetes.

fs.writeFile("npm.txt", texto, {encoding: "utf-8"} ,
  function(err) {
    if (err) {
      console.log("Error al escribir el fichero.");
    } else {
      console.log("Fichero escrito correctamente.");
      fs.readFile("npm.txt", {encoding: "utf-8"} ,
        function(err, contenido) {
          if (!err) {
            console.log(contenido);
          }
        });
    }
  });
});
```

Si no se indica la opción **encoding**, estas funciones trabajan con objetos de tipo **Buffer**, en lugar de cadenas. Un buffer representa una secuencia de bytes.

Esto sirve para trabajar con ficheros binarios.

```
const fs = require("fs");

fs.readFile("thymeleaf.pdf", function(err, buffer) {
    // Obtenemos los cuatro primeros bytes
    const mark = buffer.slice(0, 4);

    // Y los imprimimos con la codificación ASCII
    console.log(mark.toString("ascii"));
});
```

OTRAS FUNCIONES DE fs

- Leer y escribir de manera segmentada: `open`, `close`, `read`, `write`.
- Manejo del sistema de ficheros: `mkdir`, `fstat`, `rename`, `unlink`, etc.

Todas estas funciones son **asíncronas**.

Más información:

<https://nodejs.org/docs/latest-v8.x/api/fs.html>

VARIANTES SÍNCRONAS

Son bloqueantes y (posiblemente) devuelven un resultado, en lugar de utilizar funciones callback.

- `readFileSync`, `writeFileSync`
- `openSync`, `closeSync`, `readSync`, `writeSync`.
- `mkdirSync`, `fstatSync`, `renameSync`, etc.

No se utilizarán en esta asignatura.

- 
1. INTRODUCCIÓN
 2. MÓDULOS Y PAQUETES
 3. EL MODELO ASÍNCRONO
 4. MÓDULOS CORE
 5. ACCESO A BASES DE DATOS
 6. SERVIDORES WEB
 7. BIBLIOGRAFÍA

ACCESO A BASES DE DATOS

Paquetes para conexión a un SGBD:

- Bases de datos **relacionales**:
 - `mysql`: MySQL, MariaDB. Este tema
 - `node-oracledb`: Oracle.
 - `sequelize`: ORM para MySQL.
- Bases de datos **documentales**:
 - `mongodb`: MongoDB (JSON)
 - `mongoose`: ODM para MongoDB
 - `node-exist`: eXist-db (XML)
 - `basex`: BaseX (XML)

BASE DE DATOS DE EJEMPLO

Agenda de contactos

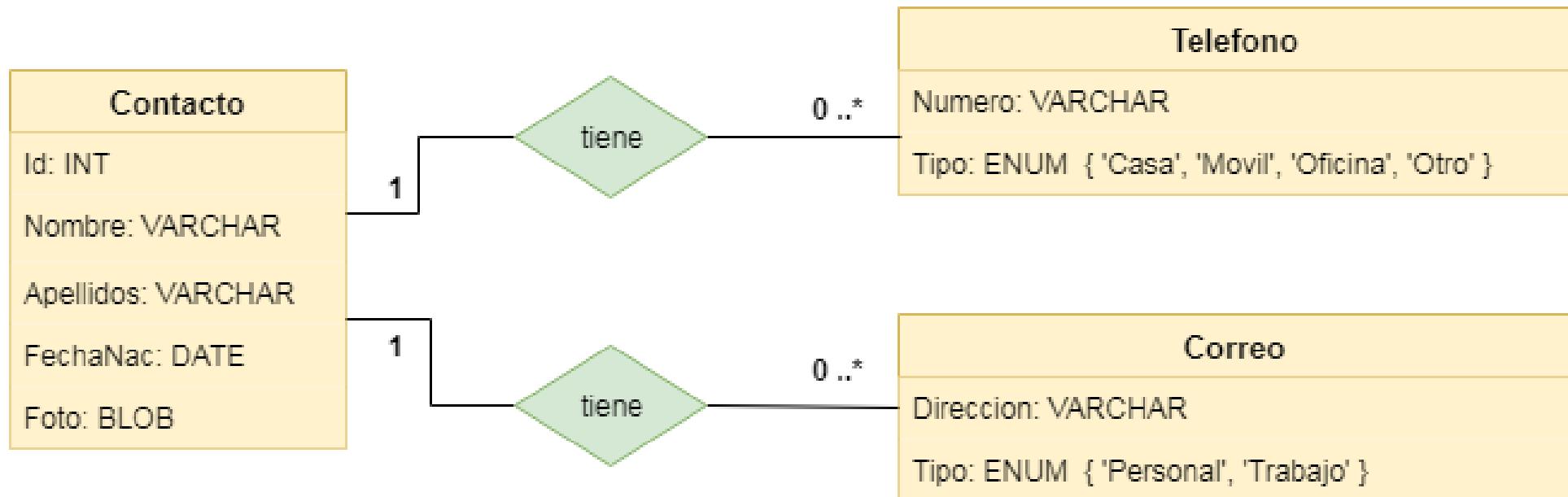


Tabla Contactos

Id	Nombre	Apellidos	FechaNac	Foto
1	Javier	Fernández Montoro	1980-03-21	NULL
2	Estela	Hernández de la Fuente	1979-03-15	[BLOB - 11.7 KiB]
3	Gloria	Ruiz Sánchez	1983-10-01	[BLOB - 10.4 KiB]
4	Fermín	Córdoba Moreno	NULL	NULL

Tabla Telefonos

Id	Numero	Tipo
1	606320123	Móvil
2	680200100	Móvil
1	916140583	Casa
4	916151032	Oficina

Tabla Correos

Id	Correo	Tipo
1	androx80@hotmail.com	Personal
3	gloria.martinez@atm.es	Trabajo
1	javier.fernandez@gmail.com	Trabajo
1	jfm@telefonica.es	Trabajo
2	wall_es@yahoo.es	Personal

PAQUETE mysql

Instalación mediante `npm`

```
npm install mysql --save
```

PASOS PARA ACCEDER A UNA BASE DE DATOS

1. Crear e inicializar un objeto `Connection`.
2. Realizar la conexión.
3. Hacer la operación (consulta o modificación).
4. Cerrar la conexión.

Salvo la primera, todas las operaciones son **asíncronas**.

INICIALIZAR UNA CONEXIÓN

En el paquete `mysql` existe la función `createConnection()` para crear e inicializar la conexión (paso 1).

Para los pasos 2, 3 y 4 existen los métodos `connect()`, `query()` y `end()`.

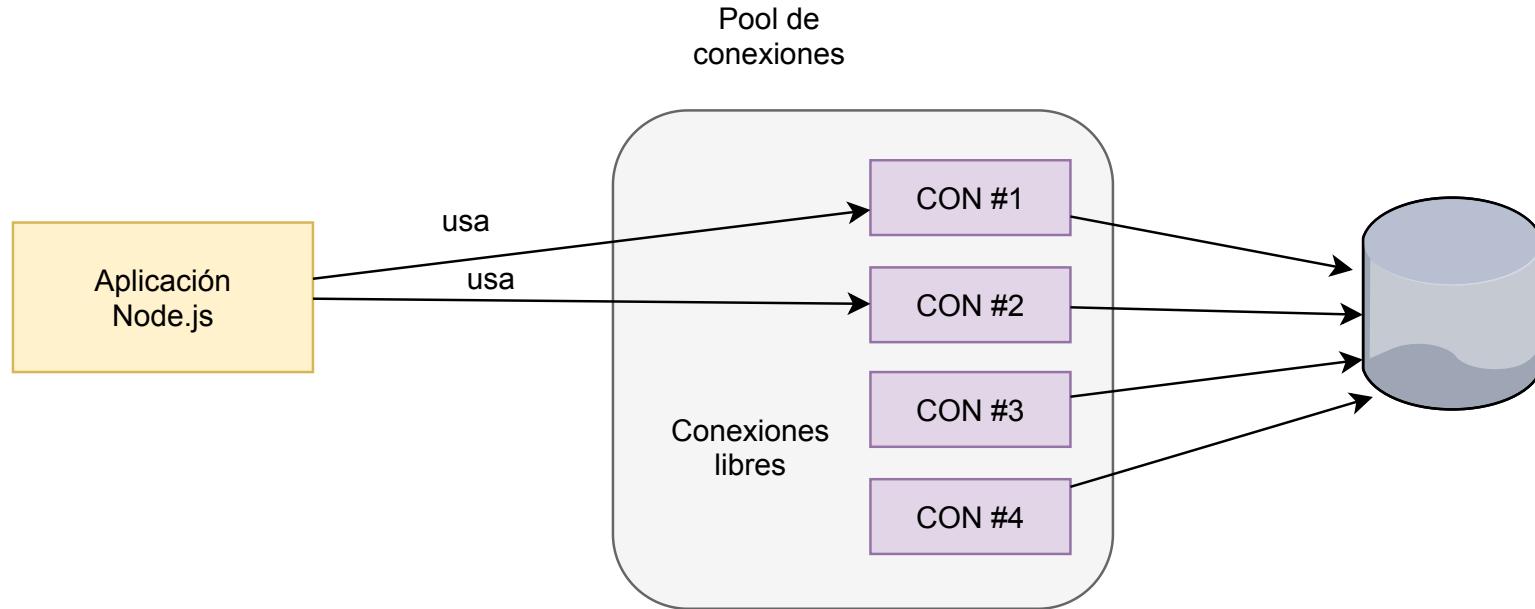
Pero nosotros no vamos a abrir y cerrar conexiones de manera individual.

En teoría, una aplicación web debería abrir y cerrar una conexión cada vez que atienda una petición que requiera acceso a la BD, pero la creación de conexiones es un proceso relativamente **costoso**.

POOL DE CONEXIONES

Un **pool de conexiones** es un contenedor de conexiones permanentemente abiertas a una determinada BD

Con un pool conseguimos que las conexiones se reutilicen en sucesivas consultas a la BD, sin necesidad de crear conexiones nuevas continuamente.



Cuando se quiere realizar una consulta a la BD, se adquiere una conexión libre del *pool* de conexiones.

Cuando se ha terminado de trabajar con la conexión, se devuelve al *pool*, en lugar de cerrarla.

El paquete `mysql` permite la creación de pools con el método **síncrono `createPool()`** que devuelve un objeto de la clase `Pool`.

```
const mysql = require("mysql");

const pool = mysql.createPool({
    host: "localhost",
    user: "root",
    password: "",
    database: "miBD"
});
//...
```

Los objetos `Pool` permiten obtener conexiones mediante el método **asíncrono `getConnection()`**.

OBTENER UNA CONEXIÓN DEL POOL

Método `getConnection(callback)`

```
pool.getConnection(function(err, connection) {  
  if (err) {  
    console.log(`Error al obtener la conexión: ${err.message}`);  
  } else {  
    // ... realizar consulta ...  
  }  
});
```

- El segundo parámetro de la callback es un objeto **Connection**.
- Con el objeto **Connection** se puede ejecutar consultas y modificaciones mediante SQL.

EJECUTAR CONSULTAS

Método `query(consulta, callback)`

La función callback recibe, además del objeto error, el resultado de la consulta.

```
connection.query(  
    "SELECT Nombre, Apellidos FROM Contactos",  
    function(err, filas) {  
        if (err) {  
            console.log('Error en la consulta a la base de datos');  
        }  
        else {  
            // Acceso a las filas resultado de la consulta  
        }  
    }  
) ;
```

El resultado de una consulta es un array de objetos.

Cada objeto representa una fila. Los atributos de cada objeto son los nombres de las columnas devueltas por **SELECT**. Los valores asociados a cada atributo dependen del tipo de la columna correspondiente:

Tipo Node	Tipo SQL
number	INT, SMALLINT, FLOAT, DOUBLE, ...
string	CHAR, VARCHAR, TEXT, ENUM, ...
Date	TIMESTAMP, DATE, DATETIME
Buffer	BLOB, BINARY, DATETIME, ...

```
connection.query(  
    "SELECT Nombre, Apellidos FROM Contactos",  
    function(err, filas) {  
        if (err) {  
            console.log('Error en la consulta a la base de datos');  
        }  
        else {  
            // Acceso a las filas resultado de la consulta  
            filas.forEach(function(fila) {  
                console.log(` ${fila.Nombre} ${fila.Apellidos}`);  
            });  
        }  
    }  
) ;
```

Javier Fernández Montoro
Estela Hernández de la Fuente
Gloria Ruiz Sánchez
Fermín Córdoba Moreno

El pool contiene un número limitado de conexiones.

Por tanto, conviene devolver la conexión al pool, mediante el método `release()`, una vez obtenidos los resultados de la consulta.

```
connection.query(  
    "SELECT Nombre, Apellidos FROM Contactos",  
    function(err, filas) {  
        conexion.release();  
        if (err) {  
            console.log('Error en la consulta a la base de datos');  
        }  
        else {  
            // Acceso a las filas resultado de la consulta  
            filas.forEach(function(fila) {  
                console.log(` ${fila.Nombre} ${fila.Apellidos}`);  
            });  
        }  
    }  
);
```

```
const mysql = require("mysql");
const pool = mysql.createPool({ host: "localhost",
                                user: "root",
                                password: "",
                                database: "miBD" });
pool.getConnection(function(err, connection) {
    if (err) {
        console.log(`Error al obtener la conexión: ${err.message}`);
    }
    else {
        connection.query(
            "SELECT Nombre, Apellidos FROM Contactos",
            function(err, filas) {
                connection.release();
                if (err) {
                    console.log('Error al realizar la consulta');
                }
                else {
                    filas.forEach(function(fila) {
                        console.log(`${fila.Nombre} ${fila.Apellidos}`);
                    });
                }
            });
    }
});
```

Operación completa

1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta
(y liberación de la conexión)

Operación completa

1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta
(y liberación de la conexión)

INSERCIÓNES, BORRADOS Y ACTUALIZACIONES

Al igual que en las consultas, se utiliza `query()`.

En estos casos, la función callback recibe un objeto con información sobre el resultado de la operación.

Atributos del objeto resultado:

- `affectedRows`: número de filas insertadas, actualizadas o borradas.
- `insertId`: identificador de la última fila insertada, en caso de ser de tipo `AUTO_INCREMENT`.

EJEMPLO

1. Configuración del pool

```
pool.getConnection(function(err, connection) {  
    if (err) {  
        console.log(`Error al obtener la conexión: ${err.message}`);  
    }  
    else {  
        const sql = "INSERT INTO Contactos(Nombre, Apellidos) "  
            + "VALUES ('Diana', 'Díaz')"  
        connection.query(sql, function(err, resultado) {  
            connection.release();  
            if (err) {  
                console.log("Error de inserción: " + err);  
            } else {  
                // Imprime el identificador de la nueva fila  
                console.log(resultado.insertId);  
  
                // Imprime el número de filas insertadas  
                console.log(resultado.affectedRows);  
            }  
        }) ;  
    }  
}) ;
```

Operación completa

1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta
(y liberación de la conexión)

CONEXIÓN ÚNICA VS. CONEXIÓN EN POOL

Conexión única

```
conexion = mysql.CreateConnection( ... )
```

```
conexion.connect( ... )
```

```
conexion.query( ... )
```

```
conexion.end( ... )
```

Conexión en pool

```
pool = mysql.CreatePool( ... )
```

```
pool.getConnection( ... )
```

```
conexion.query( ... )
```

```
conexion.release( ... )
```

```
pool.end( ... )
```

Operación completa

1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta
(y liberación de la conexión)

CONSULTAS SQL PARAMÉTRICAS

Supongamos que queremos realizar un programa que solicite un identificador al usuario y muestre la entrada de la tabla **contactos** con ese identificador.

```
Introduce un identificador: 1
[ RowDataPacket { Nombre: 'Javier', Apellidos: 'Fernández Montoro' } ]
```

```
// Suponemos que la variable `id` contiene el identificador  
// introducido por el usuario  
pool.getConnection(function(err, connection) {  
    if (err) {  
        console.log(`Error al obtener la conexión: ${err.message}`);  
    }  
    else {  
        const sql=`SELECT Nombre, Apellidos FROM Contactos WHERE Id=$1`;  
        connection.query(sql, function(err, filas) {  
            connection.release();  
            if (err) {  
                console.log("Error en la consulta");  
            } else {  
                console.log(filas);  
            }  
        });  
    }  
});
```

La variable **id** proviene de la entrada introducida por el usuario. Esta variable pasa directamente a la consulta SQL.

¿Qué pasa si el usuario hubiese introducido **4 OR TRUE**?

Operación completa

1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta
(y liberación de la conexión)

```
Introduce un identificador: 4 OR TRUE
```

```
[ RowDataPacket { Nombre: 'Javier', Apellidos: 'Fernández Montoro' },
  RowDataPacket { Nombre: 'Estela', Apellidos: 'Hernández de la Fuente' },
  RowDataPacket { Nombre: 'Gloria', Apellidos: 'Ruiz Sánchez' },
  RowDataPacket { Nombre: 'Fermin', Apellidos: 'Córdoba Moreno' } ]
```

Sentencia SQL ejecutada:

```
SELECT Nombre, Apellidos FROM contactos WHERE Id = 4 OR TRUE
```

Operación completa

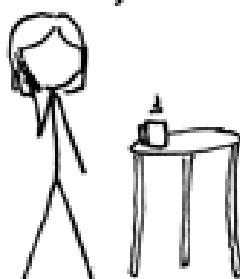
1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta
(y liberación de la conexión)

INYECCIÓN SQL

HI, THIS IS
YOUR SON'S SCHOOL.
WE'RE HAVING SOME
COMPUTER TROUBLE.



OH, DEAR - DID HE
BREAK SOMETHING?
IN A WAY-



DID YOU REALLY
NAME YOUR SON
Robert'); DROP
TABLE Students;-- ?



OH, YES. LITTLE
BOBBY TABLES,
WE CALL HIM.

WELL, WE'VE LOST THIS
YEAR'S STUDENT RECORDS.
I HOPE YOU'RE HAPPY.



AND I HOPE
YOU'VE LEARNED
TO SANITIZE YOUR
DATABASE INPUTS.

Fuente: <https://xkcd.com/327/>

Operación completa

1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta
(y liberación de la conexión)

Una **consulta paramétrica** es una consulta SQL con «huecos» (denominados marcadores), representados mediante el símbolo **?**.

Al llenar los marcadores con valores concretos, estos se «escapean» de manera que se previenen los ataques de inyección SQL.

Ejemplo de consulta paramétrica:

```
INSERT INTO contactos(Nombre, Apellidos) VALUES (?, ?);
```

Operación completa

1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta
(y liberación de la conexión)

El método `query()` puede recibir una consulta paramétrica. En este caso, el segundo parámetro de este método recibe un array con los valores asignados a los marcadores.

Por ejemplo, si se ejecuta la consulta paramétrica,

```
SELECT Nombre, Apellidos FROM contactos  
WHERE Id = ?
```

y asignamos la cadena "`1 OR TRUE`" al marcador, en realidad se ejecutará la siguiente consulta:

```
SELECT Nombre, Apellidos FROM contactos  
WHERE Id = '1 OR TRUE'
```

Operación completa

1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta
(y liberación de la conexión)

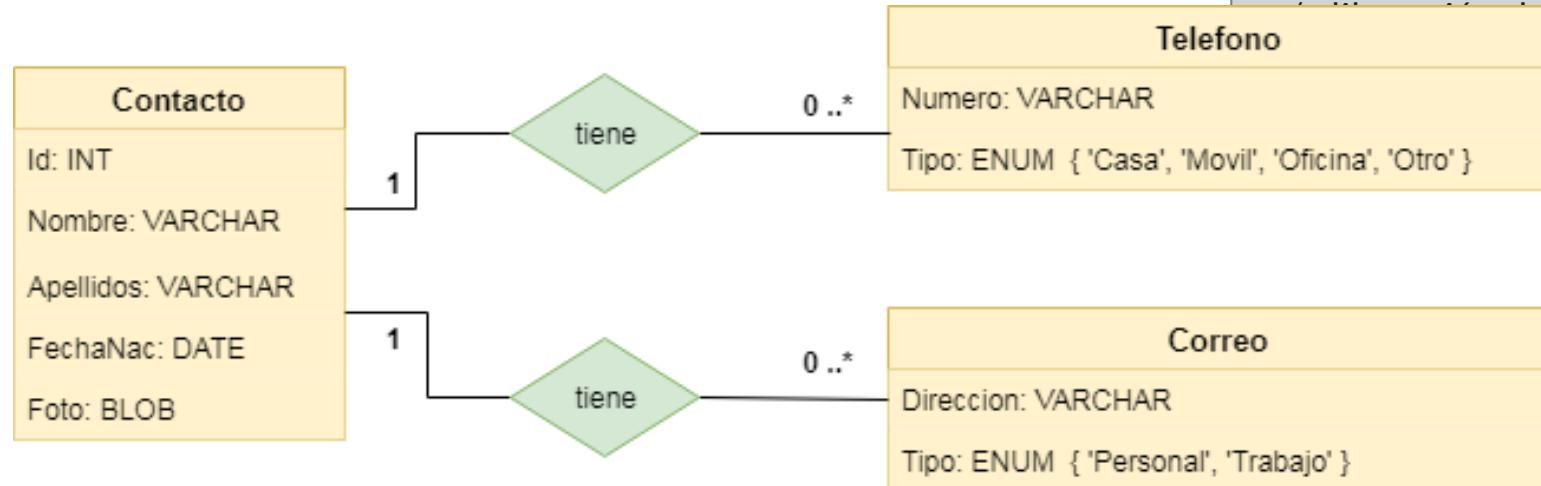
El método `query()` con consultas paramétricas:

`query(consulta, valores_marcadores, callback)`

```
// Suponemos que la variable `id` contiene el identificador
// introducido por el usuario
connection.query(
  `SELECT Nombre, Apellidos FROM contactos WHERE Id = ?`,
  [id],
  function(err, rows) {
    if(err) {
      console.log('Error en la consulta');
    }
    else {
      console.log(rows);
    }
  );
}
```

- 1. Configuración del pool
- 2. Solicitud de conexión
- 3. Ejecución de consulta
- 4. Devolución de los resultados
- 5. Cierre y liberación de la conexión

EL PROBLEMA DE LAS N+1 CONSULTAS



Supongamos que queremos mostrar un listado de todos los contactos, cada uno de ellos con sus números de teléfono asociados.

```
listaContactos := SELECT Id, Nombre FROM Contactos
for (c in listaContactos) {
    print(c.Nombre);
    listaTelefonos := SELECT Numero, Tipo FROM Telefonos
                      WHERE Id = c.Id
    for (t in listaTelefonos) {
        print(c.Numero, c.Tipo)
    }
}
```

Si existen n contactos, ¿cuántas consultas se realizan?

- Una para obtener todos los contactos.
- Para cada uno de los n contactos, una consulta para obtener sus teléfonos.

Total: $n+1$ consultas.

Operación completa

1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta
(y liberación de la conexión)

El problema de las **n+1 consultas** se produce cuando se realiza un número de consultas proporcional al número de resultados recuperados de la BD.

Cada consulta conlleva un coste en tiempo.

Podemos obtener el mismo resultado mediante una única consulta, aunque sea más compleja.

Operación completa

1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta

```
filasConsulta := SELECT c.Id, c.Nombre, t.Numero, t.Tipo  
                      FROM Contactos AS c  
                      LEFT JOIN Telefonos AS t ON c.Id = t.Id  
                      ORDER BY c.Id
```

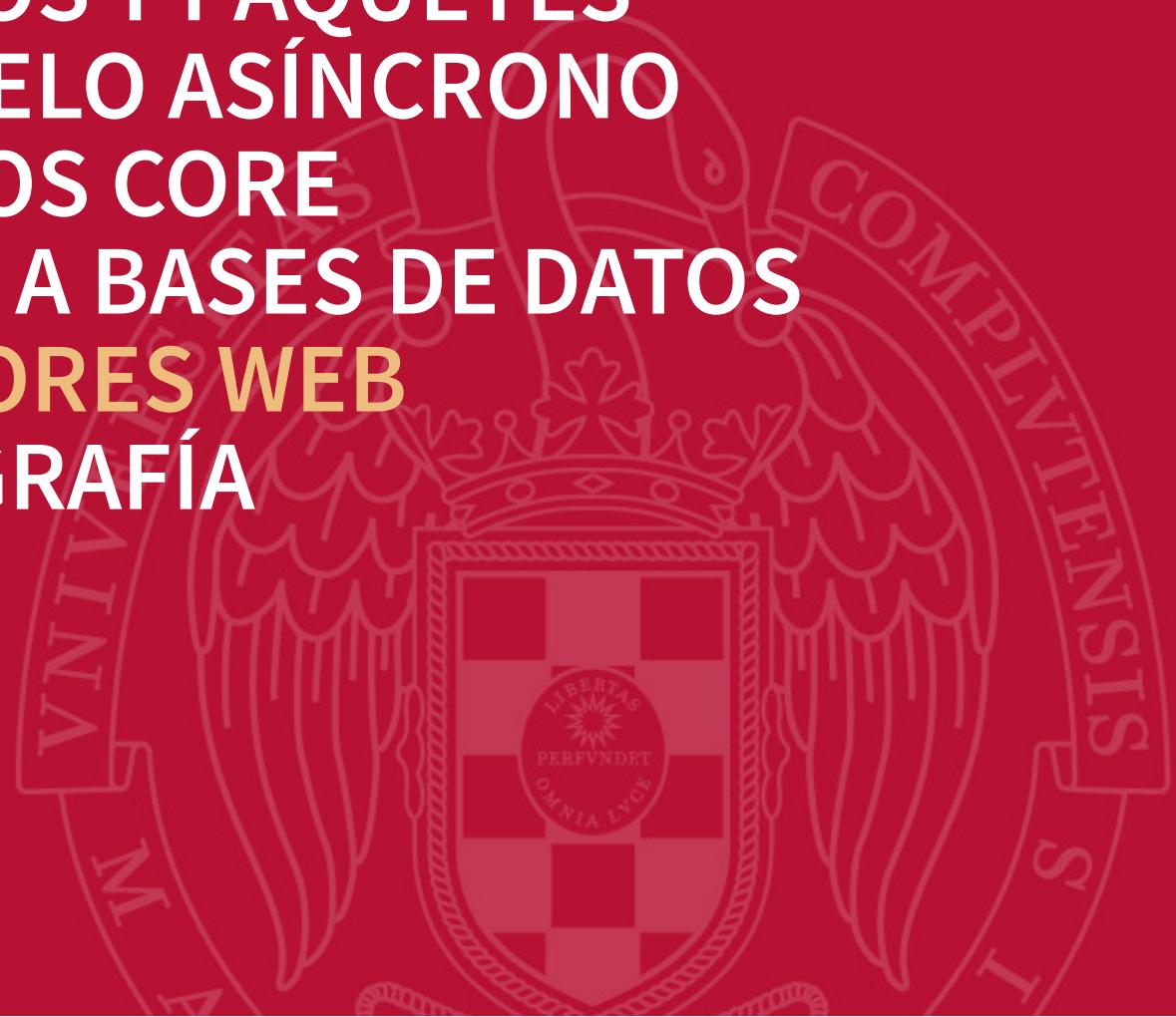
(exión)

Id	Nombre	Numero	Tipo
1	Javier	916140583	Casa
1	Javier	606320123	Móvil
2	Estela	680200100	Móvil
3	Gloria	NULL	NULL
4	Fermín	916151032	Oficina

Operación completa

1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta
(y liberación de la conexión)

1. INTRODUCCIÓN
2. MÓDULOS Y PAQUETES
3. EL MODELO ASÍNCRONO
4. MÓDULOS CORE
5. ACCESO A BASES DE DATOS
6. SERVIDORES WEB
7. BIBLIOGRAFÍA

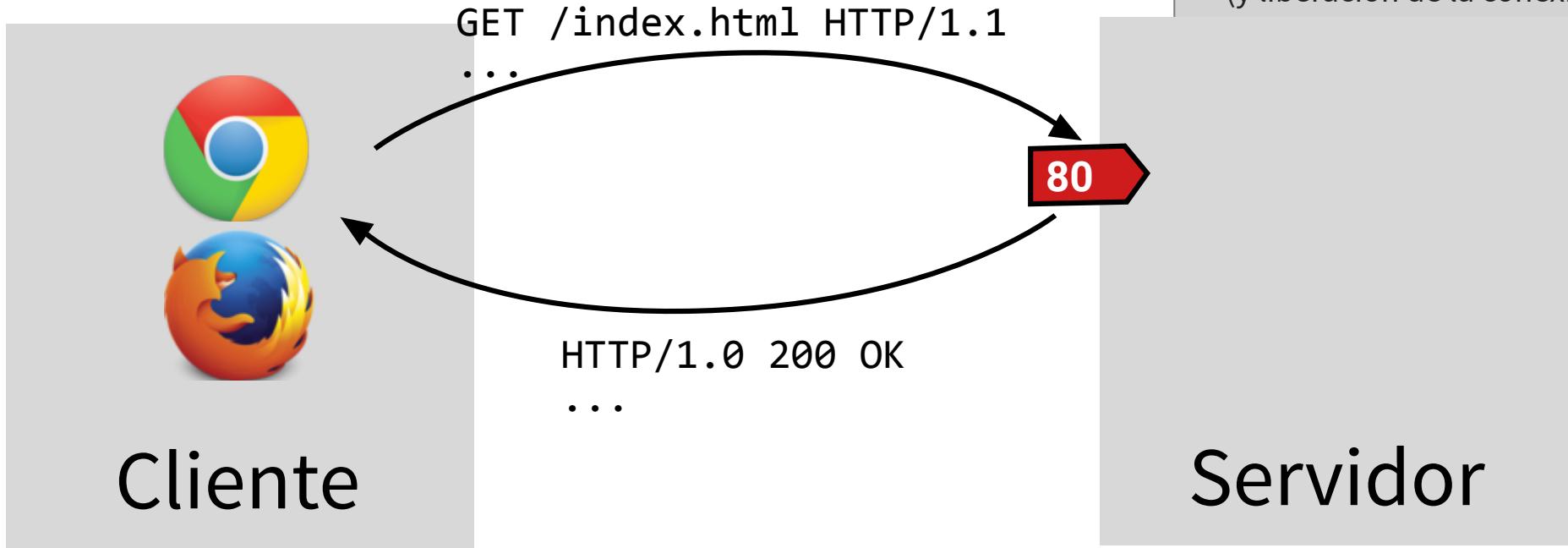


SERVIDORES WEB CON NODE

Orección completa

El modelo cliente-servidor aplicado a la web.

1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta
(y liberación de la conexión)



El **cliente** es un navegador web.

El **servidor** es un programa que está escuchando en el puerto TCP 80.

Operación completa

1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta

(y liberación de la conexión)

Cuando el usuario introduce una URL en el **cliente** se envía una **petición HTTP al servidor** correspondiente.

GET /register.html HTTP/1.1

Línea de petición

Host: www.foo.com

Accept: text/html

Accept-Language: en-US, es-ES

Cabeceras

Connection: keep-alive

If-Modified-Since: Fri, 26 Feb 2016 03:09:05 GMT

(Línea en blanco)

name=Francisco%20Sanchez&age=12

Cuerpo de la petición (opcional)

...

Operación completa

1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta
(y liberación de la conexión)

LÍNEA DE PETICIÓN

Tiene el siguiente formato:

```
[método] [recurso] [versión_HTTP]
```

- **[método]**: Acción a realizar (GET, POST, HEAD, PUT, ...)
- **[recurso]**: Nombre del recurso (URI) sobre el que se accederá.
- **[versión_HTTP]**: HTTP/1.0 o HTTP/1.1.

Ejemplo:

```
GET /register.html HTTP/1.1
```

Operación completa

1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta
(y liberación de la conexión)

El **servidor** analiza la petición y envía una **respuesta al cliente**.

HTTP/1.1 200 OK

Línea de estado

Date: Mon, 15 Aug 2016 14:05:30 GMT

Cabeceras de la respuesta

Content-Type: text/html

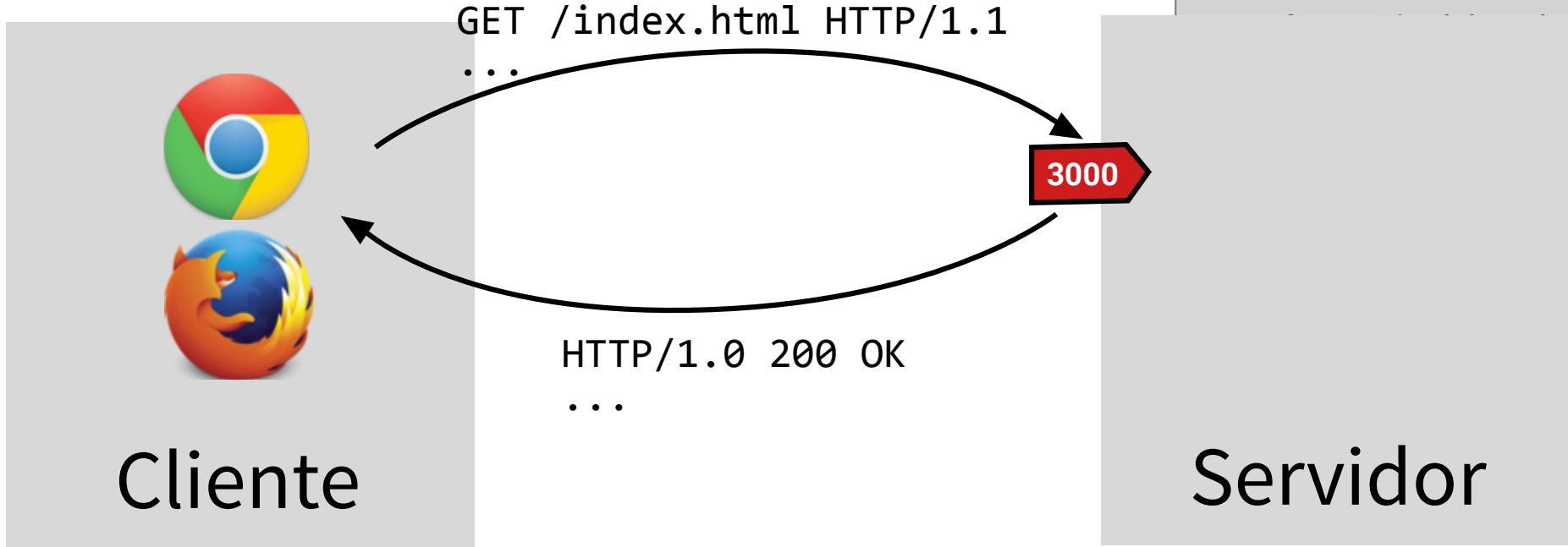
...

(Línea en blanco)

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="es">
<head>
  <title>...</title>
...
```

Cuerpo de la respuesta

Operación completa



Implementaremos la funcionalidad del **servidor**.

En la fase de desarrollo de una aplicación web se suele utilizar otro puerto distinto del 80. Utilizaremos el puerto 3000.

Operación completa

1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta
(y liberación de la conexión)

SERVIDORES WEB CON NODE

La creación de servidores requiere el uso de **sockets**.

Para ello, deberíamos:

- Crear un socket asociado al puerto 80 (o cualquier otro).
- Aceptar peticiones de clientes.
- Analizar sintácticamente la petición HTTP del cliente, que viene como cadena de texto.
- Generar una respuesta en formato HTTP.

Node dispone del módulo **http** para implementar servidores web.

Operación completa

1. Configuración del pool

2. Creación del servidor

3. Ejecución de conexiones

(y liberación de la conexión)

```
const http = require("http");
```

Los objetos de la clase **Server** representan servidores web, y son creados mediante la función **createServer()**, que recibe una función callback.

```
const servidor = http.createServer(function (request, response) {  
    ...  
});
```

La función callback es definida por el programador, y llamada cada vez que algún cliente realiza una petición HTTP al servidor.

Operación completa

1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta

```
http.createServer(function(request, response) { /* ... */ });
```

El parámetro **request** de esta función callback contiene un objeto de la clase **IncomingMessage**, con atributos y métodos para acceder a cada componente de la petición: método, URL, cabeceras, etc.

El parámetro **response** (clase **ServerResponse**) tiene métodos y atributos que especifican la respuesta HTTP que se devolverá al cliente.

Operación completa

1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta
(y liberación de la conexión)

La función `createServer()` tan solo sirve para establecer la función *callback* que procesa las peticiones, pero no inicia el servidor en ningún puerto.

Para **iniciar el servidor** se utiliza el método `listen()` del servidor recién creado, indicando el puerto en el que va a escuchar y (opcionalmente) una función callback que será llamada cuando comience la escucha.

Operación completa

1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta

```
"use strict";
const http = require("http");

// Establecimiento de la función callback del servidor
const servidor = http.createServer(function(request, response) {
    // ...
}) ;

// Inicio del servidor
servidor.listen(3000, function(err) {
    if (err) {
        console.log(`Error al abrir el puerto 3000: ${err}`);
    } else {
        console.log("Servidor escuchando en el puerto 3000.");
    }
});
```

EL OBJETO `request`

Atributos más importantes de `request`:

Operación completa

1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta
(y liberación de la conexión)

- `method`: (string) método HTTP utilizado (GET, POST, PUT, etc.).
- `url`: (string) URL a la que se accede, excluyendo el nombre del servidor.
- `headers`: Objeto con las cabeceras de la petición.

Se pueden mostrar por consola los atributos:

```
const servidor = http.createServer(function(request, response) {  
    console.log(`Método: ${request.method}`);  
    console.log(`URL: ${request.url}`);  
    console.log(request.headers);  
});
```

EJEMPLO: SERVIDOR QUE MUESTRA SUS PETICIONES

1. Iniciar un servidor en el puerto 3000.

1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta

```
const http = require('http');

// Establecimiento de la función callback del servidor
let servidor = http.createServer(function(request, response) {
    // funcionalidad del servidor
    console.log(`Método ${request.method}`);
    console.log(`URL ${request.url}`);
    console.log(request.headers);
});

// Inicio del servidor
servidor.listen(3000, function(err) {
    if(err) {
        console.log("Error al iniciar el servidor");
    }
    else {
        console.log("Servidor escuchando en el puerto 3000")
    }
});
```

Operación completa

1. Configuración del pool

2. Solicitud de conexión

3. Ejecución de consulta

(y liberación de la conexión)

2. Iniciar el navegador e introducir la siguiente dirección:

http://localhost:3000/index.html

El servidor imprime lo siguiente:

Método: GET

URL: /index.html

```
{ host: 'localhost:3000',
  connection: 'keep-alive',
  'user-agent': 'Mozilla/5.0 (X11; Fedora; Linux x86_64; rv:49.0)
                           Gecko/20100101 Firefox/49.0',
  'accept-encoding': 'gzip, deflate, br',
  'accept-language': 'en,es-ES;q=0.9,es;q=0.8,de-DE;q=0.7,de;q=0.6'
}
...
```

Operación completa

1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta
(y liberación de la conexión)

EL OBJETO response

El objeto **response** de la función callback permite responder al servidor. Sus atributos y métodos más importantes son:

- **statusCode**: indica el código de respuesta: 200, 404, etc.
- **setHeader(clave, valor)**: añade una cabecera a la respuesta.
- **write(str)**: envia la cadena **str** en el cuerpo de la respuesta.
- **end([str])**: delimita el final de la respuesta (obligatorio).

Operación completa

EJEMPLO: SERVIDOR QUE DEVUELVE UNA PÁGINA CON UNA LISTA

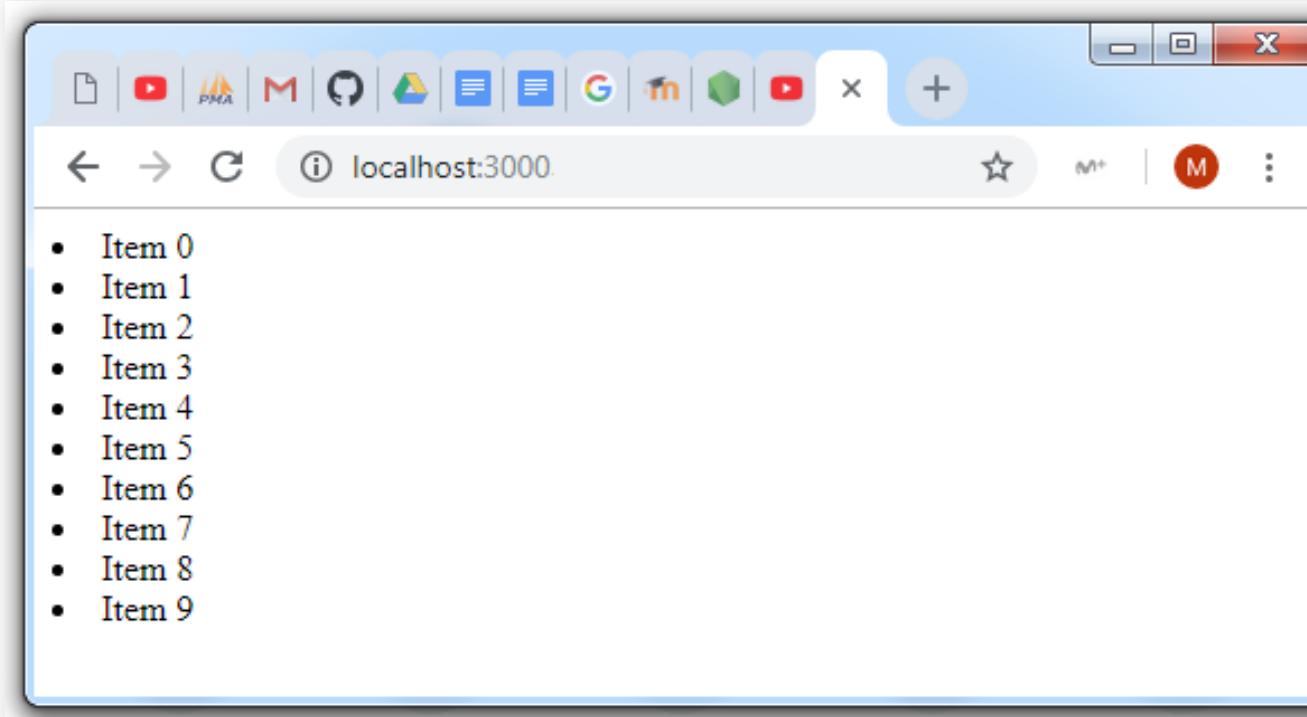
1. Configuración del nod
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta
(y liberación de la conexión)

```
const servidor = http.createServer(function(request, response) {  
    response.statusCode = 200;  
    response.setHeader("Content-Type", "text/html");  
    response.write('<!DOCTYPE html>');  
    response.write('<html>');  
    response.write('<head>');  
    response.write('<title>Página de prueba</title>');  
    response.write('<meta charset="utf-8">');  
    response.write('</head>');  
    response.write('<body><ul>');  
    for (let i = 0; i < 10; i++) {  
        response.write(`<li>Item ${i}</li>`);  
    }  
    response.write('</ul></body></html>');  
    response.end();  
});
```

Operación completa

1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta
(y liberación de la conexión)

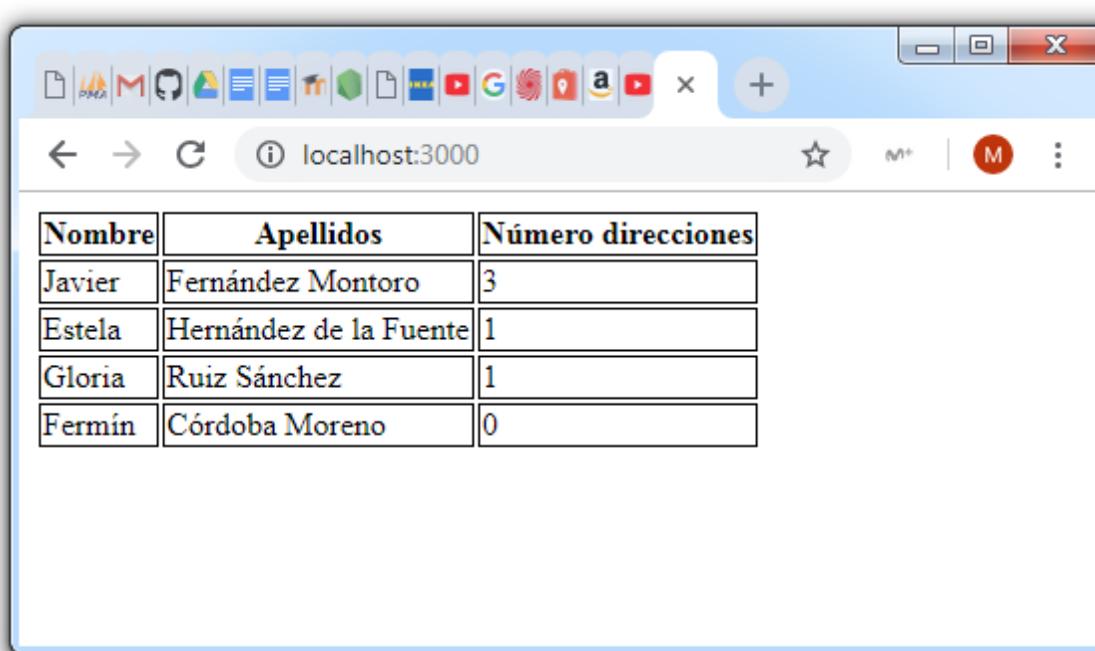
Al acceder a `http://localhost:3000`



EJEMPLO: ACCESO A UNA BASE DE DATOS

Operación completa

Utilizando la base de datos "Contactos" vista **anteriormente**, el servidor devuelve una página con una tabla que **contiene** para cada usuario, su nombre, apellidos y el número de direcciones de correo asociadas.



A screenshot of a web browser window displaying a table of contact information. The browser's address bar shows 'localhost:3000'. The table has three columns: 'Nombre', 'Apellidos', and 'Número direcciones'. The data is as follows:

Nombre	Apellidos	Número direcciones
Javier	Fernández Montoro	3
Estela	Hernández de la Fuente	1
Gloria	Ruiz Sánchez	1
Fermín	Córdoba Moreno	0

1. Se implementa la función `consultaBD()`, que realiza la consulta SQL correspondiente y pasa los resultados a la función callback pasada como parámetro.

Operación completa

1. Objetivo de pool

2. Solicitud de conexión

3. Ejecución de consulta

(y liberación de la conexión)

```
const http = require("http");
const mysql = require("mysql");
const pool = mysql.createPool({ ... });

function consultaBD(callback) {
    pool.getConnection(function(err, conexion) {
        if (err) { callback(err); }
        else {
            conexion.query(
                "SELECT Nombre, Apellidos, COUNT(corr.Correo) as NumCorreos " +
                "FROM Contactos con LEFT JOIN Correos corr ON con.Id = corr.Id " +
                "GROUP BY con.id",
                function(err, rows) {
                    conexion.release();
                    if (err) { callback(err); }
                    else {callback(null, rows);}
                });
        }
    });
}
```

Operación completa

2. Se programa la función callback del servidor que invoca a la función **consultaBD()**.

- 1. Configuración de conexión
- 2. Solicitud de conexión
- 3. Ejecución de consulta (y liberación de la conexión)

En el callback de la función **consultaBD()**, si no hay error, se invoca a la función **devolverPagina()** que construye y envía la página al cliente.

```
const servidor = http.createServer(function(request, response) {  
    consultaBD(function(err, filasBD) {  
        if (err) {  
            response.statusCode = 500; // Internal Server Error  
            console.error(err);  
        } else {  
            response.statusCode = 200;  
            devolverPagina(response, filasBD);  
        }  
    }) ;  
}) ;
```

3. La función `devolverPagina()` genera el código HTML que se devuelve al cliente.

Operación completa

1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta

```
function devolverPagina(response, filasBD) {  
    response.setHeader("Content-Type", "text/html");  
    response.write('<html>');  
    response.write('<head>');  
    response.write('<title>Base de datos de teléfonos</title>');  
    response.write('<meta charset="utf-8">');  
    response.write('<style>th, td { border: 1px solid }</style>');  
    response.write('</head>');  
    response.write('<body>');  
    response.write('<table>');  
    response.write('<tr><th>Nombre</th><th>Apellidos</th>' +  
                  '<th>Número direcciones</th></tr>');  
    filasBD.forEach(function(fila) {  
        response.write('<tr>');  
        response.write(`<td>${fila.Nombre}</td>`);  
        response.write(`<td>${fila.Apellidos}</td>`);  
        response.write(`<td>${fila.NumCorreos}</td>`);  
        response.write('</tr>');  
    });  
    response.write('</table>');  
    response.write('</body></html>');  
    response.end();  
}
```

exión)

Operación completa

1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta
(y liberación de la conexión)

4. Incorporar el código de inicio del servidor en el puerto 3000.

```
// Inicio del servidor
servidor.listen(3000, function(err) {
    if(err) {
        console.log("Error al iniciar el servidor");
    }
    else {
        console.log("Servidor escuchando en el puerto 3000")
    }
});
```

ESQUEMA GENERAL DE UN SERVIDOR

La función callback del servidor devuelve una función de la petición recibida.

Operación completa

1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta (y liberación de la conexión)

Una función callback típica tendría la siguiente forma:

```
const servidor = http.createServer(function(request, response) {  
    const method = request.method;  
    const url = url.parse(request.url, true); // "objeto" url  
    const pathname = url.pathname; // último elemento de la cadena  
    const query = url.query; // "objeto" query.  
    if (method === "GET" && pathname === "/index.html") {  
        // Servir página principal.  
    } else if (method === "GET" && pathname === "/index.css") {  
        // Servir hoja de estilo.  
    } else if (...) {  
        // ...  
    } else {  
        response.statusCode = 404;  
    }  
});
```

ESQUEMA COMPLICADO

La función **callback** del servidor tiene que:

- Generación de páginas web complejas mediante `response.write()`.
- Procesamiento de **formularios**: `url` y `querystring`.
- Envío de ficheros al servidor.
- Manejo de cookies, sesiones, etc.

El módulo `http` es de demasiado bajo nivel para estas tareas. Es recomendable el uso de un **framework** que abstraiga los detalles técnicos.

Express.js

Operación completa

1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta
(y liberación de la conexión)

Operación completa

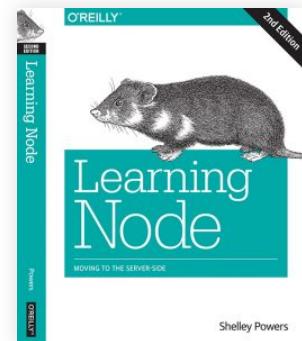
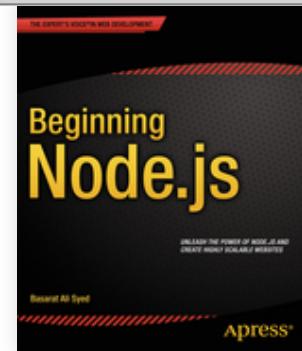
1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta
(y liberación de la conexión)

1. INTRODUCCIÓN
2. MÓDULOS Y PAQUETES
3. EL MODELO ASÍNCRONO
4. MÓDULOS CORE
5. ACCESO A BASES DE DATOS
6. SERVIDORES WEB
7. BIBLIOGRAFÍA



Operación completa

1. Configuración del pool
2. Solicitud de conexión
3. Ejecución de consulta
(y liberación de la conexión)



- B.A. Syed
Beginning Node.js
Apress, 2014
- S. Powers
Learning Node, 2nd edition
O'Reilly (2016)
- Documentación de las librerías de Node

<https://nodejs.org/docs/latest-v8.x/api/>